

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60950

Troisième édition
Third edition
1999-04

**Sécurité des matériels de traitement de
l'information –**

Safety of information technology equipment –

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999
WithDRAWN



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60950:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60950

Troisième édition
Third edition
1999-04

**Sécurité des matériels de traitement de
l'information –**

Safety of information technology equipment –

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés

Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photo-copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XH

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION	32
Articles	
0 Principes de sécurité	32
0.1 Principes généraux de sécurité	32
0.2 Dangers	34
0.2.1 Choc électrique	34
0.2.2 Dangers liés à l'énergie	38
0.2.3 Incendie	40
0.2.4 Dangers thermiques	40
0.2.5 Dangers mécaniques	40
0.2.6 Dangers de rayonnements	42
0.2.7 Dangers chimiques	42
0.3 Matériaux	42
1 Généralités	44
1.1 Domaine d'application	44
1.1.1 Matériels couverts par la présente norme	44
1.1.2 Prescriptions complémentaires	46
1.1.3 Exclusions	46
1.2 Définitions	48
1.2.1 Caractéristiques électriques des matériels	50
1.2.2 Conditions de fonctionnement	52
1.2.3 Mobilité des matériels	52
1.2.4 Classes de matériels – Protection contre les chocs électriques	54
1.2.5 Raccordement au réseau	54
1.2.6 Enveloppes	56
1.2.7 Accès	56
1.2.8 Circuits et caractéristiques des circuits	58
1.2.9 Isolation	62
1.2.10 Lignes de fuite et distances dans l'air	62
1.2.11 Composants	64
1.2.12 Inflammabilité	64
1.2.13 Divers	66
1.3 Prescriptions générales	70
1.3.1 Application des prescriptions	70
1.3.2 Conception et construction du matériel	70
1.3.3 Tension d'alimentation	70
1.3.4 Constructions non spécifiquement couvertes	70
1.3.5 Matériaux équivalents	70
1.3.6 Orientation pendant le transport et l'utilisation	72
1.3.7 Choix des critères	72
1.3.8 Exemples cités dans la norme	72
1.3.9 Liquides conducteurs	72

CONTENTS

	Page
FOREWORD	31
INTRODUCTION	33
Clause	
0 Principles of safety.....	33
0.1 General principles of safety.....	33
0.2 Hazards	35
0.2.1 Electric shock.....	35
0.2.2 Energy related hazards.....	39
0.2.3 Fire	41
0.2.4 Heat related hazards	41
0.2.5 Mechanical hazards.....	41
0.2.6 Radiation.....	43
0.2.7 Chemical hazards.....	43
0.3 Materials and components.....	43
1 General.....	45
1.1 Scope	45
1.1.1 Equipment covered by this standard	45
1.1.2 Additional requirements	47
1.1.3 Exclusions.....	47
1.2 Definitions.....	49
1.2.1 Equipment electrical ratings.....	51
1.2.2 Operating conditions	53
1.2.3 Equipment mobility.....	53
1.2.4 Classes of equipment – Protection against electric shock	55
1.2.5 Connection to the supply	55
1.2.6 Enclosures.....	57
1.2.7 Accessibility	57
1.2.8 Circuits and circuit characteristics	59
1.2.9 Insulation	63
1.2.10 Clearances and creepage distances	63
1.2.11 Components.....	65
1.2.12 Flammability.....	65
1.2.13 Miscellaneous	67
1.3 General requirements.....	71
1.3.1 Application of requirements	71
1.3.2 Equipment design and construction	71
1.3.3 Supply voltage.....	71
1.3.4 Constructions not specifically covered	71
1.3.5 Equivalent materials	71
1.3.6 Orientation during transport and use.....	73
1.3.7 Choice of criteria.....	73
1.3.8 Examples mentioned in the standard	73
1.3.9 Conductive liquids	73

Articles	Pages	
1.4	Conditions générales d'essai.....	72
1.4.1	Application des essais.....	72
1.4.2	Essais de type.....	72
1.4.3	Echantillons d'essai.....	72
1.4.4	Paramètres de fonctionnement pour les essais.....	74
1.4.5	Tension d'alimentation pour les essais.....	74
1.4.6	Fréquence de l'alimentation pour les essais.....	76
1.4.7	Instruments de mesure électriques.....	76
1.4.8	Tensions normales de fonctionnement.....	76
1.4.9	Mesure de la tension par rapport à la terre.....	76
1.4.10	Configuration de la charge du matériel à l'essai.....	78
1.4.11	Puissance venant d'un réseau de télécommunications.....	78
1.4.12	Conditions de mesure des températures.....	78
1.4.13	Méthodes de mesure des températures.....	80
1.4.14	Défauts simulés et conditions anormales.....	80
1.5	Composants.....	80
1.5.1	Généralités.....	80
1.5.2	Evaluation et essais des composants.....	82
1.5.3	Dispositifs de commande thermiques.....	82
1.5.4	Transformateurs.....	82
1.5.5	Câbles assurant l'interconnexion.....	82
1.5.6	Condensateurs dans les circuits primaires.....	82
1.5.7	Composants en parallèle sur une isolation double ou renforcée.....	84
1.5.7.1	Condensateurs en parallèle.....	84
1.5.7.2	Résistances en parallèle.....	84
1.5.7.3	Parties accessibles.....	84
1.5.8	Composants dans les matériels pour schémas d'alimentation IT.....	84
1.6	Adaptation au réseau.....	84
1.6.1	Schémas d'alimentation en courant alternatif.....	84
1.6.2	Courant d'alimentation.....	86
1.6.3	Limite de tension du matériel portatif.....	86
1.6.4	Conducteur neutre.....	86
1.7	Marquages et instructions.....	86
1.7.1	Caractéristiques nominales de l'alimentation.....	88
1.7.2	Instructions concernant la sécurité.....	90
1.7.3	Cycles de fonctionnement courts.....	92
1.7.4	Réglage de la tension d'alimentation.....	92
1.7.5	Socles de prise de courant sur le matériel.....	92
1.7.6	Identification des fusibles.....	94
1.7.7	Bornes de raccordement.....	94
1.7.7.1	Bornes de mise à la terre de protection et de liaison.....	94
1.7.7.2	Bornes pour les conducteurs de l'alimentation du réseau en courant alternatif.....	94
1.7.8	Dispositifs de commande et indicateurs.....	96
1.7.8.1	Identification, emplacement et marquage.....	96
1.7.8.2	Couleurs.....	96
1.7.8.3	Symboles.....	96
1.7.8.4	Marquage utilisant des chiffres.....	96

Clause	Page	
1.4	General conditions for tests.....	73
1.4.1	Application of tests.....	73
1.4.2	Type tests.....	73
1.4.3	Test samples.....	73
1.4.4	Operating parameters for tests.....	75
1.4.5	Supply voltage for tests.....	75
1.4.6	Supply frequency for tests.....	77
1.4.7	Electrical measuring instruments.....	77
1.4.8	Normal operating voltages.....	77
1.4.9	Measurement of voltage to earth.....	77
1.4.10	Loading configuration of the EUT.....	79
1.4.11	Power from a telecommunication network.....	79
1.4.12	Temperature measurement conditions.....	79
1.4.13	Temperature measurement methods.....	81
1.4.14	Simulated faults and abnormal conditions.....	81
1.5	Components.....	81
1.5.1	General.....	81
1.5.2	Evaluation and testing of components.....	83
1.5.3	Thermal controls.....	83
1.5.4	Transformers.....	83
1.5.5	Interconnecting cables.....	83
1.5.6	Capacitors in primary circuits.....	83
1.5.7	Double or reinforced insulation bridged by components.....	85
1.5.7.1	Bridging capacitors.....	85
1.5.7.2	Bridging resistors.....	85
1.5.7.3	Accessible parts.....	85
1.5.8	Components in equipment for IT power systems.....	85
1.6	Power interface.....	85
1.6.1	AC power distribution systems.....	85
1.6.2	Input current.....	87
1.6.3	Voltage limit of hand-held equipment.....	87
1.6.4	Neutral conductor.....	87
1.7	Markings and instructions.....	87
1.7.1	Power rating.....	89
1.7.2	Safety instructions.....	91
1.7.3	Short duty cycles.....	93
1.7.4	Supply voltage adjustment.....	93
1.7.5	Power outlets on the equipment.....	93
1.7.6	Fuse identification.....	95
1.7.7	Wiring terminals.....	95
1.7.7.1	Protective earthing and bonding terminals.....	95
1.7.7.2	Terminals for a.c. mains supply conductors.....	95
1.7.8	Controls and indicators.....	97
1.7.8.1	Identification, location and marking.....	97
1.7.8.2	Colours.....	97
1.7.8.3	Symbols.....	97
1.7.8.4	Markings using figures.....	97

Articles	Pages	
1.7.9	Isolation des sources d'alimentation multiples.....	98
1.7.10	Schémas d'alimentation IT	98
1.7.11	Thermostats et autres dispositifs de réglage.....	98
1.7.12	Langues	98
1.7.13	Durabilité	98
1.7.14	Parties amovibles.....	98
1.7.15	Batteries remplaçables.....	100
1.7.16	Accès de l'opérateur avec un outil	100
1.7.17	Matériel pour emplacements à accès restreint	100
2	Protection contre les dangers	102
2.1	Protection contre les chocs électriques et les dangers de transfert d'énergie ...	102
2.1.1	Protection dans les zones d'accès de l'OPÉRATEUR.....	102
2.1.1.1	Accès aux parties sous tension	102
2.1.1.2	Compartiments pour batteries	108
2.1.1.3	Accès au câblage TBT	110
2.1.1.4	Circuits sous tension dangereuse.....	110
2.1.1.5	Dangers de transfert d'énergie.....	110
2.1.1.6	Organes de commande.....	112
2.1.1.7	Décharge des condensateurs dans le circuit primaire.....	112
2.1.2	Protection dans les zones d'accès pour l'entretien	112
2.1.3	Protection dans les emplacements à accès restreint.....	114
2.2	Circuits TBTS.....	114
2.2.1	Prescriptions générales.....	114
2.2.2	Tensions dans les conditions normales.....	114
2.2.3	Tensions dans les conditions de défaut	116
2.2.3.1	Séparation par une isolation double ou renforcée (méthode 1)	116
2.2.3.2	Séparation par un écran mis à la terre (méthode 2)	116
2.2.3.3	Protection par mise à la terre du circuit TBTS (méthode 3).....	116
2.2.4	Connexion des circuits TBTS à d'autres circuits.....	118
2.3	Circuits TRT.....	118
2.3.1	Limites.....	118
2.3.2	Séparation d'autres circuits et des parties accessibles.....	122
2.3.3	Séparation des tensions dangereuses	124
2.3.4	Connexion des circuits TRT à d'autres circuits.....	124
2.3.5	Tensions de fonctionnement générées extérieurement.....	124
2.4	Circuits à limitation de courant	126
2.4.1	Prescriptions générales	126
2.4.2	Valeurs limites	126
2.4.3	Connexion des circuits à limitation de courant à d'autres circuits.....	128
2.5	Sources à puissance limitée.....	128
2.6	Dispositions en vue de la mise à la terre.....	132
2.6.1	Terre de protection.....	132
2.6.2	Mise à la terre fonctionnelle.....	134
2.6.3	Conducteurs de mise à la terre de protection et de liaison à la terre de protection	134
2.6.3.1	Taille des conducteurs de mise à la terre de protection	136
2.6.3.2	Taille des conducteurs de liaison de protection	136
2.6.3.3	Résistance des conducteurs de mise à la terre et leurs terminaisons	138
2.6.3.4	Couleur de l'isolation	140

Clause	Page
1.7.9 Isolation of multiple power sources	99
1.7.10 IT power systems	99
1.7.11 Thermostats and other regulating devices.....	99
1.7.12 Language	99
1.7.13 Durability.....	99
1.7.14 Removable parts	99
1.7.15 Replaceable batteries.....	101
1.7.16 Operator access with a tool	101
1.7.17 Equipment for restricted access locations	101
2 Protection from hazards	103
2.1 Protection from electric shock and energy hazards	103
2.1.1 Protection in operator access areas.....	103
2.1.1.1 Access to energised parts.....	103
2.1.1.2 Battery compartments.....	109
2.1.1.3 Access to ELV wiring.....	111
2.1.1.4 Access to hazardous voltage circuit wiring.....	111
2.1.1.5 Energy hazards.....	111
2.1.1.6 Manual controls	113
2.1.1.7 Discharge of capacitors in the primary circuit	113
2.1.2 Protection in service access areas.....	113
2.1.3 Protection in restricted access locations.....	115
2.2 SELV circuits	115
2.2.1 General requirements.....	115
2.2.2 Voltages under normal conditions.....	115
2.2.3 Voltages under fault conditions.....	117
2.2.3.1 Separation by double or reinforced insulation (method 1)	117
2.2.3.2 Separation by earthed screen (method 2).....	117
2.2.3.3 Protection by earthing of the SELV circuit (method 3).....	117
2.2.4 Connection of SELV circuits to other circuits.....	119
2.3 TNV circuits	119
2.3.1 Limits.....	119
2.3.2 Separation from other circuits and from accessible parts	123
2.3.3 Separation from hazardous voltages.....	125
2.3.4 Connection of TNV circuits to other circuits.....	125
2.3.5 Test for operating voltages generated externally	125
2.4 Limited current circuits	127
2.4.1 General requirements.....	127
2.4.2 Limit values.....	127
2.4.3 Connection of limited current circuits to other circuits	129
2.5 Limited power sources	129
2.6 Provisions for earthing and bonding.....	133
2.6.1 Protective earthing	133
2.6.2 Functional earthing.....	135
2.6.3 Protective earthing and protective bonding conductors.....	135
2.6.3.1 Size of protective earthing conductors.....	137
2.6.3.2 Size of protective bonding conductors	137
2.6.3.3 Resistance of earthing conductors and their terminations	139
2.6.3.4 Colour of insulation.....	141

Articles	Pages
2.6.4 Bornes	142
2.6.4.1 Bornes de mise à la terre et de liaison à la terre de protection	142
2.6.4.2 Séparation du conducteur de mise à la terre de protection des conducteurs de liaison à la terre de protection	142
2.6.5 Intégrité de la mise à la terre de protection	144
2.6.5.1 Interconnexion des matériels	144
2.6.5.2 Composants dans le conducteur de mise à la terre de protection et dans les conducteurs de liaison à la terre de protection	144
2.6.5.3 Déconnexion de la terre de protection	144
2.6.5.4 Parties pouvant être démontées par un opérateur	146
2.6.5.5 Pièces démontées pendant l'entretien	146
2.6.5.6 Résistance à la corrosion	146
2.6.5.7 Vis pour la liaison à la terre de protection	146
2.6.5.8 Confiance dans le réseau de télécommunications	148
2.7 Protection contre les surintensités et les défauts à la terre dans les circuits primaires	148
2.7.1 Prescriptions générales	148
2.7.2 Défauts non couverts en 5.3	148
2.7.3 Protection en amont contre les courts-circuits	148
2.7.4 Nombre et emplacement des dispositifs de protection	148
2.7.5 Protection par plusieurs dispositifs	152
2.7.6 Avertissement au personnel d'entretien	152
2.8 Verrouillages de sécurité	152
2.8.1 Prescriptions générales	152
2.8.2 Exigences de protection	152
2.8.3 Retour imprévu du danger	154
2.8.4 Fonctionnement sans défaillance	154
2.8.5 Verrouillages avec parties mobiles	156
2.8.6 Réenclenchement forcé d'un verrouillage	156
2.8.7 Interrupteurs et relais dans les systèmes de verrouillage	156
2.8.7.1 Distances d'ouverture des contacts	156
2.8.7.2 Essai de surcharge	158
2.8.7.3 Essai d'endurance	158
2.8.7.4 Essai de rigidité diélectrique	158
2.8.8 Actionneur mécanique	158
2.9 Isolation	158
2.9.1 Propriétés des matériaux isolants	158
2.9.2 Conditionnement hygroscopique	160
2.9.3 Prescriptions pour l'isolation	160
2.9.4 Paramètres de l'isolation	160
2.9.5 Catégories d'isolation	160
2.10 Distances dans l'air, lignes de fuite et distances à travers l'isolation	166
2.10.1 Généralités	166
2.10.2 Détermination de la tension de service	168
2.10.3 Distances dans l'air	170
2.10.3.1 Généralités	170
2.10.3.2 Distances dans l'air dans les circuits primaires	172
2.10.3.3 Distances dans l'air dans les circuits secondaires	178
2.10.3.4 Mesures des niveaux de transitoires	184

Clause	Page	
2.6.4	Terminals.....	143
2.6.4.1	Protective earthing and bonding terminals.....	143
2.6.4.2	Separation of the protective earthing conductor from protective bonding conductors.....	143
2.6.5	Integrity of protective earthing	145
2.6.5.1	Interconnection of equipment	145
2.6.5.2	Components in protective earthing conductors and protective bonding conductors.....	145
2.6.5.3	Disconnection of protective earth	145
2.6.5.4	Parts that can be removed by an operator	147
2.6.5.5	Parts removed during servicing	147
2.6.5.6	Corrosion resistance.....	147
2.6.5.7	Screws for protective bonding	147
2.6.5.8	Reliance on telecommunication network.....	149
2.7	Overcurrent and earth fault protection in primary circuits	149
2.7.1	Basic requirements.....	149
2.7.2	Faults not covered in 5.3	149
2.7.3	Short-circuit backup protection	149
2.7.4	Number and location of protective devices	149
2.7.5	Protection by several devices	153
2.7.6	Warning to service personnel	153
2.8	Safety interlocks	153
2.8.1	General principles	153
2.8.2	Protection requirements	153
2.8.3	Inadvertent reactivation	155
2.8.4	Fail-safe operation	155
2.8.5	Interlocks with moving parts	157
2.8.6	Overriding an interlock	157
2.8.7	Switches and relays in interlock systems	157
2.8.7.1	Contact gaps.....	157
2.8.7.2	Overload test	159
2.8.7.3	Endurance test	159
2.8.7.4	Electric strength test.....	159
2.8.8	Mechanical actuators.....	159
2.9	Electrical insulation	159
2.9.1	Properties of insulating materials.....	159
2.9.2	Humidity conditioning	161
2.9.3	Requirements for insulation.....	161
2.9.4	Insulation parameters.....	161
2.9.5	Categories of insulation	161
2.10	Clearances, creepage distances and distances through insulation	167
2.10.1	General.....	167
2.10.2	Determination of working voltage.....	169
2.10.3	Clearances.....	171
2.10.3.1	General	171
2.10.3.2	Clearances in primary circuits	173
2.10.3.3	Clearances in secondary circuits.....	179
2.10.3.4	Measurement of transient levels.....	185

Articles	Pages
2.10.4 Lignes de fuite.....	186
2.10.5 Isolation solide	188
2.10.5.1 Distances minimales à travers l'isolation	190
2.10.5.2 Matériaux en couches minces	190
2.10.5.3 Cartes imprimées	192
2.10.5.4 Composants bobinés	192
2.10.6 Cartes imprimées revêtues.....	194
2.10.6.1 Généralités.....	194
2.10.6.2 Préparation des échantillons et examen préliminaire	196
2.10.6.3 Cycles thermiques	198
2.10.6.4 Vieillessement thermique	198
2.10.6.5 Essai de rigidité diélectrique	200
2.10.6.6 Essai de résistance à l'abrasion	200
2.10.7 Parties enfermées et scellées.....	202
2.10.8 Espaces remplis par un composé isolant	202
2.10.9 Terminaisons externes des composants	204
2.10.10 Isolation à dimensions variables	204
3 Câblage, connexions et alimentation	206
3.1 Généralités	206
3.1.1 Caractéristique nominale de courant et protection contre les surintensités	206
3.1.2 Protection contre un dommage mécanique	206
3.1.3 Fixation des conducteurs internes	206
3.1.4 Isolation des conducteurs.....	208
3.1.5 Perles isolantes et isolant céramique.....	208
3.1.6 Vis exerçant une pression sur un contact électrique.....	208
3.1.7 Matériaux non métalliques dans les connexions électriques	210
3.1.8 Vis auto-taraudeuses et vis à grand pas	210
3.1.9 Terminaisons des conducteurs	210
3.1.10 Manchons sur les câbles	212
3.2 Raccordement à l'alimentation du réseau en courant alternatif.....	212
3.2.1 Moyens de connexion.....	212
3.2.2 Raccordements multiples à l'alimentation	214
3.2.3 Matériel relié à demeure	214
3.2.4 Socles de connecteurs	216
3.2.5 Câbles d'alimentation	216
3.2.6 Dispositifs d'arrêt de traction et relâchement des contraintes	220
3.2.7 Protection contre les dommages mécaniques	222
3.2.8 Protection des câbles	222
3.2.9 Espace pour l'installation des câbles d'alimentation	224
3.3 Bornes pour les conducteurs externes.....	224
3.3.1 Bornes	224
3.3.2 Raccordement des câbles d'alimentation fixés à demeure.....	226
3.3.3 Bornes à vis	226
3.3.4 Dimensions des conducteurs à raccorder	226
3.3.5 Dimensions des bornes pour les conducteurs	228
3.3.6 Conception des bornes pour les conducteurs.....	228
3.3.7 Groupement des bornes pour les conducteurs	228
3.3.8 Conducteur à âme câblée.....	230

Clause	Page
2.10.4 Creepage distances.....	187
2.10.5 Solid insulation.....	189
2.10.5.1 Minimum distance through insulation.....	191
2.10.5.2 Thin sheet material.....	191
2.10.5.3 Printed boards.....	193
2.10.5.4 Wound components.....	193
2.10.6 Coated printed boards.....	195
2.10.6.1 General.....	195
2.10.6.2 Sample preparation and preliminary inspection.....	197
2.10.6.3 Thermal cycling.....	199
2.10.6.4 Thermal ageing.....	199
2.10.6.5 Electric strength test.....	201
2.10.6.6 Abrasion resistance test.....	201
2.10.7 Enclosed and sealed parts.....	203
2.10.8 Spacings filled by insulating compound.....	203
2.10.9 Component external terminations.....	205
2.10.10 Insulation with varying dimensions.....	205
3 Wiring, connections and supply.....	207
3.1 General.....	207
3.1.1 Current rating and overcurrent protection.....	207
3.1.2 Protection against mechanical damage.....	207
3.1.3 Securing of internal wiring.....	207
3.1.4 Insulation of conductors.....	209
3.1.5 Beads and ceramic insulators.....	209
3.1.6 Screws for electrical contact pressure.....	209
3.1.7 Non-metallic materials in electrical connections.....	211
3.1.8 Self-tapping and spaced thread screws.....	211
3.1.9 Termination of conductors.....	211
3.1.10 Sleeving on wiring.....	213
3.2 Connection to a.c. mains supplies.....	213
3.2.1 Means of connection.....	213
3.2.2 Multiple supply connections.....	215
3.2.3 Permanently connected equipment.....	215
3.2.4 Appliance inlets.....	217
3.2.5 Power supply cords.....	217
3.2.6 Cord anchorages and strain relief.....	221
3.2.7 Protection against mechanical damage.....	223
3.2.8 Cord guards.....	223
3.2.9 Supply wiring space.....	225
3.3 Wiring terminals for connection of external conductors.....	225
3.3.1 Wiring terminals.....	225
3.3.2 Connection of non-detachable power supply cords.....	227
3.3.3 Screw terminals.....	227
3.3.4 Conductor sizes to be connected.....	227
3.3.5 Wiring terminal sizes.....	229
3.3.6 Wiring terminal design.....	229
3.3.7 Grouping of wiring terminals.....	229
3.3.8 Stranded wire.....	231

Articles	Pages
3.4 Séparation de l'alimentation du réseau en courant alternatif.....	230
3.4.1 Prescription générale	230
3.4.2 Dispositifs de sectionnement	230
3.4.3 Matériels reliés à demeure	232
3.4.4 Parties qui restent sous tension.....	232
3.4.5 Interrupteurs dans les câbles souples.....	232
3.4.6 Matériels monophasés.....	232
3.4.7 Matériels triphasé.....	234
3.4.8 Interrupteurs comme dispositifs de sectionnement.....	234
3.4.9 Fiches comme dispositifs de sectionnement	234
3.4.10 Matériels interconnectés.....	234
3.4.11 Alimentations multiples.....	236
3.5 Interconnexion des matériels.....	236
3.5.1 Prescriptions générales	236
3.5.2 Types de circuits d'interconnexion	236
3.5.3 Circuits TBT comme circuits d'interconnexion.....	236
4 Prescriptions physiques.....	238
4.1 Stabilité	238
4.2 Résistance mécanique	240
4.2.1 Généralités	240
4.2.2 Essai de force constante, 10 N	240
4.2.3 Essai de force constante, 30 N	242
4.2.4 Essai de force constante, 250 N	242
4.2.5 Essai de choc.....	242
4.2.6 Essai de chute	244
4.2.7 Essai de relâchement des contraintes.....	246
4.2.8 Tubes à rayons cathodiques.....	246
4.2.9 Lampes à haute pression	246
4.2.10 Matériels fixés au mur ou au plafond	246
4.3 Conception et construction.....	246
4.3.1 Bords et coins	246
4.3.2 Poignées et organes de contrôle manuels.....	248
4.3.3 Dispositifs de commande réglables.....	248
4.3.4 Fixation des composants	248
4.3.5 Connexion des fiches et des socles	250
4.3.6 Matériels enfichables directement.....	250
4.3.7 Eléments chauffant dans un matériel mis à la terre	250
4.3.8 Piles ou batteries	252
4.3.9 Huiles et graisses.....	254
4.3.10 Poussière, poudres, liquides et gaz	254
4.3.11 Réservoir de liquides ou de gaz.....	256
4.3.12 Liquides inflammables	256
4.3.13 Rayonnements	258
4.4 Protection contre les parties mobiles dangereuses	258
4.4.1 Généralités	258
4.4.2 Protection dans la zone d'accès de l'opérateur	258
4.4.3 Protection dans un emplacement à accès restreint	260
4.4.4 Protection dans une zone d'accès pour l'entretien.....	260

Clause	Page	
3.4	Disconnection from the a.c. mains supply.....	231
3.4.1	General requirement	231
3.4.2	Disconnect devices	231
3.4.3	Permanently connected equipment	233
3.4.4	Parts which remain energised.....	233
3.4.5	Switches in flexible cords	233
3.4.6	Single-phase equipment	233
3.4.7	Three-phase equipment.....	235
3.4.8	Switches as disconnect devices.....	235
3.4.9	Plugs as disconnect devices	235
3.4.10	Interconnected equipment	235
3.4.11	Multiple power sources	237
3.5	Interconnection of equipment	237
3.5.1	General requirements.....	237
3.5.2	Types of interconnection circuits.....	237
3.5.3	ELV circuits as interconnection circuits	237
4	Physical requirements	239
4.1	Stability.....	239
4.2	Mechanical strength	241
4.2.1	General.....	241
4.2.2	Steady force test, 10 N	241
4.2.3	Steady force test, 30 N	243
4.2.4	Steady force test, 250 N	243
4.2.5	Impact test	243
4.2.6	Drop test	245
4.2.7	Stress relief.....	247
4.2.8	Cathode ray tubes	247
4.2.9	High pressure lamps	247
4.2.10	Wall or ceiling mounted equipment	247
4.3	Design and construction.....	247
4.3.1	Edges and corners	247
4.3.2	Handles and manual controls.....	249
4.3.3	Adjustable controls.....	249
4.3.4	Securing of parts	249
4.3.5	Connection of plugs and sockets	251
4.3.6	Direct plug-in equipment.....	251
4.3.7	Heating elements in earthed equipment	251
4.3.8	Batteries	253
4.3.9	Oil and grease.....	255
4.3.10	Dust, powders, liquids and gases.....	255
4.3.11	Containers for liquids or gases	257
4.3.12	Flammable liquids	257
4.3.13	Radiation.....	259
4.4	Protection against hazardous moving parts.....	259
4.4.1	General.....	259
4.4.2	Protection in operator access areas.....	259
4.4.3	Protection in restricted access locations	261
4.4.4	Protection in service access areas.....	261

Articles	Pages
4.5 Prescriptions thermiques.....	260
4.5.1 Echauffements.....	262
4.5.2 Résistance aux chaleurs anormales.....	266
4.6 Ouvertures dans les enveloppes.....	266
4.6.1 Ouvertures dans le dessus et dans les parois latérales.....	266
4.6.2 Fonds de l'enveloppe contre le feu.....	272
4.6.3 Portes et couvercles dans les enveloppes contre le feu.....	276
4.6.4 Ouvertures dans les matériels transportables.....	276
4.6.5 Adhésifs entrant dans la construction.....	278
4.7 Résistance au feu.....	278
4.7.1 Limitation du risque d'inflammation et de propagation du feu.....	280
4.7.2 Conditions applicables à une enveloppe contre le feu.....	280
4.7.2.1 Composants nécessitant une enveloppe contre le feu.....	280
4.7.2.2 Composants ne nécessitant pas une enveloppe contre le feu.....	282
4.7.3 Matériaux.....	282
4.7.3.1 Généralités.....	282
4.7.3.2 Matériaux pour les enveloppes contre le feu.....	284
4.7.3.3 Matériaux pour les composants et les autres parties à l'extérieur des enveloppes contre le feu.....	284
4.7.3.4 Matériaux pour les composants et les autres parties à l'intérieur des enveloppes contre le feu.....	288
4.7.3.5 Assemblages de filtres à air.....	290
4.7.3.6 Matériaux utilisés dans les composants haute tension.....	290
5 Prescriptions électriques et simulation de conditions de défauts.....	294
5.1 Courant de contact et courant dans le conducteur de protection.....	294
5.1.1 Généralités.....	294
5.1.2 Matériel à l'essai.....	294
5.1.3 Circuit d'essai.....	294
5.1.4 Application de l'instrument de mesure.....	298
5.1.5 Procédure d'essai.....	300
5.1.6 Mesures des essais.....	300
5.1.7 Matériel avec un courant de contact dépassant 3,5 mA.....	302
5.1.8 Courants de contact transmis vers des réseaux de télécommunications, ou reçu des réseaux de télécommunications.....	304
5.1.8.1 Limitation du courant de contact transmis à un réseau de télécommunications.....	304
5.1.8.2 Somme des courants de contact reçus des réseaux de télécommunications.....	304
5.2 Rigidité diélectrique.....	308
5.2.1 Généralités.....	308
5.2.2 Procédure d'essai.....	308
5.3 Fonctionnement anormal et conditions de défaut.....	316
5.3.1 Protection contre les surcharges et fonctionnement anormal.....	316
5.3.2 Moteurs.....	316
5.3.3 Transformateurs.....	316
5.3.4 Isolation fonctionnelle.....	318
5.3.5 Composants électromécaniques.....	318
5.3.6 Simulation de défauts.....	318

Clause	Page
4.5 Thermal requirements	261
4.5.1 Temperature rises	263
4.5.2 Resistance to abnormal heat	267
4.6 Openings in enclosures	267
4.6.1 Top and side openings	267
4.6.2 Bottoms of fire enclosures	273
4.6.3 Doors or covers in fire enclosures	277
4.6.4 Openings in transportable equipment	277
4.6.5 Adhesives for constructional purposes	279
4.7 Resistance to fire	279
4.7.1 Reducing the risk of ignition and spread of flame	281
4.7.2 Conditions for a fire enclosure	281
4.7.2.1 Parts requiring a fire enclosure	281
4.7.2.2 Parts not requiring a fire enclosure	283
4.7.3 Materials	283
4.7.3.1 General	283
4.7.3.2 Materials for fire enclosures	285
4.7.3.3 Materials for components and other parts outside fire enclosures	285
4.7.3.4 Materials for components and other parts inside fire enclosures	289
4.7.3.5 Materials for air filter assemblies	291
4.7.3.6 Materials used in high-voltage components	291
5 Electrical requirements and simulated abnormal conditions	295
5.1 Touch current and protective conductor current	295
5.1.1 General	295
5.1.2 Equipment under test (EUT)	295
5.1.3 Test circuit	295
5.1.4 Application of measuring instrument	299
5.1.5 Test procedure	301
5.1.6 Test measurements	301
5.1.7 Equipment with touch current exceeding 3,5 mA	303
5.1.8 Touch currents to and from telecommunication networks	305
5.1.8.1 Limitation of the touch current to a telecommunication network	305
5.1.8.2 Summation of touch currents from telecommunication networks	305
5.2 Electric strength	309
5.2.1 General	309
5.2.2 Test procedure	309
5.3 Abnormal operating and fault conditions	317
5.3.1 Protection against overload and abnormal operation	317
5.3.2 Motors	317
5.3.3 Transformers	317
5.3.4 Functional insulation	319
5.3.5 Electromechanical components	319
5.3.6 Simulation of faults	319

Articles	Pages
5.3.7 Matériels utilisés sans surveillance	320
5.3.8 Critères de conformité pour fonctionnement anormal et condition de défaut.....	322
5.3.8.1 Pendant les essais.....	322
5.3.8.2 Après les essais	322
6 Connexion à des réseaux de télécommunications	324
6.1 Protection du personnel d'entretien du réseau de télécommunications et des utilisateurs d'autres matériels connectés au réseau contre les risques provenant du matériel.....	324
6.1.1 Protection contre les tensions dangereuses	324
6.1.2 Séparation entre les réseaux de télécommunications et la terre.....	324
6.1.2.1 Prescriptions	324
6.1.2.2 Exclusions.....	326
6.2 Protection des usagers du matériel contre les surtensions sur les réseaux de télécommunications.....	328
6.2.1 Prescriptions de séparation	328
6.2.2 Procédure de l'essai de rigidité diélectrique.....	330
6.2.2.1 Essai en impulsion.....	332
6.2.2.2 Essai à l'état d'équilibre	332
6.2.2.3 Critères de conformité	332
6.3 Protection du système de câblage de télécommunication contre les surchauffes	334
Annexe A (normative) Essais de résistance à la chaleur et au feu	336
A.1 Essai d'inflammabilité pour les enveloppes contre le feu des matériels mobiles de masse totale supérieure à 18 kg et des matériels fixes (voir 4.7.3.2)	336
A.1.1 Echantillons	336
A.1.2 Conditionnement des échantillons	336
A.1.3 Montage des échantillons.....	336
A.1.4 Essai à la flamme.....	336
A.1.5 Procédure d'essai	338
A.1.6 Critères de conformité.....	338
A.2 Essai d'inflammabilité pour les enveloppes contre le feu des matériels mobiles de masse totale inférieure ou égale à 18 kg et pour les matériaux placés à l'intérieur des enveloppes contre le feu (voir 4.7.3.2 et 4.7.3.4)	338
A.2.1 Echantillons	338
A.2.2 Conditionnement des échantillons	338
A.2.3 Montage des échantillons.....	338
A.2.4 Essai à la flamme.....	340
A.2.5 Procédure d'essai	340
A.2.6 Critères de conformité.....	340
A.2.7 Essai en remplacement.....	340
A.3 Essais par amorçage d'arc à courant élevé (voir 4.7.3.2)	340
A.3.1 Echantillons	340
A.3.2 Circuit d'essai	342
A.3.3 Electrodes d'essai.....	342
A.3.4 Procédure d'essai	342
A.3.5 Critères de conformité.....	342

Clause	Page
5.3.7 Unattended equipment	321
5.3.8 Compliance criteria for abnormal operating and fault conditions	323
5.3.8.1 During the tests	323
5.3.8.2 After the tests	323
6 Connection to telecommunication networks	325
6.1 Protection of telecommunication network service personnel, and users of other equipment connected to the network, from hazards in the equipment	325
6.1.1 Protection from hazardous voltages	325
6.1.2 Separation of the telecommunication network from earth	325
6.1.2.1 Requirements	325
6.1.2.2 Exclusions	327
6.2 Protection of equipment users from overvoltages on telecommunication networks	329
6.2.1 Separation requirements	329
6.2.2 Electric strength test procedure	331
6.2.2.1 Impulse test	333
6.2.2.2 Steady-state test	333
6.2.2.3 Compliance criteria	333
6.3 Protection of the telecommunication wiring system from overheating	335
Annex A (normative) Tests for resistance to heat and fire	337
A.1 Flammability test for fire enclosures of movable equipment having a total mass exceeding 18 kg, and of stationary equipment (see 4.7.3.2)	337
A.1.1 Samples	337
A.1.2 Conditioning of samples	337
A.1.3 Mounting of samples	337
A.1.4 Test flame	337
A.1.5 Test procedure	339
A.1.6 Compliance criteria	339
A.2 Flammability test for fire enclosures of movable equipment having a total mass not exceeding 18 kg, and for material and components located inside fire enclosures (see 4.7.3.2 and 4.7.3.4)	339
A.2.1 Samples	339
A.2.2 Conditioning of samples	339
A.2.3 Mounting of samples	339
A.2.4 Test flame	341
A.2.5 Test procedure	341
A.2.6 Compliance criteria	341
A.2.7 Alternative test	341
A.3 High current arcing ignition test (see 4.7.3.2)	341
A.3.1 Samples	341
A.3.2 Test circuit	343
A.3.3 Test electrodes	343
A.3.4 Test procedure	343
A.3.5 Compliance criteria	343

	Page
A.4 Hot wire ignition test (see 4.7.3.2).....	345
A.4.1 Samples.....	345
A.4.2 Test circuit	345
A.4.3 Mounting of samples	345
A.4.4 Test procedure.....	345
A.4.5 Compliance criterion	347
A.5 Hot flaming oil test (see 4.6.2).....	347
A.5.1 Mounting of samples	347
A.5.2 Test procedure.....	347
A.5.3 Compliance criteria	347
A.6 Flammability tests for classifying materials V-0, V-1 or V-2	347
A.6.1 Samples.....	347
A.6.2 Conditioning of samples	349
A.6.3 Mounting of samples	349
A.6.4 Test procedure.....	349
A.6.5 Compliance criteria	349
A.6.6 Permitted retest	351
A.7 Flammability test for classifying foamed materials HF-1, HF-2 or HBF.....	351
A.7.1 Samples.....	351
A.7.2 Conditioning of samples.....	351
A.7.3 Test procedure.....	351
A.7.4 Compliance criteria	353
A.7.5 Compliance criteria, HF-2.....	353
A.7.6 Compliance criteria, HF-1.....	353
A.7.7 Compliance criteria, HBF.....	353
A.7.8 Permitted retest, HF-1 or HF-2.....	353
A.7.9 Permitted retest, HBF.....	355
A.8 Flammability test for classifying materials HB.....	355
A.8.1 Samples.....	355
A.8.2 Conditioning of samples	355
A.8.3 Mounting of samples	355
A.8.4 Test procedure.....	357
A.8.5 Compliance criteria	357
A.8.6 Permitted retest	359
A.9 Flammability test for classifying materials 5V	359
A.9.1 Samples.....	359
A.9.2 Conditioning of samples	359
A.9.3 Test flame.....	359
A.9.4 Test procedure, test bars	359
A.9.5 Test procedure, test plaques	361
A.9.6 Compliance criteria	363
A.9.7 Permitted retest	363
A.10 Stress relief conditioning (see 4.2.7).....	365
Annex B (normative) Motor tests under abnormal conditions (see 4.7.2.2 and 5.3.2).....	367
B.1 General requirements	367
B.2 Test conditions	367

	Pages
B.3	Températures maximales 368
B.4	Essai de surcharge 370
B.5	Essai de surcharge à rotor calé 370
B.6	Essai de surcharge pour les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires 372
B.7	Essai de surcharge à rotor calé pour les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires 374
B.7.1	Procédure d'essai 374
B.7.2	Procédure d'essai en variante 374
B.7.3	Essai de rigidité diélectrique 374
B.8	Essais des moteurs à condensateurs 374
B.9	Essais des moteurs triphasés 374
B.10	Essais des moteurs série 376
Annexe C (normative)	Transformateurs (voir 1.5.4 et 5.3.3) 378
C.1	Essai de surcharge 378
C.2	Isolation 380
Annexe D (normative)	Instruments de mesure pour les essais de courant de contact (voir 5.1.4) 384
D.1	Instrument de mesure 384
D.2	Instrument de mesure en variante 386
Annexe E (normative)	Échauffement d'un enroulement (voir 1.4.13 et 4.5.1) 388
Annexe F (normative)	Mesure des lignes de fuite et distances dans l'air (voir 2.10) 390
Annexe G (normative)	Autre méthode pour la détermination des distances dans l'air minimales 404
G.1	Résumé de la procédure pour la détermination des distances dans l'air minimales.. 404
G.2	Détermination de la tension de transitoires du réseau 404
G.3	Détermination de la tension de transitoires du réseau de télécommunications 406
G.4	Détermination de la tension de tenue prescrite 408
G.5	Mesure des niveaux des transitoires 410
G.6	Détermination des distances dans l'air minimales 410
Annexe H (normative)	Rayonnements ionisants (voir 4.3.13) 418
Annexe J (normative)	Tableau des potentiels électrochimiques (voir 2.6.5.6) 420
Annexe K (normative)	Dispositifs de commande thermiques (voir 1.5.3 et 5.3.7) 422
K.1	Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure 422
K.2	Fiabilité des thermostats 422
K.3	Essai d'endurance des thermostats 422
K.4	Endurance des limiteurs de température 424
K.5	Fiabilité des coupe-circuit thermiques 424
K.6	Stabilité de fonctionnement 424

	Page
B.3 Maximum temperatures	369
B.4 Running overload test.....	371
B.5 Locked-rotor overload test	371
B.6 Running overload test for d.c. motors in secondary circuits	373
B.7 Locked-rotor overload test for d.c. motors in secondary circuits.....	375
B.7.1 Test procedure	375
B.7.2 Alternative test procedure	375
B.7.3 Electric strength test	375
B.8 Test for motors with capacitors	375
B.9 Test for three-phase motors	375
B.10 Test for series motors.....	377
Annex C (normative) Transformers (see 1.5.4 and 5.3.3)	379
C.1 Overload test.....	379
C.2 Insulation	381
Annex D (normative) Measuring instruments for touch-current tests (see 5.1.4).....	385
D.1 Measuring instrument	385
D.2 Alternative measuring instrument.....	387
Annex E (normative) Temperature rise of a winding (see 1.4.13 and 4.5.1).....	389
Annex F (normative) Measurement of clearances and creepage distances (see 2.10).....	391
Annex G (normative) Alternative method for determining minimum clearances	405
G.1 Summary of the procedure for determining minimum clearances	405
G.2 Determination of mains transient voltage	405
G.3 Determination of telecommunication network transient voltage	407
G.4 Determination of required withstand voltage.....	409
G.5 Measurement of transient levels	411
G.6 Determination of minimum clearances	411
Annex H (normative) Ionizing radiation (see 4.3.13)	419
Annex J (normative) Table of electrochemical potentials (see 2.6.5.6).....	421
Annex K (normative) Thermal controls (see 1.5.3 and 5.3.7)	423
K.1 Making and breaking capacity.....	423
K.2 Thermostat reliability	423
K.3 Thermostat endurance test	423
K.4 Temperature limiter endurance	425
K.5 Thermal cutout reliability.....	425
K.6 Stability of operation	425

	Pages
Annexe L (normative) Conditions de charge normale pour quelques types de matériels de bureau électriques (voir 1.2.2.1 et 4.5.1)	426
L.1 Machines à écrire	426
L.2 Machines à additionner et caisses enregistreuses	426
L.3 Effaceuses	426
L.4 Taille-crayons	426
L.5 Duplicateurs et machines à copier	428
L.6 Classeurs à moteurs	428
L.7 Autres machines de bureau	428
Annexe M (normative) Critères pour les signaux de sonnerie du téléphone (voir 2.3.1) ...	430
M.1 Introduction	430
M.2 Méthode A	430
M.3 Méthode B	436
M.3.1 Signal de sonnerie	436
M.3.1.1 Fréquence	436
M.3.1.2 Tension	436
M.3.1.3 Cadence	436
M.3.1.4 Courant de premier défaut	436
M.3.2 Dispositif de déclenchement et tension de surveillance	436
M.3.2.1 Conditions d'utilisation du dispositif de déclenchement ou de la tension de surveillance	436
M.3.2.2 Dispositif de déclenchement	438
M.3.2.3 Tension de surveillance	438
Annexe N (normative) Générateur d'impulsions d'essai (voir 2.10.3.4, 6.2.2.1 et G.5)	440
Annexe P (normative) Référence normatives	442
Annexe Q (informative) Bibliographie	446
Annexe R (informative) Exemple de prescriptions pour un programme de contrôle de la qualité	448
R.1 Distances minimales de séparation pour les cartes imprimées revêtues non équipées (voir 2.10.6)	448
R.2 Distances dans l'air réduites (voir 2.10.3)	450
Annexe S (informative) Procédure pour les essais en impulsions (voir 6.2.2.3)	454
S.1 Matériel d'essais	454
S.2 Procédure d'essai	454
S.3 Exemples de forme d'onde pendant l'essai en impulsions	454
Annexe T (informative) Guide pour la protection contre la pénétration d'eau (voir 1.1.2) ...	458
Annexe U (normative) Fils de bobinage isolés pour utilisation sans intercouche (voir 2.10.5.4)	462
U.1 Construction des conducteurs	462
U.2 Essais de type	462
U.2.1 Rigidité diélectrique	462
U.2.2 Flexibilité et adhérence	462
U.2.3 Choc thermique	464
U.2.4 Rétention de la rigidité diélectrique après courbure	464

	Page
Annex L (normative) Normal load conditions for some types of electrical business equipment (see 1.2.2.1 and 4.5.1)	427
L.1 Typewriters	427
L.2 Adding machines and cash registers	427
L.3 Erasers	427
L.4 Pencil sharpeners	427
L.5 Duplicators and copy machines	429
L.6 Motor-operated files	429
L.7 Other business equipment	429
Annex M (normative) Criteria for telephone ringing signals (see 2.3.1)	431
M.1 Introduction	431
M.2 Method A	431
M.3 Method B	437
M.3.1 Ringing signal	437
M.3.1.1 Frequency	437
M.3.1.2 Voltage	437
M.3.1.3 Cadence	437
M.3.1.4 Single fault current	437
M.3.2 Tripping device and monitoring voltage	437
M.3.2.1 Conditions for use of a tripping device or a monitoring voltage	437
M.3.2.2 Tripping device	439
M.3.2.3 Monitoring voltage	439
Annex N (normative) Impulse test generators (see 2.10.3.4, 6.2.2.1 and G.5)	441
Annex P (normative) Normative references	443
Annex Q (informative) Bibliography	447
Annex R (informative) Examples of requirements for quality control programmes	449
R.1 Minimum separation distances for unpopulated coated printed boards (see 2.10.6)	449
R.2 Reduced clearances (see 2.10.3)	451
Annex S (informative) Procedure for impulse testing (see 6.2.2.3)	455
S.1 Test equipment	455
S.2 Test procedure	455
S.3 Examples of waveforms during impulse testing	455
Annex T (informative) Guidance on protection against ingress of water (see 1.1.2)	459
Annex U (normative) Insulated winding wires for use without interleaved insulation (see 2.10.5.4)	463
U.1 Wire construction	463
U.2 Type tests	463
U.2.1 Electric strength	463
U.2.2 Flexibility and adherence	463
U.2.3 Heat shock	465
U.2.4 Retention of electric strength after bending	465

	Pages
U.3 Essai pendant la fabrication.....	464
U.3.1 Essai individuel de série.....	466
U.3.2 Essais par prélèvement.....	466
Annexe V (normative) Schémas de distribution de l'alimentation en courant alternatif (voir 1.6.1)	468
V.1 Introduction	468
V.2 Schémas d'alimentation TN	470
V.3 Schéma d'alimentation TT	476
V.4 Schéma d'alimentation IT	478
Annexe W (informative) Sommatation des courants de contact.....	482
W.1 Courants de contact venant des circuits électroniques	482
W.1.1 Circuits flottants.....	482
W.1.2 Circuits mis à la terre	484
W.2 Interconnexion de plusieurs matériels	484
W.2.1 Isolation.....	486
W.2.2 Retour commun isolé de la terre.....	486
W.2.3 Retour commun connecté à la terre de protection.....	486
Annexe X (informative) Echauffement maximal dans les essais de transformateurs (voir C.1).....	488
X.1 Détermination du courant maximal d'entrée	488
X.2 Procédure d'essais de surcharge.....	490
Figure	
2A – Doigt d'épreuve.....	106
2B – Broche d'essai.....	108
2C – Sonde d'essai.....	108
2D – Tension maximale permise après un premier défaut.....	120
2E – Générateur d'essai.....	126
2F – Exemples d'application de l'isolation.....	166
2G – Durée de vieillissement thermique.....	198
2H – Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement	200
4A – Essai de choc utilisant la sphère d'acier	244
4B – Exemples de coupes d'ouvertures empêchant un accès vertical	268
4C – Exemples de volets en grille-écran	268
4D – Ouvertures dans une enveloppe	270
4E – Fond typique d'une enveloppe contre le feu pour les composants ou ensembles partiellement enfermés	272
4F – Construction avec plaque-écran	274
5A – Circuit d'essai pour le courant de contact d'un matériel monophasé sur des schémas d'alimentation TN étoile ou TT	296
5B – Circuit d'essai pour le courant de contact d'un matériel triphasé sur des schémas d'alimentation TN étoile ou TT	298
6A – Essai de la séparation entre le réseau de télécommunications et la terre.....	328
6B – Points d'application des tensions d'essai	330
A.1 – Circuit pour les essais par amorçage d'arc à courant élevé.....	342
A.2 – Montage pour l'essai d'inflammation au fil chaud	344
A.3 – Dispositif pour l'essai d'inflammabilité pour classer les matériaux HB	356

	Page
U.3 Tests during manufacture	465
U.3.1 Routine testing	467
U.3.2 Sampling tests	467
Annex V (normative) AC power distribution systems (see 1.6.1)	469
V.1 Introduction	469
V.2 TN power systems	471
V.3 TT power systems	477
V.4 IT power systems	479
Annex W (informative) Summation of touch currents	483
W.1 Touch current from electronic circuits	483
W.1.1 Floating circuits	483
W.1.2 Earthed circuits	485
W.2 Interconnection of several equipments	485
W.2.1 Isolation	487
W.2.2 Common return, isolated from earth	487
W.2.3 Common return, connected to protective earth	487
Annex X (informative) Maximum heating effect in transformer tests (see C.1)	489
X.1 Determination of maximum input current	489
X.2 Overload test procedure	491
Figures	
2A – Test finger	107
2B – Test pin	109
2C – Test probe	109
2D – Maximum voltages permitted after a single fault	121
2E – Test generator	127
2F – Examples of application of insulation	167
2G – Thermal ageing time	199
2H – Abrasion resistance test for coating layers	201
4A – Impact test using a steel ball	245
4B – Examples of cross-sections of designs of openings preventing vertical access ...	269
4C – Examples of louvre design	269
4D – Enclosure openings	271
4E – Typical bottom of a fire enclosure for partially enclosed component or assembly.	273
4F – Baffle plate construction	275
5A – Test circuit for touch current of single-phase equipment on a star TN or TT power supply system	297
5B – Test circuit for touch current of three-phase equipment on a star TN or TT power supply system	299
6A – Test for separation between a telecommunication network and earth	329
6B – Application points of test voltage	331
A.1 – Circuit for high current arcing test	343
A.2 – Test fixture for hot wire ignition test	345
A.3 – Test arrangement for flammability test for classifying materials HB	357

	Pages
A.4 – Essai d'inflammation verticale pour classer les matériaux 5V.....	362
B.1 – Détermination de la moyenne arithmétique des températures	368
C.1 – Détermination de la moyenne arithmétique des températures	380
D.1 – Instrument de mesure	384
D.2 – Instrument de mesure en variante	386
F.1 – Encoche étroite.....	390
F.2 – Encoche large.....	392
F.3 – Encoche en forme de V.....	392
F.4 – Nervure	392
F.5 – Parties non collées avec encoche étroite.....	394
F.6 – Parties non collées avec encoche large.....	394
F.7 – Parties non collées avec encoches large et étroite	394
F.8 – Faible retrait	396
F.9 – Large retrait.....	396
F.10 – Revêtement autour des bornes.....	398
F.11 – Revêtement sur des circuits imprimés	398
F.12 – Exemple de mesures dans une enveloppe de matériau isolant.....	400
F.13 – Partie conductrice non connectée intercalée.....	402
M.1 – Définition d'une période de sonnerie et du cycle de sonnerie	432
M.2 – Courbe limite ITS1 pour les signaux cadencés de sonnerie	434
M.3 – Courant crête et courant crête à crête	434
M.4 – Critères de déclenchement de la tension de sonnerie.....	438
N.1 – Circuit générateur d'impulsions	440
S.1 – Forme d'onde pour une isolation sans parasurtension et sans rupture d'isolation	454
S.2 – Forme d'onde pour une isolation pendant une rupture d'isolation sans parasurtension.....	456
S.3 – Forme d'onde pour une isolation avec parasurtensions en fonctionnement	456
S.4 – Forme d'onde pour un parasurtension et une isolation court-circuités	456
V.1 – Exemples de schémas d'alimentation TN-S.....	472
V.2 – Exemple de schéma d'alimentation TN-C-S.....	474
V.3 – Exemple de schéma d'alimentation TN-C	474
V.4 – Exemple de schéma d'alimentation TN-C, monophasé, trois conducteurs	476
V.5 – Exemple de schéma d'alimentation TT, triphasé avec neutre	476
V.6 – Exemple de schéma d'alimentation TT triphasé sans neutre	478
V.7 – Exemple de schéma d'alimentation IT triphasé (et neutre).....	478
V.8 – Exemple de schéma d'alimentation IT triphasé	480
W.1 – Courant de contact venant d'un circuit flottant	482
W.2 – Courant de contact venant d'un circuit mis à la terre.....	484
W.3 – Sommation des courants de contact dans un PABX.....	484
 Tableaux	
1A – Plages de tensions des circuits TBTS et TRT	60
2A – Distance à travers l'isolation du câblage interne.....	110
2B – Limites pour les sources de puissance limitées par construction	130
2C – Limites pour les sources qui ne sont pas limitées par construction (dispositifs de protection contre les surintensités prescrits).....	130
2D – Taille minimale des conducteurs de liaison de protection	138

	Page
A.4 – Vertical burning test for classifying materials 5V	363
B.1 – Determination of arithmetic average temperature	369
C.1 – Determination of arithmetic average temperature	381
D.1 – Measuring instrument.....	385
D.2 – Alternative measuring instrument	387
F.1 – Narrow groove	391
F.2 – Wide groove	393
F.3 – V-shaped groove.....	393
F.4 – Rib	393
F.5 – Uncemented joint with narrow groove	395
F.6 – Uncemented joint with wide groove	395
F.7 – Uncemented joint with narrow and wide grooves.....	395
F.8 – Narrow recess	397
F.9 – Wide recess.....	397
F.10 – Coating around terminals	399
F.11 – Coating over printed wiring.....	399
F.12 – Example of measurements in an enclosure of insulating material.....	401
F.13 – Intervening, unconnected conductive part.....	403
M.1 – Definition of ringing period and cadence cycle	433
M.2 – I_{TS1} limit curve for cadenced ringing signal.....	435
M.3 – Peak and peak-to-peak currents.....	435
M.4 – Ringing voltage trip criteria.....	439
N.1 – Impulse generating circuit	441
S.1 – Waveform on insulation without surge suppressors and no breakdown	455
S.2 – Waveforms on insulation during breakdown without surge suppressors	457
S.3 – Waveforms on insulation with surge suppressors in operation	457
S.4 – Waveform on short-circuited surge suppressor and insulation	457
V.1 – Examples of TN-S power systems	473
V.2 – Example of TN-C-S power system	475
V.3 – Example of TN-C power system	475
V.4 – Example of single phase, 3-wire TN-C power system.....	477
V.5 – Example of three line and neutral TT power system.....	477
V.6 – Example of three line TT power system	479
V.7 – Example of three line (and neutral) IT power system	479
V.8 – Example of three line IT power system	481
W.1 – Touch current from a floating circuit	483
W.2 – Touch current from an earthed circuit.....	485
W.3 – Summation of touch currents in a PABX.....	485
 Tables	
1A – Voltage ranges of SELV and TNV circuits	61
2A – Distance through insulation of internal wiring	111
2B – Limits for inherently limited power sources.....	131
2C – Limits for power sources not inherently limited (overcurrent protective device required).....	131
2D – Minimum size of protective bonding conductors	139

	Pages
2E – Exemples informatifs de dispositifs de protection dans les matériels et sous-ensembles monophasés	150
2F – Exemples informatifs de dispositifs de protection dans les matériels triphasés	152
2G – Exemples d'application de l'isolation	162
2H – Distances dans l'air minimales pour l'isolation dans les circuits primaires et entre circuits primaires et secondaires.....	176
2J – Distances dans l'air supplémentaires pour l'isolation dans les circuits primaires à tension de service crête supérieure à la valeur crête de la tension de l'alimentation du réseau en courant alternatif	178
2K – Distances dans l'air minimales dans les circuits secondaires	182
2L – Lignes de fuite minimales	188
2M – Isolation dans les cartes imprimées	192
2N – Distances minimales de séparation pour les cartes imprimées revêtues	196
3A – Dimensions des câbles et conduits pour les matériels de courant nominal ne dépassant pas 16 A	216
3B – Dimensions des conducteurs	218
3C – Essais physiques sur les câbles d'alimentation	222
3D – Plage des dimensions des conducteurs à introduire dans les bornes.....	226
3E – Dimensions des bornes pour les conducteurs de l'alimentation en courant alternatif et pour les conducteurs de mise à la terre de protection.....	228
4A – Limites d'échauffement – Première partie	264
Limites d'échauffement – Deuxième partie.....	264
4B – Dimensions et espacements des trous dans les fonds métalliques des enveloppes contre le feu	274
4C – Résumé des prescriptions d'inflammabilité des matériaux.....	292
5A – Courant maximal	302
5B – Tension d'essai pour les essais de rigidité diélectrique – Première partie	312
Deuxième partie	314
A.1 – Classification des matériaux	350
B.1 – Limites des températures permises pour les enroulements de moteurs (à l'exception de l'essai de surcharge)	368
B.2 – Limites des températures permises pour les essais en surcharge	370
C.1 – Limites des températures permises pour les enroulements de transformateurs	380
F.1 – Valeur de X	390
G.1 – Tensions transitoires du réseau	406
G.2 – Distances dans l'air minimales jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer	414
J.1 – Potentiels électrochimiques	420
N.1 – Valeurs des composants pour les circuits générateurs d'impulsions	440
R.1 – Règles pour l'échantillonnage et l'examen – cartes imprimées revêtues	450
R.2 – Règles pour l'échantillonnage et l'examen – distances dans l'air réduites	452
T.1 – Extraits de la CEI 60529:1989	460
U.1 – Diamètre du mandrin	462
U.2 – Température du four	464
X.1 – Etapes d'essais	490

	Page
2E – Informative examples of protective devices in single-phase equipment or subassemblies	151
2F – Informative examples of protective devices in three-phase equipment.....	153
2G – Examples of application of insulation	163
2H – Minimum clearances for insulation in primary circuits and between primary and secondary circuits.....	177
2J – Additional clearances for insulation in primary circuits with peak working voltages exceeding the peak value of the nominal a.c. mains supply voltage.....	179
2K – Minimum clearances in secondary circuits	183
2L – Minimum creepage distances	189
2M – Insulation in printed boards	193
2N – Minimum separation distances for coated printed boards	197
3A – Sizes of cables and conduits for equipment having a rated current not exceeding 16A.....	217
3B – Sizes of conductors	219
3C – Physical tests on power supply cords.....	223
3D – Range of conductor sizes to be accepted by terminals	227
3E – Sizes of terminals for a.c. mains supply conductors and protective earthing conductors.....	229
4A – Temperature rise limits – Part 1.....	265
Temperature rise limits – Part 2.....	265
4B – Size and spacing of openings in metal bottoms of fire enclosures	275
4C – Summary of material flammability requirements.....	293
5A – Maximum current	303
5B – Test voltages for electric strength tests – Part 1	313
– Test voltages for electric strength tests – Part 2	315
A.1 Materials classification	351
B.1 – Permitted temperature limits for motor windings (except for running overload test)	369
B.2 – Permitted temperature limits for running overload tests.....	371
C.1 – Permitted temperature limits for transformer windings.....	381
F.1 – Value of λ	391
G.1 – Mains transient voltages	407
G.2 – Minimum clearances up to 2 000 m above sea level.....	415
J.1 – Electrochemical potentiels.....	421
N.1 – Component values for impulse generating circuits	441
R.1 – Rules for sampling and inspection – coated printed boards	451
R.2 – Rules for sampling and inspection – reduced clearances	453
T.1 – Extract from IEC 60529	461
U.1 – Mandrel diameter	463
U.2 – Oven temperature	465
X.1 – Test steps	491

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES MATÉRIELS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION –

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60950 a été établie par le comité d'études 74 de la CEI: Sécurité et rendement énergétique des matériels informatiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition, parue en 1991, ainsi que les amendements 1 (1992), 2 (1993), 3 (1995), et 4 (1996).

Le contenu du corrigendum de janvier 2000 a été pris en considération dans cet exemplaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
74/498/FDIS	74/504/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les annexes A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, U et V font partie intégrante de la présente norme.

Les annexes Q, R, S, T, W et X sont données uniquement à titre d'information.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- Prescriptions proprement dites et les annexes normatives: caractères romains.
- *Vérification et modalités d'essais: caractères italiques.*
- Notes et commentaires: petits caractères romains.
- Conditions normatives applicables aux tableaux: Petits caractères romains.
- Termes qui sont définis au 1.2: PETITES CAPITALES ROMAINES.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT –

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60950 has been prepared by IEC Technical committee 74: Safety and energy efficiency of IT equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition, issued in 1991, and its amendments 1 (1992), 2 (1993), 3 (1995) and 4 (1996) and constitutes a technical revision.

The contents of the corrigendum of January 2000 have been included in this copy.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
74/498/FDIS	74/504/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annexes A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, U and V form an integral part of this standard.

Annexes Q, R, S, T, W and X are for information only.

In this standard, the following print types are used:

- Requirements proper and normative annexes: in roman type.
- *Compliance statements and test specifications: in italic type.*
- Notes and other informative matter: in smaller roman type.
- Normative conditions within tables: in smaller roman type.
- Terms that are defined in 1.2: SMALL CAPITALS.

INTRODUCTION

0 Principes de sécurité

Les principes suivants ont été adoptés par le comité d'études 74 dans la mise au point de la présente norme.

Ces principes ne prennent pas en compte les performances ou les caractéristiques fonctionnelles des matériels.

Les mots imprimés en PETITES CAPITALES ROMAINES sont des termes définis en 1.2 de la présente norme.

0.1 Principes généraux de sécurité

Il est essentiel que les concepteurs comprennent les principes directeurs des prescriptions de sécurité, de façon à pouvoir réaliser un matériel sûr.

Ce qui suit ne constitue pas une variante aux prescriptions détaillées de la présente norme, mais a pour but de fournir aux concepteurs une appréciation des principes sur lesquels ces prescriptions sont fondées. Quand les matériels impliquent des technologies et des matériaux ou des méthodes de construction qui ne sont pas explicitement prises en compte, il convient que la conception de ces matériels apporte un niveau de sécurité jamais inférieur à ceux décrits dans les présents principes de sécurité.

Les concepteurs doivent prévoir non seulement les conditions d'emploi normales du matériel mais aussi les conditions probables de défaut, les défauts qui en sont la conséquence, un mauvais emploi prévisible et les influences externes comme la température, l'altitude, la pollution, l'humidité et les surtensions sur le secteur et sur les lignes de télécommunications.

Il convient de respecter les priorités suivantes pour déterminer les méthodes de conception à adopter:

- quand cela est possible, spécifier les critères de conception qui élimineront, réduiront les dangers ou protégeront contre ceux-ci;
- quand la mesure ci-dessus n'est pas applicable parce que le fonctionnement du matériel en serait restreint, spécifier l'emploi de moyens de protection indépendants du matériel, comme un matériel personnel de protection (qui n'est pas spécifié dans cette norme);
- quand aucune des mesures ci-dessus n'est praticable, ou bien en supplément de ces mesures, spécifier l'application d'étiquettes de marquages et d'instructions concernant les risques résiduels.

Deux types de personnes sont concernés par les matériels de traitement de l'information, les UTILISATEURS (OPÉRATEURS) et le PERSONNEL D'ENTRETIEN.

UTILISATEUR est le terme appliqué à toute personne autre que le PERSONNEL D'ENTRETIEN. Les prescriptions pour sa protection supposent que les UTILISATEURS ne pensent pas aux dangers électriques, mais n'agissent pas non plus intentionnellement dans le but de créer un danger. En conséquence, les prescriptions assurent la protection des agents chargés du nettoyage et des visiteurs occasionnels aussi bien que des UTILISATEURS proprement dits. En général il convient que les UTILISATEURS n'aient pas accès aux parties dangereuses, et pour ce faire il convient que de telles parties soient situées seulement dans les ZONES D'ACCÈS POUR L'ENTRETIEN ou dans des matériels situés dans des LOCAUX À ACCÈS RESTREINT.

INTRODUCTION

0 Principles of safety

The following principles have been adopted by technical committee 74 in the development of this standard.

These principles do not cover performance or functional characteristics of equipment.

Words printed in SMALL CAPITALS are terms that are defined in 1.2 of this standard.

0.1 General principles of safety

It is essential that designers understand the underlying principles of safety requirements in order that they can engineer safe equipment.

These principles are not an alternative to the detailed requirements of this standard, but are intended to provide designers with an appreciation of the basis of these requirements. Where the equipment involves technologies and materials or methods of construction not specifically covered, the design of the equipment should provide a level of safety not less than those described in these principles of safety.

Designers shall take into account not only normal operating conditions of the equipment but also likely fault conditions, consequential faults, foreseeable misuse and external influences such as temperature, altitude, pollution, moisture, overvoltages on the mains and overvoltages on the telecommunication lines.

The following priorities should be observed in determining what design measures to adopt:

- where possible, specify design criteria that will eliminate, reduce or guard against hazards;
- where the above is not practicable because the functioning of the equipment would be impaired, specify the use of protective means independent of the equipment, such as personal protective equipment (which is not specified in this standard);
- where neither of the above measures is practicable, or in addition to those measures, specify the provision of markings and instructions regarding the residual risks.

There are two types of persons whose safety needs to be considered, **USERS** (or **OPERATORS**) and **SERVICE PERSONNEL**.

USER is the term applied to all persons other than **SERVICE PERSONNEL**. Requirements for protection should assume that **USERS** are not trained to identify hazards, but will not intentionally create a hazardous situation. Consequently, the requirements will provide protection for cleaners and casual visitors as well as the assigned **USERS**. In general, **USERS** should not have access to hazardous parts, and to this end, such parts should only be in **SERVICE ACCESS AREAS** or in equipment located in **RESTRICTED ACCESS LOCATIONS**.

Lorsque les UTILISATEURS sont admis dans les ZONES À ACCÈS RESTREINT, ils doivent être informés de manière adéquate.

Les membres du PERSONNEL D'ENTRETIEN sont sensés utiliser leur formation et leurs habiletés pour éviter les blessures possibles à eux-mêmes et à des tiers suite à des dangers évidents qui existent dans les ZONES D'ACCÈS POUR L'ENTRETIEN ou dans des matériels situés dans des EMPLACEMENTS À ACCÈS RESTREINT. Toutefois il convient que le PERSONNEL D'ENTRETIEN soit protégé contre des dangers inattendus. Ceci peut se faire, par exemple, en plaçant les parties qui nécessitent d'être accessibles pour la maintenance hors de la présence de dangers électriques et mécaniques, en fournissant des écrans pour éviter les contacts accidentels avec les parties dangereuses, et en fournissant des étiquettes ou des instructions pour avertir le personnel au sujet des risques résiduels.

Les informations sur les dangers potentiels peuvent être marquées sur le matériel ou fournies avec le matériel, en fonction de la probabilité d'accident et de sa sévérité, ou tenues à la disposition du PERSONNEL D'ENTRETIEN. En général, les UTILISATEURS ne doivent pas être exposés à des dangers susceptibles de causer des blessures, et les informations fournies aux UTILISATEURS devront avoir pour but principal d'éviter les mauvais emplois et les situations susceptibles de créer des dangers, comme un branchement à la mauvaise source de puissance et un remplacement de fusibles par des types incorrects.

Le MATÉRIEL MOBILE est considéré comme présentant un risque de choc légèrement plus élevé en raison d'une contrainte supplémentaire possible sur le câble d'alimentation, pouvant conduire à la rupture du conducteur de terre. Avec le MATÉRIEL PORTATIF, ce risque est augmenté, une usure du câble est plus probable et des dangers ultérieurs peuvent survenir en cas de chute du matériel. Le MATÉRIEL TRANSPORTABLE introduit un risque supplémentaire parce qu'il peut être employé et transporté dans n'importe quelle orientation; si un objet métallique rentre par une ouverture dans l'ENVELOPPE, il peut se déplacer à l'intérieur du matériel, risquant de provoquer un danger.

0.2 Dangers

L'application de la présente norme a pour but de prévenir les accidents ou dommages dus aux dangers suivants:

- choc électrique;
- dangers liés à l'énergie;
- incendie;
- dangers thermiques;
- dangers mécaniques;
- dangers de radiation;
- dangers chimiques.

0.2.1 Choc électrique

Un choc électrique est dû au passage d'un courant à travers le corps humain. Les effets physiologiques qui en résultent dépendent de la valeur et de la durée du courant et du chemin emprunté à travers le corps humain. La valeur du courant est fonction de la tension appliquée, de l'impédance de la source et de l'impédance du corps humain. L'impédance du corps humain dépend de la surface de contact, de la présence d'humidité sur la surface de contact et des tension et fréquence appliquées. Des courants de l'ordre du demi-milliampère peuvent provoquer indirectement une réaction chez des sujets en bonne santé et peuvent provoquer un danger du fait d'une réaction involontaire. Des courants plus importants peuvent avoir des effets plus directs tels qu'une brûlure ou une fibrillation ventriculaire.

When USERS are admitted to RESTRICTED ACCESS LOCATIONS they shall be suitably instructed.

SERVICE PERSONNEL are expected to use their training and skill to avoid possible injury to themselves and others due to obvious hazards which exist in SERVICE ACCESS AREAS of the equipment or on equipment located in RESTRICTED ACCESS LOCATIONS. However, SERVICE PERSONNEL should be protected against unexpected hazards. This can be done by, for example, locating parts that need to be accessible for servicing away from electrical and mechanical hazards, providing shields to avoid accidental contact with hazardous parts, and providing labels or instructions to warn personnel about any residual risk.

Information about potential hazards can be marked on the equipment or provided with the equipment, depending on the likelihood and severity of injury, or made available for SERVICE PERSONNEL. In general, USERS shall not be exposed to hazards likely to cause injury, and information provided for USERS should primarily aim at avoiding misuse and situations likely to create hazards, such as connection to the wrong power source and replacement of fuses by incorrect types.

MOVABLE EQUIPMENT is considered to present a slightly increased risk of shock, due to possible extra strain on the supply cord leading to rupture of the earthing conductor. With HAND-HELD EQUIPMENT, this risk is increased; wear on the cord is more likely, and further hazards could arise if the units were dropped. TRANSPORTABLE EQUIPMENT introduces a further factor because it can be used and carried in any orientation; if a small metallic object enters an opening in the ENCLOSURE it can move around inside the equipment, possibly creating a hazard.

0.2 Hazards

Application of a safety standard is intended to reduce the likelihood of injury or damage due to the following:

- electric shock;
- energy related hazards;
- fire;
- heat related hazards;
- mechanical hazards;
- radiation;
- chemical hazards.

0.2.1 Electric shock

Electric shock is due to current passing through the human body. The resulting physiological effects depend on the value and duration of the current and the path it takes through the body. The value of the current depends on the applied voltage, the impedance of the source and the impedance of the body. The body impedance depends in turn on the area of contact, moisture in the area of contact and the applied voltage and frequency. Currents of approximately half a milliampere can cause a reaction in persons in good health and may cause injury indirectly due to involuntary reaction. Higher currents can have more direct effects, such as burn or ventricular fibrillation.

Les tensions permanentes jusqu'à 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue, ne sont pas en général considérées comme dangereuses en condition sèche si elles sont touchées sur une surface équivalente à celle d'une main, mais il convient que les parties qui doivent être touchées ou manipulées soient au potentiel de terre ou convenablement isolées.

Certains matériels seront reliés à des réseaux de téléphone et à d'autres réseaux extérieurs. Quelques RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS fonctionnent avec des signaux comme la voix et la sonnerie superposées à une tension continue permanente. Le total peut dépasser les valeurs données pour des tensions permanentes. C'est une pratique courante pour le PERSONNEL D'ENTRETIEN que de manipuler des parties de tels circuits à mains nues. Ceci n'a pas donné lieu à des blessures sérieuses grâce à l'usage de signaux de sonnerie cadencés et parce que la zone de contact avec les conducteurs nus normalement manipulés par le PERSONNEL D'ENTRETIEN est limitée. Cependant, la surface de contact d'une partie accessible à L'UTILISATEUR, et la probabilité que la partie soit touchée, doivent être en plus limitées, par exemple, par la forme ou la localisation de cette partie.

Il est normal de fournir deux niveaux de protection pour les UTILISATEURS afin de prévenir un choc électrique. En conséquence, le fonctionnement du matériel dans les conditions normales et après un premier défaut, y compris tout défaut qui en résulte ne doit pas créer un danger de choc électrique. Toutefois, des mesures de protection supplémentaires, telles qu'une protection par mise à la terre ou une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE, ne sont pas considérées comme remplaçant une ISOLATION PRINCIPALE correctement conçue, ou l'en dispensant.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950-1:1999

Without watermark

Steady state voltages up to 42,4 V peak, or 60 V d.c., are not generally regarded as hazardous under dry conditions for an area of contact equivalent to a human hand. Bare parts which have to be touched or handled should be at earth potential or properly insulated.

Some equipment will be connected to telephone and other external networks. Some TELECOMMUNICATION NETWORKS operate with signals such as voice and ringing superimposed on a steady DC VOLTAGE; the total may exceed the values given above for steady-state voltages. It is common practice for the SERVICE PERSONNEL of telephone companies to handle parts of such circuits bare-handed. This has not caused serious injury, because of the use of cadenced ringing and because there are limited areas of contact with bare conductors normally handled by SERVICE PERSONNEL. However, the area of contact of a part accessible to the USER, and the likelihood of the part being touched, should be further limited (e.g. by the shape and location of the part).

It is normal to provide two levels of protection for USERS to prevent electric shock. Therefore, the operation of equipment under normal conditions and after a single fault, including any consequential faults, should not create a shock hazard. However, provision of additional protective measures, such as protective earthing or SUPPLEMENTARY INSULATION, is not considered a substitute for, or a relief from, properly designed BASIC INSULATION.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC60950-1:1999

Withdram

Les dangers peuvent avoir pour résultat des:

Contacts avec des parties nues normalement sous TENSION DANGEREUSE.

Défaillances de l'isolation entre des parties normalement sous TENSION DANGEREUSE et des parties conductrices accessibles.

Contacts avec des circuits reliés aux RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS qui dépassent 42,4 V valeur de crête ou 60 V tension continue.

Défaillances de l'isolation accessible à l'UTILISATEUR.

COURANTS DE CONTACT (courant de fuite) entre des parties sous TENSION DANGEREUSE et les parties accessibles ou défaut d'une connexion de terre de protection. Le COURANT DE CONTACT peut comprendre le courant dû aux filtres d'antiparasitage connectés entre CIRCUITS PRIMAIRES et parties accessibles.

0.2.2 Dangers liés à l'énergie

Ces dangers peuvent résulter d'un court-circuit entre des pôles adjacents de sources d'énergie à courant élevé ou de circuits à haute capacité et peuvent causer:

- des brûlures;
- des formations d'arcs;
- des émissions de métal fondu.

Même les circuits dont les tensions sont sûres peuvent être dangereux à ce point de vue.

Exemples de mesures à prendre pour réduire les dangers:

Empêcher l'accès de l'UTILISATEUR aux parties portées à une TENSION DANGEREUSE par des couvercles fixés ou fermés, des VERROUILLAGES DE SÉCURITÉ, etc. Décharger les condensateurs sous TENSION DANGEREUSE.

Fournir une ISOLATION PRINCIPALE et relier à la terre les parties conductrices accessibles et les circuits de façon que l'exposition à la tension pouvant apparaître reste limitée par la protection de surintensité qui déconnecte dans un temps spécifié les parties présentant des défauts à basse impédance; ou alors fournir entre les parties un écran métallique relié à la terre de protection, ou encore fournir une ISOLATION DOUBLE OU RENFORCÉE entre ces parties, de façon qu'une défaillance vers la partie accessible ne soit pas susceptible de se produire.

Limiter l'accessibilité et la zone de contact de tels circuits et les séparer des parties non reliées à la terre auxquelles l'accès n'est pas limité.

Il convient que l'isolation qui est accessible à l'OPÉRATEUR présente des résistances mécanique et électrique suffisantes pour réduire le risque de contact avec des TENSIONS DANGEREUSES.

Limiter le COURANT DE CONTACT à une valeur spécifiée, ou prévoir une connexion de terre de protection fiable.

Hazards may result from:

Contact with bare parts normally at HAZARDOUS VOLTAGES.

Breakdown of insulation between parts normally at HAZARDOUS VOLTAGES and accessible conductive parts.

Contact with circuits connected to TELE-COMMUNICATION NETWORKS which exceed 42,4 V peak or 60 V d.c.

Breakdown of USER-accessible insulation.

TOUCH CURRENT (leakage current) flowing from parts at HAZARDOUS VOLTAGES to accessible parts, or failure of a protective earthing connection. TOUCH CURRENT may include current due to EMC filter components connected between PRIMARY CIRCUITS and accessible parts.

0.2.2 Energy related hazards

Hazards may result from a short circuit between adjacent poles of high current supplies or high capacitance circuits, causing:

- burns;
- arcing;
- ejection of molten metal.

Even circuits whose voltages are safe to touch may be hazardous in this respect.

Examples of measures to reduce hazards:

Prevent USER access to parts at HAZARDOUS VOLTAGES by fixed or locked covers, SAFETY INTERLOCKS, etc. Discharge accessible capacitors that are at HAZARDOUS VOLTAGES.

Provide BASIC INSULATION and connect the accessible conductive parts and circuits to earth so that exposure to the voltage which can develop is limited because overcurrent protection will disconnect the parts having low impedance faults within a specified time; or provide a metal screen connected to protective earth between the parts, or provide DOUBLE OR REINFORCED INSULATION between the parts, so that breakdown to the accessible part is not likely to occur.

Limit the accessibility and area of contact of such circuits, and separate them from unearthed parts to which access is not limited.

Insulation which is accessible to the USER should have adequate mechanical and electrical strength to reduce the likelihood of contact with HAZARDOUS VOLTAGES.

Limit TOUCH CURRENT to a specified value, or provide a high integrity protective earthing connection.

Les exemples de mesures pour réduire de tels dangers comprennent:

- la séparation;
- la mise en place d'écrans;
- la mise en place de VERROUILLAGES DE SÉCURITÉ.

0.2.3 Incendie

Ces dangers peuvent résulter de températures excessives soit dans les conditions de fonctionnement normal, soit à cause de surcharges, d'une défaillance d'un composant, d'une rupture de l'isolation ou de connexions desserrées. Un incendie prenant naissance dans un matériel ne doit pas s'étendre au-delà du voisinage immédiat de la source d'incendie ni provoquer des dommages à l'entourage de l'ensemble.

Les exemples de mesures pour réduire de tels dangers comprennent:

- la fourniture d'une protection contre les surintensités;
- l'utilisation de matériaux ayant des caractéristiques d'inflammation appropriées;
- le choix des parties, composants et matériaux inflammables pour éviter une température élevée susceptible de provoquer l'inflammation;
- la limitation de la quantité de matériaux combustibles utilisés;
- la mise en place d'écrans ou la séparation des matériaux combustibles des sources possibles d'inflammation;
- l'utilisation d'ENVELOPPES ou de barrières pour limiter la propagation du feu à l'intérieur du matériel;
- l'utilisation de matériaux appropriés pour les ENVELOPPES de façon à réduire le risque d'extension du feu à l'extérieur du matériel.

0.2.4 Dangers thermiques

Ces dangers peuvent résulter de hautes températures dans les conditions de fonctionnement normale, causant:

- des brûlures dues au contact avec des parties chaudes accessibles;
- une dégradation de l'isolation et de composants critiques pour la sécurité;
- une inflammation de liquides inflammables.

Les exemples de mesures pour réduire de tels dangers comprennent:

- la prise de mesures pour éviter des hautes températures sur les parties accessibles;
- le fait d'éviter des températures supérieures au point d'inflammation des liquides;
- la fourniture de marquages pour avertir les UTILISATEURS aux endroits où l'accès aux parties à haute température est inévitable.

0.2.5 Dangers mécaniques

Les dangers peuvent provenir de:

- arêtes et coins tranchants;
- parties mobiles qui peuvent causer des blessures;
- instabilité du matériel;
- projection de particules lors d'implosions de tubes cathodiques ou d'explosions de lampes à haute pression.

Examples of measures to reduce such hazards include:

- separation;
- shielding;
- provision of SAFETY INTERLOCKS.

0.2.3 Fire

Hazards may result from excessive temperatures either under normal operating conditions or due to overload, component failure, insulation breakdown or loose connections. Fires originating within the equipment should not spread beyond the immediate vicinity of the source of the fire, nor cause damage to the surroundings of the equipment.

Examples of measures to reduce such hazards include:

- providing overcurrent protection;
- using constructional materials having appropriate flammability properties for their purpose;
- selection of parts, components and consumable materials to avoid high temperature which might cause ignition;
- limiting the quantity of combustible materials used;
- shielding or separating combustible materials from likely ignition sources;
- using ENCLOSURES or barriers to limit the spread of fire within the equipment;
- using suitable materials for ENCLOSURES so as to reduce the likelihood of fire spreading from the equipment.

0.2.4 Heat related hazards

Hazards may result from high temperatures under normal operating conditions, causing:

- burns due to contact with hot accessible parts;
- degradation of insulation and of safety-critical components;
- ignition of flammable liquids.

Examples of measures to reduce such hazards include:

- taking steps to avoid high temperature of accessible parts;
- avoiding temperatures above the ignition point of liquids;
- provision of markings to warn USERS where access to hot parts is unavoidable.

0.2.5 Mechanical hazards

Hazards may result from:

- sharp edges and corners;
- moving parts which have the potential to cause injury;
- equipment instability;
- flying particles from imploding cathode ray tubes and exploding high pressure lamps.

Les exemples de mesures pour réduire de tels dangers comprennent:

- l'arrondissement des arêtes et des coins tranchants;
- l'installation de protections;
- l'installation de VERROUILLAGE DE SÉCURITÉ;
- des mesures assurant une stabilité suffisante aux matériels auto-stables;
- la sélection des tubes cathodiques et des lampes à haute pression résistant respectivement aux implosions et aux explosions;
- la fourniture de marquages pour avertir les UTILISATEURS aux endroits où l'accès est inévitable.

0.2.6 Dangers de rayonnements

Les dangers pour les UTILISATEURS et le PERSONNEL D'ENTRETIEN peuvent résulter de différentes formes de rayonnements émis par le matériel. Il peut s'agir de fréquences acoustiques, de fréquences radioélectriques, d'infrarouges, d'ultraviolets, de rayonnements ionisants et de lumières de haute intensité visibles et cohérentes (lasers).

Les exemples de mesures pour limiter de tels dangers comprennent:

- la limitation du niveau énergétique des sources potentielles de radiations;
- l'écrantage des sources de rayonnements;
- l'installation de VERROUILLAGES DE SÉCURITÉ;
- la fourniture de marquages pour avertir les UTILISATEURS aux endroits où l'exposition au danger de rayonnement est inévitable.

0.2.7 Dangers chimiques

Les dangers peuvent résulter du contact avec des substances chimiques dangereuses, ou de l'inhalation de leurs vapeurs et de leurs fumées.

Pour limiter de tels dangers, on peut par exemple:

- éviter l'utilisation de matières de construction ou de consommables, susceptibles de causer des dommages par contact ou inhalation dans les conditions normales et prévisibles d'utilisation;
- éviter des conditions susceptibles de causer des fuites ou des vaporisations;
- fournir des marquages pour avertir les UTILISATEURS des dangers.

0.3 Matériaux

Il y a lieu de choisir et de disposer les matériaux et les composants utilisés dans la construction des matériels de façon qu'on puisse espérer qu'ils assureront leur fonction de manière sûre pour la durée de vie prévisible du matériel, sans création de danger, et qu'ils ne contribueront pas de façon significative à la propagation d'un danger d'incendie sérieux. Il convient de choisir les composants de telle façon à ce qu'ils restent dans la plage de fonctionnement spécifiée par leur fabricant en conditions normales, et qu'ils ne créent pas de danger dans les conditions de défaut.

Examples of measures to reduce such hazards include:

- rounding of sharp edges and corners;
- guarding;
- provision of SAFETY INTERLOCKS;
- providing sufficient stability to free-standing equipment;
- selecting cathode ray tubes and high pressure lamps that are resistant to implosion and explosion respectively;
- provision of markings to warn USERS where access is unavoidable.

0.2.6 Radiation

Hazards to USERS and to SERVICE PERSONNEL may result from some forms of radiation emitted by equipment. Examples are sonic (acoustic), radio frequency, infra-red, ultraviolet and ionizing radiation, and high intensity visible and coherent light (lasers).

Examples of measures to reduce such hazards include:

- limiting the energy level of potential radiation sources;
- screening radiation sources;
- provision of SAFETY INTERLOCKS;
- provision of markings to warn USERS where exposure to the radiation hazard is unavoidable.

0.2.7 Chemical hazards

Hazards may result from contact with some chemicals or from inhalation of their vapours and fumes.

Examples of measures to reduce such hazards include:

- avoiding the use of constructional and consumable materials likely to cause injury by contact or inhalation during intended and normal conditions of use;
- avoiding conditions likely to cause leakage or vaporization;
- provision of markings to warn USERS about the hazards.

0.3 Materials and components

Materials and components used in the construction of equipment should be so selected and arranged that they can be expected to perform in a reliable manner for the anticipated life of the equipment without creating a hazard, and would not contribute significantly to the development of a serious fire hazard. Components should be selected so that they remain within their manufacturers' ratings under normal operating conditions, and do not create a hazard under fault conditions.

SÉCURITÉ DES MATÉRIELS DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION –

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

1.1.1 Matériels couverts par la présente norme

La présente norme est applicable aux matériels de traitement de l'information alimentés par le réseau ou alimentés par batteries, y compris les matériels de bureau électriques et les matériels associés, de TENSION NOMINALE maximale égale à 600 V.

La présente norme est aussi applicable à de tels matériels de traitement de l'information étudiés et prévus pour être connectés directement à un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, quelle que soit la source d'alimentation.

Elle est aussi applicable à de tels matériels de traitement de l'information destinés à utiliser L'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF comme moyen de transmission de télécommunications (voir la note 4 de l'article 6).

La présente norme spécifie les prescriptions prévues pour réduire les risques de feu, de chocs électriques ou de blessures pour l'OPÉRATEUR et le personnel non spécialisé qui peut entrer en contact avec le matériel et, lorsque c'est indiqué spécifiquement, pour le PERSONNEL D'ENTRETIEN.

Le but de la présente norme est de réduire de tels risques concernant le matériel installé, qu'il consiste en un système d'unités interconnectées ou d'unités indépendantes, sous réserve que le matériel soit installé, utilisé et entretenu de la manière prescrite par le constructeur.

Comme exemples de matériels faisant partie du domaine d'application de la présente norme, on peut citer les:

agrafeuses	matériel micrographique
appareils à dicter	matériel terminal de données
caisses enregistreuses	matériels de photo impression
calculatrices	matériels de préparation des données
classeurs à moteur	matériels de traitement de données
dérouleuses de bandes magnétiques	matériels de traitement de texte
duplicateurs	matériels terminaux de communication des données
écrans visuels	modems
effaceuses	ordinateurs personnels
lecteurs et perforateurs de bandes de papier	PABX
machines à copier	postes téléphoniques
machines à dessiner (par points)	répondeurs téléphoniques
alimentées par l'énergie électrique	systèmes d'intercommunication
machines à détruire les documents	taille-crayons
machines à écrire	taqueuses
machines à papier (perforatrices, massicots, trieuses)	télécopieurs
machines à timbrer	téléimprimeurs
machines à traiter le courrier	terminaux points de vente y compris
machines comptables	les balances électroniques associées
matériel de traitement de l'argent y compris les	terminaux publics d'information
distributeurs automatiques (distributeurs de billets)	

SAFETY OF INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT –

1 General

1.1 Scope

1.1.1 Equipment covered by this standard

This standard is applicable to mains-powered or battery-powered information technology equipment, including electrical business equipment and associated equipment, with a RATED VOLTAGE not exceeding 600 V.

This standard is also applicable to such information technology equipment designed and intended to be connected directly to a TELECOMMUNICATION NETWORK, regardless of the source of power.

It is also applicable to such information technology equipment designed to use the AC MAINS SUPPLY as a telecommunication transmission medium (see note 4 of clause 6).

This standard specifies requirements intended to reduce risks of fire, electric shock or injury for the OPERATOR and layman who may come into contact with the equipment and, where specifically stated, for SERVICE PERSONNEL.

This standard is intended to reduce such risks with respect to installed equipment, whether it consists of a system of interconnected units or independent units, subject to installing, operating and maintaining the equipment in the manner prescribed by the manufacturer.

Examples of equipment which is in the scope of this standard are:

accounting machines	motor-operated files
bookkeeping machines	PABX's
calculators	paper jogging machines
cash registers	paper trimmers (punchers, cutting machines, separators)
copying machines	pencil sharpeners
data circuit terminating equipment	personal computers
data preparation equipment	photoprinting equipment
data processing equipment	plotters
data terminal equipment	point of sale terminals including associated electronic scales
dictation equipment	postage machines
document shredding machines	public information terminals
duplicators	staplers
electrically operated drawing machines	telephone answering machines
erasers	telephone sets
facsimile equipment	text processing equipment
key telephone systems	typewriters
magnetic tape handlers	visual display units
mail processing machines	
micrographic office equipment	
modems	
monetary processing machines including automated teller (cash dispensing) machines	

Cette liste n'est pas exhaustive et les matériels qui ne sont pas cités ne sont pas nécessairement exclus du domaine d'application.

Les matériels satisfaisant aux prescriptions appropriées de la présente norme sont considérés comme pouvant être utilisés avec les matériels de commande de processus, les matériels d'essais automatiques et les systèmes analogues nécessitant des dispositifs pour le traitement de l'information. La présente norme ne comprend pas les prescriptions concernant l'aptitude à la fonction ou les caractéristiques de fonctionnement du matériel.

1.1.2 Prescriptions complémentaires

Des prescriptions complémentaires à celles qui sont spécifiées dans la présente norme peuvent être nécessaires pour:

- les matériels destinés à fonctionner dans des environnements spéciaux, par exemple, des températures extrêmes, des poussières, de l'humidité ou des vibrations excessives, des gaz inflammables, ou des atmosphères corrosives ou explosives;
- les applications électromédicales avec contact physique avec le patient;
- les matériels destinés à être utilisés sur des véhicules, à bord de navires ou d'avions, dans les pays tropicaux ou à des altitudes supérieures à 2 000 m;
- les matériels destinés à être utilisés dans des endroits où la pénétration de l'eau est possible. Pour connaître ces prescriptions et les essais applicables, se reporter à l'annexe T.

NOTE – Il convient également de noter que les autorités de certains pays imposent des règles supplémentaires.

1.1.3 Exclusions

La présente norme ne s'applique pas.

- au matériel annexe, tel que conditionnement d'air, systèmes de détection ou d'extinction d'incendie;
- aux systèmes d'alimentation en énergie, tels que groupes convertisseurs, batteries de secours et transformateurs, qui ne font pas partie intégrante du matériel;
- à l'installation électrique des bâtiments;
- aux dispositifs fonctionnant sans puissance électrique.

This list is not intended to be comprehensive, and equipment that is not listed is not necessarily excluded from the scope.

Equipment complying with the relevant requirements in this standard is considered suitable for use with process control equipment, automatic test equipment and similar systems requiring information processing facilities. However, this standard does not include requirements for performance or functional characteristics of equipment.

1.1.2 Additional requirements

Requirements additional to those specified in this standard may be necessary for:

- equipment intended for operation in special environments, for example, extremes of temperature; excessive dust, moisture or vibration; flammable gases; and corrosive or explosive atmospheres;
- electromedical applications with physical connections to the patient;
- equipment intended to be used in vehicles, on board ships or aircraft, in tropical countries, or at altitudes greater than 2 000 m;
- equipment intended for use where ingress of water is possible, for guidance on such requirements and on relevant testing, see annex T.

NOTE – Attention is drawn to the fact that authorities of some countries impose additional requirements.

1.1.3 Exclusions

This standard does not apply to:

- support equipment, such as air conditioning, fire detection or fire extinguishing systems;
- power supply systems, such as motor-generator sets, battery backup systems and transformers, which are not an integral part of the equipment;
- building installation wiring;
- devices requiring no electric power.

1.2 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables. Lorsque les termes «tension» et «courant» sont utilisés, il s'agit des valeurs efficaces, sauf spécification contraire.

Définitions par ordre alphabétique

Alimentation du réseau en courant alternatif	1.2.8.1
Câble d'alimentation fixé à demeure	1.2.5.5
Câble d'alimentation non fixé à demeure	1.2.5.4
Charge normale	1.2.2.1
Câble d'interconnexion	1.2.11.6
Circuit à limitation de courant	1.2.8.7
Circuit primaire	1.2.8.2
Circuit secondaire	1.2.8.3
Circuit à très basse tension TBT	1.2.8.5
Circuit à très basse tension de sécurité TBTS	1.2.8.6
Circuit TRT	1.2.8.9
Circuit TRT-1	1.2.8.10
Circuit TRT-2	1.2.8.11
Circuit TRT-3	1.2.8.12
Classification des matériaux vis-à-vis de l'inflammabilité	1.2.12.1
Conducteur de liaison à la terre de protection	1.2.13.11
Conducteur de mise à la terre de protection	1.2.13.10
Coupe-circuit thermique	1.2.11.3
Coupe-circuit thermique à réenclenchement automatique	1.2.11.4
Coupe-circuit thermique à réenclenchement manuel	1.2.11.5
Courant dans le conducteur de protection	1.2.13.13
Courant de contact	1.2.13.12
Courant nominal	1.2.1.3
Distance dans l'air	1.2.10.1
Durée nominale de fonctionnement	1.2.2.2
Double isolation	1.2.9.4
Emplacement à accès restreint	1.2.7.3
Enveloppe	1.2.6.1
Enveloppe contre le feu	1.2.6.2
Enveloppe électrique	1.2.6.4
Enveloppe mécanique	1.2.6.3
Essai de type	1.2.13.1
Essai individuel de série	1.2.13.3
Essai sur prélèvement	1.2.13.2
Fréquence nominale	1.2.1.4
Isolation fonctionnelle	1.2.9.1
Isolation principale	1.2.9.2
Isolation renforcée	1.2.9.5
Isolation supplémentaire	1.2.9.3
Ligne de fuite	1.2.10.2
Limite d'explosion	1.2.12.10
Limiteur de température	1.2.11.2
Masse	1.2.7.5
Matériau de classe HB	1.2.12.8
Matériau de classe V-0	1.2.12.2
Matériau de classe V-1	1.2.12.3
Matériau de classe V-2	1.2.12.4
Matériau de classe 5 V	1.2.12.5
Matériau plastique cellulaire de classe HBF	1.2.12.9
Matériau plastique cellulaire de classe HF-1	1.2.12.6
Matériau plastique cellulaire de classe HF-2	1.2.12.7

1.2 Definitions

For the purpose of this International Standard the following definitions apply. Where the terms "voltage" and "current" are used they imply the r.m.s. values, unless otherwise specified.

Definitions in alphabetical order of nouns

Area, operator access	1.2.7.1
Area, service access	1.2.7.2
Body	1.2.7.5
Cable, interconnecting	1.2.11.6
Circuit, ELV	1.2.8.5
Circuit, limited current	1.2.8.7
Circuit, primary	1.2.8.2
Circuit, secondary	1.2.8.3
Circuit, SELV	1.2.8.6
Circuit, TNV	1.2.8.9
Circuit, TNV-1	1.2.8.10
Circuit, TNV-2	1.2.8.11
Circuit, TNV-3	1.2.8.12
Clearance	1.2.10.1
Conductor, protective bonding	1.2.13.11
Conductor, protective earthing	1.2.13.10
Cord, detachable power supply	1.2.5.4
Cord, non-detachable power supply	1.2.5.5
Creepage distance	1.2.10.2
Current, protective conductor	1.2.13.13
Current, rated	1.2.1.3
Current, touch	1.2.13.12
Cut-out, thermal	1.2.11.3
Cut-out, thermal, automatic reset	1.2.11.4
Cut-out, thermal, manual reset	1.2.11.5
Earthing, functional	1.2.13.9
Enclosure	1.2.6.1
Enclosure, electrical	1.2.6.4
Enclosure, fire	1.2.6.2
Enclosure, mechanical	1.2.6.3
Energy level, hazardous	1.2.8.8
Equipment, Class I	1.2.4.1
Equipment, Class II	1.2.4.2
Equipment, Class III	1.2.4.3
Equipment, direct plug-in	1.2.3.6
Equipment, for building-in	1.2.3.5
Equipment, hand-held	1.2.3.2
Equipment, movable	1.2.3.1
Equipment, permanently connected	1.2.5.3
Equipment, pluggable, type A	1.2.5.1
Equipment, pluggable, type B	1.2.5.2
Equipment, stationary	1.2.3.4
Equipment, transportable	1.2.3.3
Frequency, rated	1.2.1.4
Insulation, basic	1.2.9.2
Insulation, double	1.2.9.4
Insulation, functional	1.2.9.1
Insulation, reinforced	1.2.9.5
Insulation, supplementary	1.2.9.3
Interlock, safety	1.2.7.6
Limit, explosion	1.2.12.10

Matériel à encastrer	1.2.3.5
Matériel de la classe I	1.2.4.1
Matériel de la classe II	1.2.4.2
Matériel de la classe III	1.2.4.3
Matériel du type A raccordé par prise de courant	1.2.5.1
Matériel du type B raccordé par prise de courant	1.2.5.2
Matériel enfichable directement	1.2.3.6
Matériel fixe	1.2.3.4
Matériel mobile	1.2.3.1
Matériel portatif (à main)	1.2.3.2
Matériel relié à demeure	1.2.5.3
Matériel transportable	1.2.3.3
Mise à la terre fonctionnelle	1.2.13.9
Niveau d'énergie dangereux	1.2.8.8
Opérateur	1.2.13.7
Outil	1.2.7.4
Partie décorative	1.2.6.5
Personnel d'entretien	1.2.13.5
Plage nominale de fréquences	1.2.1.5
Plage nominale de tensions	1.2.1.2
Réseau de télécommunications	1.2.13.8
Service continu	1.2.2.3
Service intermittent	1.2.2.5
Service temporaire	1.2.2.4
Surface frontière	1.2.10.3
Tension continue	1.2.13.4
Tension dangereuse	1.2.8.4
Tension de service	1.2.9.6
Tension de service crête	1.2.9.7
Tension de tenue prescrite	1.2.9.8
Tension nominale	1.2.1.1
Tension transitoire sur le réseau	1.2.9.9
Tension transitoire sur le réseau de télécommunications	1.2.9.10
Thermostat	1.2.11.1
Utilisateur	1.2.13.6
Verrouillage de sécurité	1.2.7.6
Zone d'accès de l'opérateur	1.2.7.1
Zone d'accès pour l'entretien	1.2.7.2

1.2.1 Caractéristiques électriques des matériels

1.2.1.1 TENSION NOMINALE: Tension d'alimentation (pour une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF triphasée, tension entre phases) déclarée par le constructeur.

1.2.1.2 PLAGE NOMINALE DE TENSIONS: Plage de tensions d'alimentation déclarée par le constructeur, exprimée par les TENSIONS NOMINALES inférieure et supérieure.

1.2.1.3 COURANT NOMINAL: Courant absorbé par le matériel, déclaré par le constructeur.

1.2.1.4 FRÉQUENCE NOMINALE: Fréquence d'alimentation déclarée par le constructeur.

1.2.1.5 PLAGE NOMINALE DE FRÉQUENCES: Plage de fréquences d'alimentation déclarée par le constructeur, exprimée par les FRÉQUENCES NOMINALES inférieure et supérieure.

Limiter, temperature	1.2.11.2
Load, normal	1.2.2.1
Location, restricted access	1.2.7.3
Materials, flammability classification	1.2.12.1
Material, 5V class	1.2.12.5
Material, HB class	1.2.12.8
Material, HBF class foamed	1.2.12.9
Material, HF-1 class foamed	1.2.12.6
Material, HF-2 class foamed	1.2.12.7
Material, V-0 class	1.2.12.2
Material, V-1 class	1.2.12.3
Material, V-2 class	1.2.12.4
Network, telecommunication	1.2.13.8
Operation, continuous	1.2.2.3
Operation, intermittent	1.2.2.5
Operation, short-time	1.2.2.4
Operator	1.2.13.7
Part, decorative	1.2.6.5
Personnel, service	1.2.13.5
Range, rated frequency	1.2.1.5
Range, rated voltage	1.2.1.2
Supply, a.c. mains	1.2.8.1
Surface, bounding	1.2.10.3
Test, routine	1.2.13.3
Test, sampling	1.2.13.2
Test, type	1.2.13.1
Thermostat	1.2.11.1
Time, rated operating	1.2.2.2
Tool	1.2.7.4
User	1.2.13.6
Voltage, d.c.	1.2.13.4
Voltage, hazardous	1.2.8.4
Voltage, mains transient	1.2.9.9
Voltage, peak working	1.2.9.7
Voltage, rated	1.2.1.1
Voltage, required withstand	1.2.9.8
Voltage, telecommunication network transient	1.2.9.10
Voltage, working	1.2.9.6

1.2.1 Equipment electrical ratings

1.2.1.1 RATED VOLTAGE: The supply voltage (for a three-phase AC MAINS SUPPLY, the line-to-line voltage) as declared by the manufacturer.

1.2.1.2 RATED VOLTAGE RANGE: The supply voltage range as declared by the manufacturer, expressed by its lower and upper RATED VOLTAGES.

1.2.1.3 RATED CURRENT: The input current of the equipment as declared by the manufacturer.

1.2.1.4 RATED FREQUENCY: The supply frequency as declared by the manufacturer.

1.2.1.5 RATED FREQUENCY RANGE: The supply frequency range as declared by the manufacturer, expressed by its lower and upper RATED FREQUENCIES.

1.2.2 Conditions de fonctionnement

1.2.2.1 CHARGE NORMALE: Mode de fonctionnement qui représente le plus fidèlement possible les conditions les plus sévères de fonctionnement normal conformément aux instructions de fonctionnement. Toutefois, dans le cas où les conditions réelles d'emploi peuvent être à l'évidence plus sévères que les conditions de charge maximale recommandées, une charge représentative du maximum qui peut être appliqué est utilisée.

NOTE – Les conditions de CHARGE NORMALE pour quelques types de machines de bureau électriques sont données à l'annexe L.

1.2.2.2 DURÉE NOMINALE DE FONCTIONNEMENT: Durée de fonctionnement assignée au matériel par le constructeur.

1.2.2.3 SERVICE CONTINU: Fonctionnement sous la CHARGE NORMALE pendant une durée illimitée.

1.2.2.4 SERVICE TEMPORAIRE: Fonctionnement sous la CHARGE NORMALE pendant une période spécifiée, le démarrage se faisant à froid et les intervalles entre deux périodes de fonctionnement étant suffisants pour permettre au matériel de revenir à la température ambiante.

1.2.2.5 SERVICE INTERMITTENT: Fonctionnement composé d'une série de cycles identiques spécifiés, chaque cycle comportant une période de fonctionnement sous la CHARGE NORMALE suivie d'une période de repos pendant laquelle le matériel est déconnecté ou fonctionne à vide.

1.2.3 Mobilité des matériels

1.2.3.1 MATÉRIEL MOBILE: Matériel qui est:

- soit de masse inférieure ou égale à 18 kg et non installé à poste fixe;
- soit équipé de roues, roulettes ou autres moyens qui en facilitent le déplacement par l'OPÉRATEUR lorsque cela est nécessaire pour assurer sa fonction.

1.2.3.2 MATÉRIEL PORTATIF (À MAIN), MATÉRIEL MOBILE ou partie d'un matériel, qui est prévu pour être tenu à la main en usage normal.

1.2.3.3 MATÉRIEL TRANSPORTABLE: Matériel mobile qui est destiné à être transporté de manière habituelle par un utilisateur.

NOTE – Par exemple, ordinateurs personnels portables, ordinateurs bloc-notes à stylet et leurs accessoires portables tels qu'imprimantes et lecteurs de CD-ROM.

1.2.3.4 MATÉRIEL FIXE: Matériel qui n'est pas un MATÉRIEL MOBILE.

1.2.3.5 MATÉRIEL À ENCASTRER: Matériel destiné à être installé dans un logement prévu à cet effet par exemple dans une paroi, ou dans des conditions analogues.

NOTE – En général, le MATÉRIEL À ENCASTRER n'a pas d'ENVELOPPE sur tous les côtés car certains d'entre eux seront protégés après l'installation.

1.2.3.6 MATÉRIEL ENFICHABLE DIRECTEMENT: Matériel destiné à être utilisé sans câble d'alimentation. La fiche de prise de courant forme une partie intégrante de l'ENVELOPPE du matériel si bien que le poids du matériel est supporté par le socle de prise de courant.

1.2.2 Operating conditions

1.2.2.1 NORMAL LOAD: The mode of operation which approximates as closely as possible the most severe conditions of normal use in accordance with the operating instructions. However, when the conditions of actual use can obviously be more severe than the maximum recommended load conditions, a load is used that is representative of the maximum that can be applied.

NOTE – NORMAL LOAD conditions for some types of equipment are given in annex L.

1.2.2.2 RATED OPERATING TIME: The operating time assigned to the equipment by the manufacturer.

1.2.2.3 CONTINUOUS OPERATION: Operation under NORMAL LOAD for an unlimited period.

1.2.2.4 SHORT-TIME OPERATION: Operation under NORMAL LOAD for a specified period, starting from cold, the intervals after each period of operation being sufficient to allow the equipment to cool down to room temperature.

1.2.2.5 INTERMITTENT OPERATION: Operation in a series of specified identical cycles, each composed of a period of operation under NORMAL LOAD followed by a rest period with the equipment switched off or running idle.

1.2.3 Equipment mobility

1.2.3.1 MOVABLE EQUIPMENT: Equipment which is either:

- 18 kg or less in mass and not fixed, or
- equipment with wheels, castors or other means to facilitate movement by the OPERATOR as required to perform its intended use.

1.2.3.2 HAND-HELD EQUIPMENT: MOVABLE EQUIPMENT, or a part of any kind of equipment, that is intended to be held in the hand during normal use.

1.2.3.3 TRANSPORTABLE EQUIPMENT: MOVABLE EQUIPMENT that is intended to be routinely carried by a USER.

NOTE – Examples include laptop personal computers, pen-based tablet computers, and their portable accessories such as printers and CD-ROM drives.

1.2.3.4 STATIONARY EQUIPMENT: Equipment that is not MOVABLE EQUIPMENT.

1.2.3.5 EQUIPMENT FOR BUILDING-IN: Equipment intended to be installed in a prepared recess, such as in a wall, or similar situation.

NOTE – In general, EQUIPMENT FOR BUILDING-IN does not have an ENCLOSURE on all sides, as some of the sides will be protected after installation.

1.2.3.6 DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT: Equipment that is intended to be used without a power supply cord; the mains plug forms an integral part of the equipment ENCLOSURE so that the weight of the equipment is taken by the socket-outlet.

1.2.4 Classes de matériels – Protection contre les chocs électriques

NOTE – Certains matériels de traitement de l'information ne peuvent être identifiés comme conformes à l'une des classes suivantes.

1.2.4.1 MATÉRIEL DE LA CLASSE I: Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques est obtenue:

- au moyen d'une ISOLATION PRINCIPALE, et aussi
- en fournissant un moyen de raccorder au CONDUCTEUR DE PROTECTION de l'installation du bâtiment les parties conductrices qui sont autrement capables d'être portées à des TENSIONS DANGEREUSES en cas de défaillance de l'ISOLATION PRINCIPALE.

NOTE – Le MATÉRIEL DE LA CLASSE I peut avoir des parties à DOUBLE ISOLATION ou à ISOLATION RENFORCÉE.

1.2.4.2 MATÉRIEL DE LA CLASSE II: Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'ISOLATION PRINCIPALE, mais dans lequel des précautions supplémentaires de sécurité ont été prises, telles qu'une DOUBLE ISOLATION ou une ISOLATION RENFORCÉE, celles-ci ne dépendant ni de la mise à la terre de protection ni des conditions d'installation.

1.2.4.3 MATÉRIEL DE LA CLASSE III: Matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation à partir de CIRCUITS TBTS et dans lequel ne sont pas engendrées de TENSIONS DANGEREUSES.

NOTE – Pour les MATÉRIELS DE LA CLASSE III, bien qu'il n'y ait pas de prescriptions pour la protection contre les chocs électriques, toutes les autres prescriptions de la norme s'appliquent.

1.2.5 Raccordement au réseau

1.2.5.1 MATÉRIEL DU TYPE A RACCORDÉ PAR PRISE DE COURANT: Matériel destiné à être relié à l'installation électrique des bâtiments par une prise de courant non industrielle, un connecteur non industriel ou les deux.

1.2.5.2 MATÉRIEL DU TYPE B RACCORDÉ PAR PRISE DE COURANT: Matériel destiné à être relié à l'installation électrique des bâtiments par une prise de courant industrielle ou par un connecteur, ou par les deux, conformes à la CEI 60309 ou à des normes nationales similaires.

1.2.5.3 MATÉRIEL RELIÉ À DEMEURE: Matériel destiné à être relié à l'installation électrique des bâtiments au moyen de bornes à vis ou par d'autres moyens fiables.

1.2.5.4 CÂBLE D'ALIMENTATION NON FIXÉ À DEMEURE: Câble souple d'alimentation destiné à être relié au matériel par un connecteur approprié.

1.2.5.5 CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE: Câble souple d'alimentation fixé ou monté sur l'appareil.

Ce câble peut être:

Ordinaire: câble souple qui peut être facilement remplacé sans préparation spéciale du câble ni l'aide d'OUTILS spéciaux, ou

Spécial: câble souple qui est spécialement préparé ou qui ne peut être remplacé sans dommage pour le matériel ou, dont le remplacement nécessite des OUTILS spécialement conçus.

1.2.4 Classes of equipment – Protection against electric shock

NOTE – Some information technology equipment cannot be identified as conforming to one of the following classes.

1.2.4.1 CLASS I EQUIPMENT: Equipment where protection against electric shock is achieved by:

- using BASIC INSULATION, and also
- providing a means of connection to the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR in the building wiring those conductive parts that are otherwise capable of assuming HAZARDOUS VOLTAGES if the BASIC INSULATION fails.

NOTE – CLASS I EQUIPMENT may have parts with DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION.

1.2.4.2 CLASS II EQUIPMENT: Equipment in which protection against electric shock does not rely on BASIC INSULATION only, but in which additional safety precautions, such as DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION are provided, there being no reliance on either protective earthing or installation conditions.

1.2.4.3 CLASS III EQUIPMENT: Equipment in which protection against electric shock relies upon supply from SELV CIRCUITS and in which HAZARDOUS VOLTAGES are not generated.

NOTE – For CLASS III EQUIPMENT, although there is no requirement for protection against electric shock, all other requirements of the standard apply.

1.2.5 Connection to the supply

1.2.5.1 PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A: Equipment which is intended for connection to the building installation wiring via a non-industrial plug and socket-outlet or a non-industrial appliance coupler, or both.

1.2.5.2 PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B: Equipment which is intended for connection to the building installation wiring via an industrial plug and socket-outlet or an appliance coupler, or both, complying with IEC 60309 or with a comparable national standard.

1.2.5.3 PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT: Equipment which is intended for connection to the building installation wiring using screw terminals or other reliable means.

1.2.5.4 DETACHABLE POWER SUPPLY CORD: A flexible cord, for supply purposes, intended to be connected to the equipment by means of a suitable appliance coupler.

1.2.5.5 NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD: A flexible cord, for supply purposes, fixed to or assembled with the equipment.

Such a cord may be:

Ordinary: a flexible cord which can be easily replaced without special preparation of the cord or special TOOLS, or

Special: a flexible cord which is specially prepared, or requires the use of specially designed TOOLS for replacement, or is such that it cannot be replaced without damage to the equipment.

L'expression «spécialement préparé» comprend, par exemple, la présence d'un dispositif de garde faisant partie intégrante du câble, l'utilisation de cosses, la confection d'oeillets, etc., mais non la remise en forme d'un conducteur avant son introduction dans une borne ni le retoronnage des brins d'une âme câblée pour consolider l'extrémité.

1.2.6 Enveloppes

1.2.6.1 ENVELOPPE: Partie du matériel assurant une ou plusieurs des fonctions décrites en 1.2.6.2, 1.2.6.3 ou 1.2.6.4.

NOTE – Une ENVELOPPE d'un type peut être incluse dans une ENVELOPPE d'un autre type, par exemple une ENVELOPPE ÉLECTRIQUE dans une ENVELOPPE CONTRE LE FEU ou UNE ENVELOPPE CONTRE LE FEU dans une ENVELOPPE ÉLECTRIQUE. Une ENVELOPPE unique peut avoir plusieurs fonctions, par exemple celle d'ENVELOPPE ÉLECTRIQUE et celle d'ENVELOPPE CONTRE LE FEU.

1.2.6.2 ENVELOPPE CONTRE LE FEU: Partie d'un matériel destinée à minimiser l'extension du feu ou des flammes provenant de l'intérieur.

1.2.6.3 ENVELOPPE MÉCANIQUE: Partie du matériel destinée à réduire le risque de blessures dues à des dangers mécaniques ou autres dangers physiques.

1.2.6.4 ENVELOPPE ÉLECTRIQUE: Partie du matériel destinée à limiter l'accès à des parties qui peuvent être à des TENSIONS DANGEREUSES ou à des NIVEAUX D'ÉNERGIE DANGEREUX ou qui sont dans des CIRCUITS TRT.

1.2.6.5 PARTIE DÉCORATIVE: Partie du matériel, à l'extérieur de l'ENVELOPPE, qui n'a pas de fonction de sécurité.

1.2.7 Accès

1.2.7.1 ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR: Zone à laquelle, dans les conditions normales de fonctionnement, une des conditions suivantes s'applique:

- il est possible d'avoir accès sans l'aide d'un OUTIL, ou
- le moyen d'accès est délibérément fourni à l'OPÉRATEUR, ou
- l'OPÉRATEUR a des instructions pour accéder, qu'il ait besoin ou non d'un OUTIL pour le faire.

Les termes «accès» et «accessible» sans qualificatif s'appliquent à la ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR telle qu'elle est définie ci-dessus.

1.2.7.2 ZONE D'ACCÈS POUR L'ENTRETIEN: Zone, autre qu'une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, à laquelle il est nécessaire que le PERSONNEL D'ENTRETIEN ait accès même lorsque le matériel est sous tension.

1.2.7.3 EMBLACEMENT À ACCÈS RESTREINT: Emplacement pour le matériel dans lequel les deux alinéas suivants s'appliquent:

- l'accès n'est possible qu'au PERSONNEL D'ENTRETIEN et aux UTILISATEURS qui ont reçu des instructions au sujet des raisons pour lesquelles il y a des restrictions d'accès à l'emplacement et au sujet des précautions qui doivent être prises; et
- l'accès nécessite l'usage d'un OUTIL ou d'un verrou avec une clé, ou de tout autre moyen de sécurité, et est contrôlé par l'autorité responsable de l'emplacement.

NOTE – Les prescriptions pour les matériels destinés à être installés dans des EMBLACEMENTS À ACCÈS RESTREINT sont les mêmes que pour les ZONES D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR à l'exception de ce qui est indiqué en 1.7.17, 2.1.3 et 4.5.1.

The term "specially prepared" includes provision of an integral cord guard, the use of cable lugs, formation of eyelets, etc., but not the re-shaping of the conductor before introduction into a terminal or the twisting of a stranded conductor to consolidate the end.

1.2.6 Enclosures

1.2.6.1 ENCLOSURE: A part of the equipment providing one or more of the functions described in 1.2.6.2, 1.2.6.3 or 1.2.6.4.

NOTE – One type of ENCLOSURE can be inside another type (e.g. an ELECTRICAL ENCLOSURE inside a FIRE ENCLOSURE or a FIRE ENCLOSURE inside an ELECTRICAL ENCLOSURE). Also, a single ENCLOSURE can provide the functions of more than one type (e.g. those of both an ELECTRICAL ENCLOSURE and a FIRE ENCLOSURE).

1.2.6.2 FIRE ENCLOSURE: A part of the equipment intended to minimize the spread of fire or flames from within.

1.2.6.3 MECHANICAL ENCLOSURE: A part of the equipment intended to reduce the risk of injury due to mechanical and other physical hazards.

1.2.6.4 ELECTRICAL ENCLOSURE: A part of the equipment intended to limit access to parts that may be at HAZARDOUS VOLTAGES or HAZARDOUS ENERGY LEVELS or are in TNV CIRCUITS.

1.2.6.5 DECORATIVE PART: A part of the equipment, outside the ENCLOSURE, which has no safety function.

1.2.7 Accessibility

1.2.7.1 OPERATOR ACCESS AREA: An area to which, under normal operating conditions, one of the following applies:

- access can be gained without the use of a TOOL or
- the means of access is deliberately provided to the OPERATOR, or
- the OPERATOR is instructed to enter regardless of whether or not a TOOL is needed to gain access.

The terms "access" and "accessible", unless qualified, relate to OPERATOR ACCESS AREA as defined above.

1.2.7.2 SERVICE ACCESS AREA: An area, other than an OPERATOR ACCESS AREA, where it is necessary for SERVICE PERSONNEL to have access even with the equipment switched on.

1.2.7.3 RESTRICTED ACCESS LOCATION: A location for equipment where both of the following paragraphs apply:

- access can only be gained by SERVICE PERSONNEL or by USERS who have been instructed about the reasons for the restrictions applied to the location and about any precautions that shall be taken; and
- access is through the use of a TOOL or lock and key, or other means of security, and is controlled by the authority responsible for the location.

NOTE – The requirements for equipment intended for installation in RESTRICTED ACCESS LOCATIONS are the same as for OPERATOR ACCESS AREAS, except as given in 1.7.17, 2.1.3 and 4.5.1.

1.2.7.4 OUTIL: Tournevis ou tout autre objet qui peut être utilisé pour manoeuvrer une vis, un loquet ou des moyens de fixation similaires.

1.2.7.5 MASSE: Toutes les parties conductrices accessibles, les axes des poignées, boutons, manettes et organes analogues, et une feuille métallique en contact avec toutes les surfaces accessibles en matière isolante.

1.2.7.6 VERROUILLAGE DE SÉCURITÉ: Moyen d'empêcher l'accès à une partie dangereuse jusqu'à suppression du danger, ou de supprimer automatiquement la condition dangereuse en cas d'accès.

1.2.8 Circuits et caractéristiques des circuits

1.2.8.1 ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF: Système extérieur de distribution de l'alimentation en courant alternatif fournissant l'alimentation au matériel. Ces sources de courant comprennent les alimentations publiques ou privées et, sauf indication contraire dans la norme (par exemple 1.4.5), des sources équivalentes telles que des motogénérateurs et des alimentations sans interruption.

NOTE – Voir l'annexe V pour des exemples typiques de systèmes de distribution de l'alimentation en courant alternatif.

1.2.8.2 CIRCUIT PRIMAIRE: Circuit qui est directement connecté à l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF. Ceci comprend, par exemple, les moyens de connexion à l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, les enroulements primaires des transformateurs, les moteurs et les autres dispositifs absorbant de l'énergie.

NOTE – Les parties conductrices d'un CÂBLE D'INTERCONNEXION peuvent faire partie d'un CIRCUIT PRIMAIRE comme indiqué en 1.2.11.6.

1.2.8.3 CIRCUIT SECONDAIRE: Circuit qui n'est pas relié directement à un CIRCUIT PRIMAIRE et qui est alimenté par l'intermédiaire d'un transformateur, d'un convertisseur ou d'un dispositif d'isolement ou par l'intermédiaire d'une batterie.

NOTE – Les parties conductrices d'un CÂBLE D'INTERCONNEXION peuvent faire partie d'un CIRCUIT SECONDAIRE comme indiqué en 1.2.11.6.

1.2.8.4 TENSION DANGEREUSE: Tension supérieure à 42,4 V valeur de crête ou 60 V tension continue, présente dans un circuit non conforme aux prescriptions relatives soit à un CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT, soit à un CIRCUIT TRT.

1.2.8.5 CIRCUIT À TRÈS BASSE TENSION (TBT): CIRCUIT SECONDAIRE avec des tensions entre deux conducteurs quelconques du circuit, et entre un tel conducteur et la terre (voir 1.4.9), ne dépassant pas 42,4 V valeur de crête ou 60 V tension continue, dans les conditions normales de fonctionnement, qui est séparé des TENSIONS DANGEREUSES par au moins une ISOLATION PRINCIPALE, et qui n'est ni conforme à toutes les prescriptions pour un CIRCUIT TBTS ni conforme à toutes les prescriptions pour les CIRCUITS À LIMITATION DE COURANT.

1.2.8.6 CIRCUIT À TRÈS BASSE TENSION DE SÉCURITÉ (TBTS): CIRCUIT SECONDAIRE conçu et protégé de telle manière que, dans des conditions normales et dans des conditions de premier défaut, les tensions ne soient pas supérieures à une valeur sûre.

NOTE 1 – Les valeurs limites de la tension dans les conditions normales de fonctionnement et dans les conditions de premier défaut (voir 1.4.14) sont spécifiées en 2.2 (voir également tableau 1A).

NOTE 2 – Cette définition du CIRCUIT TBTS diffère du terme «système TBTS» tel qu'il est utilisé dans la CEI 61140.¹⁾

¹⁾ Une liste des références informatives est donnée à l'annexe Q; «Bibliographie».

1.2.7.4 TOOL: A screwdriver or any other object which may be used to operate a screw, latch or similar fixing means.

1.2.7.5 BODY: All accessible conductive parts, shafts of handles, knobs, grips and the like, and metal foil in contact with all accessible surfaces of insulating material.

1.2.7.6 SAFETY INTERLOCK: A means either of preventing access to a hazardous area until the hazard is removed, or of automatically removing the hazardous condition when access is gained.

1.2.8 Circuits and circuit characteristics

1.2.8.1 AC MAINS SUPPLY: The external a.c. power distribution system supplying power to the equipment. These power sources include public or private utilities and, unless otherwise specified in the standard (e.g. 1.4.5), equivalent sources such as motor-driven generators and uninterruptible power supplies.

NOTE – See annex V for typical examples of a.c. power distribution systems.

1.2.8.2 PRIMARY CIRCUIT: A circuit which is directly connected to the AC MAINS SUPPLY. It includes, for example, the means for connection to the AC MAINS SUPPLY, the primary windings of transformers, motors and other loading devices.

NOTE Conductive parts of an INTERCONNECTING CABLE may be part of a PRIMARY CIRCUIT as stated in 1.2.11.6.

1.2.8.3 SECONDARY CIRCUIT: A circuit which has no direct connection to a PRIMARY CIRCUIT and derives its power from a transformer, converter or equivalent isolation device, or from a battery.

NOTE – Conductive parts of an INTERCONNECTING CABLE may be part of a SECONDARY CIRCUIT as stated in 1.2.11.6.

1.2.8.4 HAZARDOUS VOLTAGE: A voltage exceeding 42,4 V peak, or 60 V d.c., existing in a circuit which does not meet the requirements for either a LIMITED CURRENT CIRCUIT or a TNV CIRCUIT.

1.2.8.5 ELV CIRCUIT: A SECONDARY CIRCUIT with voltages between any two conductors of the circuit, and between any one such conductor and earth (see 1.4.9), not exceeding 42,4 V peak, or 60 V d.c., under normal operating conditions, which is separated from HAZARDOUS VOLTAGE by BASIC INSULATION, and which neither meets all of the requirements for an SELV CIRCUIT nor meets all of the requirements for a LIMITED CURRENT CIRCUIT.

1.2.8.6 SELV CIRCUIT: A SECONDARY CIRCUIT which is so designed and protected that under normal operating conditions and single fault conditions, its voltages do not exceed a safe value.

NOTE 1 – The limit values of voltages under normal operating conditions and single fault conditions (see 1.4.14) are specified in 2.2. See also table 1A.

NOTE 2 – This definition of an SELV CIRCUIT differs from the term "SELV system" as used in IEC 61140.¹⁾

¹⁾ A list of informative references is given in annex Q: "Bibliography".

1.2.8.7 CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT: Circuit conçu et protégé de façon que, en fonctionnement normal et dans des conditions de premier défaut, le courant que peut débiter la source ne soit pas dangereux.

NOTE – Les valeurs limites des courants en fonctionnement normal et dans des conditions de premier défaut (voir 1.4.14) sont spécifiées en 2.4.

1.2.8.8 NIVEAU D'ÉNERGIE DANGEREUX: Niveau d'énergie emmagasinée supérieur ou égal à 20 J, ou niveau de puissance permanente disponible supérieur ou égal à 240 VA, à un potentiel supérieur ou égal à 2 V.

1.2.8.9 CIRCUIT TRT: Circuit qui est dans le matériel et dont la surface de contact accessible est limitée et qui est conçu et protégé de telle manière que, dans les conditions normales de fonctionnement et dans les conditions de premier défaut (voir 1.4.14), les tensions ne dépassent pas les valeurs limites spécifiées.

Un CIRCUIT TRT est considéré comme étant un CIRCUIT SECONDAIRE au sens de la présente norme.

NOTE 1 – Les valeurs limites des tensions dans les conditions normales de fonctionnement et dans les conditions de premier défaut (voir 1.4.14) sont spécifiées en 2.3.1. Les prescriptions concernant l'accessibilité aux CIRCUITS TRT sont données en 2.1.1.1.

Les CIRCUITS TRT sont classés comme CIRCUITS TRT-1, TRT-2 ET TRT-3 comme définis aux 1.2.8.10, 1.2.8.11 et 1.2.8.12.

NOTE 2 – Les relations entre les CIRCUITS TBTS ET TRT sont indiquées dans le tableau 1A.

NOTE 3 – Les parties conductrices d'un CÂBLE D'INTERCONNEXION peuvent faire partie d'un CIRCUIT TRT comme indiqué en 1.2.11.6.

Tableau 1A – Plages de tensions des circuits TBTS et TRT

Surtensions venant des RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS possibles ?	Tensions normales de fonctionnement	
	A l'intérieur des limites des CIRCUITS TBTS	Dépassant les limites des CIRCUITS TBTS mais à l'intérieur des limites des CIRCUITS TRT
Oui	CIRCUIT TRT-1	CIRCUIT TRT-3
Non	CIRCUIT TBTS	CIRCUIT TRT-2

1.2.8.10 CIRCUIT TRT-1: CIRCUIT TRT:

- dont les tensions normales de fonctionnement ne dépassent pas les limites pour un CIRCUIT TBTS dans les conditions normales de fonctionnement, et
- sur lequel des surtensions venant des RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS sont possibles.

1.2.8.11 CIRCUIT TRT-2: CIRCUIT TRT:

- dont les tensions normales de fonctionnement dépassent les limites pour un CIRCUIT TBTS dans les conditions normales de fonctionnement, et
- qui n'est pas sujet à des surtensions venant des RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS.

1.2.8.7 LIMITED CURRENT CIRCUIT: A circuit which is so designed and protected that, under both normal operating conditions and single fault conditions, the current which can be drawn is not hazardous.

NOTE – The limit values of currents under normal operating conditions and single fault conditions (see 1.4.14) are specified in 2.4.

1.2.8.8 HAZARDOUS ENERGY LEVEL: A stored energy level of 20 J or more, or an available continuous power level of 240 VA or more, at a potential of 2 V or more.

1.2.8.9 TNV CIRCUIT: A circuit which is in the equipment and to which the accessible area of contact is limited and that is so designed and protected that, under normal operating conditions and single fault conditions (see 1.4.14), the voltages do not exceed specified limit values.

A TNV CIRCUIT is considered to be a SECONDARY CIRCUIT in the meaning of this standard.

NOTE 1 – The specified limit values of voltages under normal operating conditions and single fault conditions (see 1.4.14) are given in 2.3.1. Requirements regarding accessibility of TNV CIRCUITS are given in 2.1.1.1.

TNV CIRCUITS are classified as TNV-1, TNV-2 and TNV-3 CIRCUITS as defined in 1.2.8.10, 1.2.8.11 and 1.2.8.12.

NOTE 2 – The voltage relationships between SELV and TNV CIRCUITS are shown in table 1A.

NOTE 3 – Conductive parts of an INTERCONNECTING CABLE may be part of a TNV CIRCUIT as stated in 1.2.11.6.

Table 1A –Voltage ranges of SELV and TNV circuits

Overvoltages from TELECOMMUNICATION NETWORKS possible?	Normal operating voltages	
	Within SELV CIRCUIT limits	Exceeding SELV CIRCUIT limits but within TNV CIRCUIT limits
Yes	TNV-1 CIRCUIT	TNV-3 CIRCUIT
No	SELV CIRCUIT	TNV-2 CIRCUIT

1.2.8.10 TNV-1 CIRCUIT: a TNV CIRCUIT:

- whose normal operating voltages do not exceed the limits for an SELV CIRCUIT under normal operating conditions; and
- on which overvoltages from TELECOMMUNICATION NETWORKS are possible.

1.2.8.11 TNV-2 CIRCUIT: a TNV CIRCUIT:

- whose normal operating voltages exceed the limits for an SELV CIRCUIT under normal operating conditions; and
- which is not subject to overvoltages from TELECOMMUNICATION NETWORKS.

1.2.8.12 CIRCUIT TRT-3: CIRCUIT TRT:

- dont les tensions normales de fonctionnement dépassent les limites pour un CIRCUIT TBTS dans les conditions normales de fonctionnement, et
- sur lequel des surtensions venant des RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS sont possibles.

1.2.9 Isolation

1.2.9.1 ISOLATION FONCTIONNELLE: Isolation nécessaire seulement pour le fonctionnement correct du matériel.

NOTE – L'ISOLATION FONCTIONNELLE, par définition, ne protège pas contre les chocs électriques. Elle peut cependant minimiser l'exposition à l'inflammation ou au feu.

1.2.9.2 ISOLATION PRINCIPALE: Isolation pour assurer la protection principale contre les chocs électriques.

1.2.9.3 ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE: Isolation indépendante appliquée en plus de l'ISOLATION PRINCIPALE afin de réduire le risque de choc électrique en cas de défaut survenant dans l'ISOLATION PRINCIPALE.

1.2.9.4 DOUBLE ISOLATION: Isolation comprenant à la fois une ISOLATION PRINCIPALE et une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE.

1.2.9.5 ISOLATION RENFORCÉE: Système d'isolation unique qui procure, dans les conditions spécifiées dans la présente norme, un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à une DOUBLE ISOLATION.

NOTE – L'expression «système d'isolation» n'implique pas que l'isolation doit être homogène. Elle peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent pas être essayées séparément comme ISOLATION PRINCIPALE ou comme ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE.

1.2.9.6 TENSION DE SERVICE: Tension maximale à laquelle sont, ou peuvent être soumis l'isolation ou le composant considérés lorsque le matériel est alimenté dans les conditions d'utilisation normale.

1.2.9.7 TENSION DE SERVICE CRÊTE: La plus grande des valeurs crête ou continue d'une tension de service, en prenant compte des impulsions répétitives générées dans le matériel, mais en excluant les perturbations transitoires provenant de l'extérieur.

1.2.9.8 TENSION DE TENUE PRESCRITE: La tension crête que l'isolation considérée doit supporter.

1.2.9.9 TENSION TRANSITOIRE SUR LE RÉSEAU: La plus forte pointe de tension prévisible à l'entrée du matériel, provenant de transitoires externes sur l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF.

1.2.9.10 TENSION TRANSITOIRE SUR LE RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS: La plus forte pointe de tension prévisible à l'entrée réseau de télécommunications du matériel, provenant de transitoires sur ce réseau.

1.2.10 Lignes de fuite et distances dans l'air

1.2.10.1 DISTANCE DANS L'AIR: Plus petite distance entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la SURFACE FRONTIÈRE du matériel, mesurée dans l'air.

1.2.8.12 TNV-3 CIRCUIT: a TNV CIRCUIT:

- whose normal operating voltages exceed the limits for an SELV CIRCUIT under normal operating conditions; and
- on which overvoltages from TELECOMMUNICATION NETWORKS are possible.

1.2.9 Insulation

1.2.9.1 FUNCTIONAL INSULATION: Insulation that is necessary only for the correct functioning of the equipment.

NOTE – FUNCTIONAL INSULATION by definition does not protect against electric shock. It may, however, reduce the likelihood of ignition and fire.

1.2.9.2 BASIC INSULATION: Insulation to provide basic protection against electric shock.

1.2.9.3 SUPPLEMENTARY INSULATION: Independent insulation applied in addition to BASIC INSULATION in order to reduce the risk of electric shock in the event of a failure of the BASIC INSULATION.

1.2.9.4 DOUBLE INSULATION: Insulation comprising both BASIC INSULATION and SUPPLEMENTARY INSULATION.

1.2.9.5 REINFORCED INSULATION: A single insulation system which provides a degree of protection against electric shock equivalent to DOUBLE INSULATION under the conditions specified in this standard.

NOTE – The term "insulation system" does not imply that the insulation has to be in one homogeneous piece. It may comprise several layers which cannot be tested as SUPPLEMENTARY or BASIC INSULATION.

1.2.9.6 WORKING VOLTAGE: The highest voltage to which the insulation or the component under consideration is, or can be, subjected when the equipment is operating under conditions of normal use.

1.2.9.7 PEAK WORKING VOLTAGE: The highest peak or d.c. value of a WORKING VOLTAGE, including repetitive peak impulses generated in the equipment, but not including external transients.

1.2.9.8 REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE: The peak voltage that the insulation under consideration is required to withstand.

1.2.9.9 MAINS TRANSIENT VOLTAGE: The highest peak voltage expected at the power input to the equipment, arising from external transients on the AC MAINS SUPPLY.

1.2.9.10 TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE: The highest peak voltage expected at the TELECOMMUNICATION NETWORK connection point of the equipment, arising from external transients on the network.

1.2.10 Clearances and creepage distances

1.2.10.1 CLEARANCE: The shortest distance between two conductive parts, or between a conductive part and the BOUNDING SURFACE of the equipment, measured through air.

1.2.10.2 LIGNE DE FUITE: Plus petite distance entre deux parties conductrices, ou entre une partie conductrice et la SURFACE FRONTIÈRE du matériel, mesurée le long de la surface de l'isolant.

1.2.10.3 SURFACE FRONTIÈRE: Surface externe de l'ENVELOPPE ÉLECTRIQUE considérée comme si une feuille de métal était appliquée sur les surfaces accessibles en matière isolante.

1.2.11 Composants

1.2.11.1 THERMOSTAT: Dispositif de commande thermosensible à action cyclique destiné à maintenir une température entre deux valeurs particulières dans les conditions normales de fonctionnement et qui peut être prévu pour être réglé par l'OPÉRATEUR.

1.2.11.2 LIMITEUR DE TEMPÉRATURE: Dispositif de commande thermosensible destiné à maintenir une température en dessous ou au-dessus d'une valeur particulière dans les conditions de fonctionnement normal et qui peut être prévu pour être réglé par l'OPÉRATEUR.

NOTE – Un LIMITEUR DE TEMPÉRATURE peut être à réenclenchement automatique ou à réenclenchement manuel.

1.2.11.3 COUPE-CIRCUIT THERMIQUE: Dispositif de commande thermosensible destiné à fonctionner dans les conditions de fonctionnement anormal et dont le réglage ne peut être effectué par l'OPÉRATEUR.

NOTE – Un COUPE-CIRCUIT THERMIQUE peut être à réenclenchement automatique ou à réenclenchement manuel.

1.2.11.4 COUPE-CIRCUIT THERMIQUE À RÉENCLENCHEMENT AUTOMATIQUE: COUPE-CIRCUIT THERMIQUE qui rétablit automatiquement le courant après que la partie correspondante du matériel s'est suffisamment refroidie.

1.2.11.5 COUPE-CIRCUIT THERMIQUE À RÉENCLENCHEMENT MANUEL: COUPE-CIRCUIT THERMIQUE qui nécessite un réenclenchement manuel, ou le remplacement d'un élément, pour le rétablissement du courant.

1.2.11.6 CÂBLE D'INTERCONNEXION: Câble qui est extérieur au matériel et qui est utilisé pour connecter électriquement un accessoire à une unité du matériel de traitement de l'information, pour interconnecter des unités à l'intérieur d'un système ou pour connecter une unité à un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS; un tel câble peut transporter n'importe quel type de circuit d'une unité à une autre.

1.2.12 Inflammabilité

1.2.12.1 CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX VIS-À-VIS DE L'INFLAMMABILITÉ: Moyens de reconnaître le comportement des matériaux vis-à-vis de la combustion et leur capacité à s'éteindre s'ils sont enflammés. Les matériaux sont classés comme indiqué en 1.2.12.2 à 1.2.12.9 inclus, lorsqu'ils sont essayés conformément à l'annexe A.

NOTE 1 – Lors de l'application des prescriptions de la présente norme, les MATÉRIAUX PLASTIQUES CELLULAIRES DE CLASSE HF-1 sont considérés comme meilleurs que ceux de CLASSE HF-2 et les MATÉRIAUX DE CLASSE HF-2 meilleurs que ceux de CLASSE HBF.

NOTE 2 – De façon analogue, les autres MATÉRIAUX, y compris la mousse rigide, de CLASSES 5V et V-0 sont considérés comme meilleurs que ceux de CLASSE V-1, les MATÉRIAUX DE CLASSE V-1 meilleurs que ceux de CLASSE V-2, et les MATÉRIAUX DE CLASSE V-2 meilleurs que ceux de CLASSE HB.

1.2.12.2 MATÉRIAU DE CLASSE V-0: Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à A.6, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais satisfait à certains critères pour les durées d'extinction; des particules incandescentes ou des gouttelettes enflammées émises n'enflamment pas le coton chirurgical.

1.2.10.2 CREEPAGE DISTANCE: The shortest path between two conductive parts, or between a conductive part and the BOUNDING SURFACE of the equipment, measured along the surface of the insulation.

1.2.10.3 BOUNDING SURFACE: The outer surface of the ELECTRICAL ENCLOSURE, considered as though metal foil were pressed into contact with accessible surfaces of insulating material.

1.2.11 Components

1.2.11.1 THERMOSTAT: A cycling temperature-sensing control, which is intended to keep a temperature between two particular values under normal operating conditions and which may have provision for setting by the OPERATOR.

1.2.11.2 TEMPERATURE LIMITER: A temperature-sensing control which is intended to keep a temperature below or above one particular value during normal operating conditions and which may have provision for setting by the OPERATOR.

NOTE – A TEMPERATURE LIMITER may be of the automatic reset or of the manual reset type.

1.2.11.3 THERMAL CUT-OUT: A temperature-sensing control intended to operate under abnormal operating conditions and which has no provision for the OPERATOR to change the temperature setting.

NOTE – A THERMAL CUT-OUT may be of the automatic reset or of the manual reset type.

1.2.11.4 THERMAL CUT-OUT, AUTOMATIC RESET: A THERMAL CUT-OUT which automatically restores the current after the relevant part of the equipment has cooled down sufficiently.

1.2.11.5 THERMAL CUT-OUT, MANUAL RESET: A THERMAL CUT-OUT which requires resetting by hand, or replacement of a part, in order to restore the current.

1.2.11.6 INTERCONNECTING CABLE: A cable that is external to the equipment and that is used to electrically connect an accessory to a unit of information technology equipment, to interconnect units in a system or to connect a unit to a TELECOMMUNICATION NETWORK. Such a cable may carry any type of circuit from one unit to another.

1.2.12 Flammability

1.2.12.1 FLAMMABILITY CLASSIFICATION OF MATERIALS: The recognition of the burning behaviour of materials and their ability to extinguish if ignited. Materials are classified as in 1.2.12.2 to 1.2.12.9 when tested in accordance with annex A.

NOTE 1 – When applying the requirements in this standard, HF-1 CLASS FOAMED MATERIALS are regarded as better than those of CLASS HF-2, and HF-2 better than HBF.

NOTE 2 – Similarly, other MATERIALS, including rigid (engineering structural) foam of CLASSES 5V or V-0 are regarded as better than those of CLASS V-1, V-1 better than V-2, and V-2 better than HB.

1.2.12.2 V-0 CLASS MATERIAL: A material that, when tested in accordance with A.6, may flame or glow but will meet certain criteria for times to extinguish; glowing particles or flaming drops released do not ignite surgical cotton.

1.2.12.3 MATÉRIAU DE CLASSE V-1: Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à A.6, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais satisfera à certains critères pour les durées d'extinction; des particules incandescentes ou des gouttelettes enflammées émises n'enflamment pas le coton chirurgical.

1.2.12.4 MATÉRIAU DE CLASSE V-2: Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à A.6, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais satisfera à certains critères pour les durées d'extinction; des particules incandescentes ou des gouttelettes enflammées émises peuvent enflammer le coton chirurgical.

1.2.12.5 MATÉRIAU DE CLASSE 5V: Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à A.9, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit; des particules incandescentes ou des gouttelettes enflammées émises n'enflamment pas le coton chirurgical.

1.2.12.6 MATÉRIAU PLASTIQUE CELLULAIRE DE CLASSE HF-1: Matériau cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à A.7, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit; des particules enflammées ou incandescentes, ou des gouttelettes enflammées émises n'enflamment pas le coton chirurgical.

1.2.12.7 MATÉRIAU PLASTIQUE CELLULAIRE DE CLASSE HF-2: Matériau cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à A.7, peut s'enflammer ou devenir incandescent, mais s'éteint dans un délai prescrit; des particules enflammées ou incandescentes, ou des gouttelettes enflammées émises peuvent enflammer le coton chirurgical.

1.2.12.8 MATÉRIAU DE CLASSE HB: Matériau qui, lorsqu'il est essayé conformément à A.8, brûle à une vitesse inférieure ou égale à la valeur spécifiée.

1.2.12.9 MATÉRIAU PLASTIQUE CELLULAIRE DE CLASSE HBF: Matériau plastique cellulaire qui, lorsqu'il est essayé conformément à A.7, brûle à une vitesse inférieure ou égale à la vitesse spécifiée.

1.2.12.10 LIMITE D'EXPLOSION: La plus faible concentration d'une matière combustible dans un mélange contenant des gaz, des vapeurs, des brouillards ou des poussières, dans lequel une flamme est capable de se propager après enlèvement de la source d'inflammation.

1.2.13 Divers

1.2.13.1 ESSAI DE TYPE: Essai effectué sur un échantillon représentatif du matériel pour déterminer si ce matériel, tel qu'il est conçu et fabriqué, peut satisfaire aux prescriptions de la présente norme.

1.2.13.2 ESSAI SUR PRÉLÈVEMENT: Essai effectué sur un certain nombre d'échantillons prélevés au hasard dans un lot. [VEI 151-04-17, modifié]¹⁾

1.2.13.3 ESSAI INDIVIDUEL DE SÉRIE: Essai auquel chaque échantillon est soumis en cours ou en fin de fabrication pour s'assurer qu'il satisfait à certains critères. [VEI 151-04-16]

1.2.13.4 TENSION CONTINUE: Valeur moyenne d'une tension (telle qu'elle est mesurée à l'aide d'un voltmètre à cadre mobile) ayant une ondulation de crête à crête ne dépassant pas 10 % de la valeur moyenne.

NOTE – Lorsque l'ondulation de crête à crête dépasse 10 % de la valeur moyenne, les prescriptions relatives à la tension de crête sont applicables.

¹⁾ Une liste des références normatives est donnée à l'annexe P.

1.2.12.3 V-1 CLASS MATERIAL: A material that, when tested in accordance with A.6, may flame or glow but will meet certain criteria for times to extinguish; glowing particles or flaming drops released do not ignite surgical cotton.

1.2.12.4 V-2 CLASS MATERIAL: A material that, when tested in accordance with A.6, may flame or glow but will meet certain criteria for times to extinguish; glowing particles or flaming drops released may ignite surgical cotton.

1.2.12.5 5V CLASS MATERIAL: A material that, when tested in accordance with A.9, may flame or glow but will extinguish within a prescribed period of time; glowing particles or flaming drops released do not ignite surgical cotton.

1.2.12.6 HF-1 CLASS FOAMED MATERIAL: A foamed material that, when tested in accordance with A.7, may flame or glow but will extinguish within a prescribed period of time; flaming or glowing particles, or flaming drops released do not ignite surgical cotton.

1.2.12.7 HF-2 CLASS FOAMED MATERIAL: A foamed material that, when tested in accordance with A.7, may flame or glow but will extinguish within a prescribed period of time; flaming or glowing particles, or flaming drops released may ignite surgical cotton.

1.2.12.8 HB CLASS MATERIAL: Material that, when tested in accordance with A.8, does not exceed a specified maximum burning rate.

1.2.12.9 HBF CLASS FOAMED MATERIAL: A foamed material that, when tested in accordance with A.7, does not exceed a specified maximum burning rate.

1.2.12.10 EXPLOSION LIMIT: The lowest concentration of a combustible material in a mixture containing any of the following: gases, vapours, mists or dusts, in which a flame is able to propagate after removal of the ignition source.

1.2.13 Miscellaneous

1.2.13.1 TYPE TEST: A test on a representative sample of the equipment with the objective of determining if the equipment, as designed and manufactured, can meet the requirements of this standard.

1.2.13.2 SAMPLING TEST: A test on a number of samples taken at random from a batch. [IEV 151-04-17, modified]¹⁾

1.2.13.3 ROUTINE TEST: A test to which each individual sample is subjected during or after manufacture to check if the sample complies with certain criteria. [IEV 151-04-16, modified]

1.2.13.4 DC VOLTAGE: The average value of a voltage (as measured by a moving coil meter) having a peak-to-peak ripple not exceeding 10 % of the average value.

NOTE – Where peak-to-peak ripple exceeds 10 % of the average value, the requirements related to peak voltage are applicable.

¹⁾ A list of normative références is given in annex P.

1.2.13.5 PERSONNEL D'ENTRETIEN: Personnes ayant une formation technique appropriée et l'expérience nécessaire pour être conscientes des dangers auxquels elles peuvent être exposées en effectuant une tâche et des mesures à prendre pour minimiser les risques pour elles-mêmes ou d'autres personnes.

1.2.13.6 UTILISATEUR: Toute personne autre que le PERSONNEL D'ENTRETIEN. Le terme UTILISATEUR dans la présente norme est le même que le terme OPÉRATEUR et les deux termes peuvent s'interchanger

1.2.13.7 OPÉRATEUR: Voir UTILISATEUR (1.2.13.6).

1.2.13.8 RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS: Moyen de transmission à terminaison métallique destiné à la communication entre matériels qui peuvent être placés dans des bâtiments différents, à l'exclusion:

- des réseaux de production, transport et distribution de l'énergie électrique utilisés comme vecteur de transmission pour les télécommunications;
- des systèmes de télédiffusion utilisant des câbles;
- des CIRCUITS TBTS connectant les unités d'un système de traitement de l'information.

NOTE 1 – L'expression RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est définie en termes de sa fonctionnalité, non de ses caractéristiques électriques. Un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS n'est pas lui-même défini comme étant soit un CIRCUIT TBTS soit un CIRCUIT TRT. Seuls les circuits à l'intérieur du matériel sont classés ainsi.

NOTE 2 – Un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS peut être:

- public ou privé;
- soumis à des surtensions transitoires dues à des décharges atmosphériques et à des défauts dans les systèmes de distribution de l'énergie;
- soumis à des tensions permanentes longitudinales (mode commun) induites par les lignes de tension ou les lignes de traction électrique dans le voisinage.

NOTE 3 – Comme exemples de RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS on peut citer:

- un réseau téléphonique commuté public;
- un réseau de données public;
- un réseau numérique à intégration de services (RNIS);
- un réseau privé avec des caractéristiques d'interface électriques similaires à celles des réseaux ci-dessus.

1.2.13.9 MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE: La mise à la terre d'un point d'un matériel ou d'un système, nécessaire dans un autre but que la sécurité. [VEI 195-01-13 modifié]

1.2.13.10 CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION: Un conducteur dans l'installation de câblage du bâtiment, ou dans le câble d'alimentation électrique, reliant la borne principale de mise à la terre de protection du matériel à un point de terre du bâtiment.

NOTE – Dans certains pays le terme «conducteur de terre» est utilisé au lieu de «CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION».

1.2.13.11 CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION: Un conducteur dans le matériel, ou une combinaison de parties conductrices du matériel, reliant la borne principale de mise à la terre de protection à une partie du matériel qu'il est nécessaire de mettre à la terre pour des raisons de sécurité.

1.2.13.5 SERVICE PERSONNEL: Persons having appropriate technical training and experience necessary to be aware of hazards to which they may be exposed in performing a task and of measures to minimize the risks for themselves or other persons.

1.2.13.6 USER: Any person, other than SERVICE PERSONNEL. The term USER in this standard is the same as the term OPERATOR and the two terms can be interchanged.

1.2.13.7 OPERATOR: See USER (1.2.13.6).

1.2.13.8 TELECOMMUNICATION NETWORK: A metallicly terminated transmission medium intended for communication between equipments that may be located in separate buildings, excluding:

- the mains system for supply, transmission and distribution of electrical power, if used as a telecommunication transmission medium;
- television distribution systems using cable;
- SELV CIRCUITS connecting units of data processing equipment.

NOTE 1 – The term TELECOMMUNICATION NETWORK is defined in terms of its functionality, not its electrical characteristics. A TELECOMMUNICATION NETWORK is not itself defined as being either an SELV CIRCUIT or a TNV CIRCUIT. Only the circuits in the equipment are so classified.

NOTE 2 – A TELECOMMUNICATION NETWORK may be:

- publicly or privately owned;
- subject to transient overvoltages due to atmospheric discharges and faults in power distribution systems;
- subject to longitudinal (common mode) voltages induced from nearby power lines or electric traction lines.

NOTE 3 – Examples of TELECOMMUNICATION NETWORKS are:

- a public switched telephone network;
- a public data network;
- an Integrated Services Digital Network (ISDN);
- a private network with electrical interface characteristics similar to the above.

1.2.13.9 FUNCTIONAL EARTHING: The earthing of a point in equipment or in a system, which is necessary for a purpose other than safety. [IEV 195-01-13, modified]

1.2.13.10 PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR: A conductor in the building installation wiring, or in the power supply cord, connecting a main protective earthing terminal in the equipment to an earth point in the building installation.

NOTE – In some countries, the term "grounding conductor" is used instead of "PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR".

1.2.13.11 PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR: A conductor in the equipment, or a combination of conductive parts in the equipment, connecting a main protective earthing terminal to a part of the equipment that is required to be earthed for safety purposes.

1.2.13.12 COURANT DE CONTACT: Courant électrique dans le corps humain lorsqu'il est en contact avec une ou plusieurs parties accessibles [VEI 195-05-21 modifiée]¹⁾

NOTE – LE COURANT DE CONTACT était précédemment inclus dans le terme «courant de fuite».

1.2.13.13 COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION: Courant circulant dans le CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION en conditions d'utilisation normale.

NOTE – Le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION était précédemment inclus dans le terme «courant de fuite».

1.3 Prescriptions générales

1.3.1 Application des prescriptions

Les prescriptions et les essais détaillés dans la présente norme ne doivent s'appliquer que si la sécurité est impliquée.

Afin d'établir si la sécurité est impliquée ou non, les circuits et la construction doivent être soigneusement analysés, afin de tenir compte des conséquences de défaillances possibles.

1.3.2 Conception et construction du matériel

Le matériel doit être conçu et construit de façon que, dans toutes les conditions de fonctionnement normal et dans des conditions de premier défaut (voir 1.4.14) ou d'emploi anormal vraisemblable, la protection est assurée pour réduire les risques de blessures aux personnes provoqués par un choc électrique ou par tout autre danger, et contre l'extension de feux prenant naissance à l'intérieur du matériel.

La vérification est effectuée par examen et par les essais applicables.

1.3.3 Tension d'alimentation

Le matériel doit être conçu pour être sûr à toutes les tensions auxquelles il est destiné à être relié.

La vérification est effectuée par examen et par les essais applicables de la présente norme dans les conditions spécifiées en 1.4.5.

1.3.4 Constructions non spécifiquement couvertes

Lorsque le matériel implique des technologies et des matériaux ou des méthodes de construction qui ne sont pas spécifiquement couverts dans cette norme, le matériel doit procurer un niveau de sécurité au moins égal au niveau généralement garanti par la présente norme et les principes de sécurité qu'elle contient.

NOTE – Il convient de porter rapidement à l'attention du comité compétent la nécessité de prescriptions supplémentaires détaillées pour faire face à une situation nouvelle.

1.3.5 Matériaux équivalents

Lorsque la norme spécifie une isolation d'un niveau particulier, l'utilisation d'une isolation d'un niveau supérieur est permise. De la même façon, lorsque la norme prescrit un matériau d'une CLASSE D'INFLAMMABILITÉ particulière, l'utilisation d'une classe meilleure est permise.

¹⁾ A publier.

1.2.13.12 TOUCH CURRENT: Electric current through a human body when it touches one or more accessible parts. [IEV 195-05-21 modified]¹⁾

NOTE – TOUCH CURRENT was previously included in the term "leakage current".

1.2.13.13 PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT: Current flowing through the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR under normal operating conditions.

NOTE – PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT was previously included in the term "leakage current".

1.3 General requirements

1.3.1 Application of requirements

The requirements detailed in this standard shall be applied only if safety is involved.

In order to establish whether or not safety is involved, the circuits and construction shall be carefully investigated to take into account the consequences of possible failures.

1.3.2 Equipment design and construction

Equipment shall be so designed and constructed that, under all conditions of normal use and under likely abnormal use or single fault conditions (see 1.4.14), protection is provided to reduce the risk of personal injury from electric shock and other hazards, and against spread of fire originating in the equipment.

Compliance is checked by inspection and by the relevant tests.

1.3.3 Supply voltage

Equipment shall be designed to be safe at any supply voltage to which it is intended to be connected.

Compliance is checked by inspection and by carrying out the relevant tests of this standard under the conditions specified in 1.4.5.

1.3.4 Constructions not specifically covered

Where the equipment involves technologies and materials or methods of construction not specifically covered in this standard, the equipment shall provide a level of safety not less than that generally afforded by this standard and the principles of safety contained herein.

NOTE – The need for additional detailed requirements to cope with a new situation should be brought promptly to the attention of the appropriate committee.

1.3.5 Equivalent materials

Where the standard specifies a particular grade of insulation, the use of a better grade of insulation is permitted. Similarly, where the standard requires material of a particular FLAMMABILITY CLASS, the use of a better class is permitted.

¹⁾ To be published.

1.3.6 Orientation pendant le transport et l'utilisation

Quand il est clair que l'orientation en fonctionnement du matériel est susceptible d'avoir une influence significative sur l'application des prescriptions ou sur le résultat des essais, toutes les orientations en fonctionnement autorisées dans les instructions d'installation ou les instructions pour l'UTILISATEUR doivent être prises en compte. Pour un MATÉRIEL TRANSPORTABLE, toutes les orientations pour le transport et l'utilisation doivent être prises en compte.

NOTE – Le texte ci-dessus est applicable à 4.1, 4.5, 4.6 et 5.3.

1.3.7 Choix des critères

Quand la norme autorise un choix entre différents critères de conformité, ou entre différentes méthodes ou conditions d'essai, le choix est spécifié par le constructeur.

1.3.8 Exemples cités dans la norme

Quand des exemples de matériels, pièces détachées, méthodes de construction, techniques de conception et fautes sont donnés dans la norme, précédés de «par exemple» ou «tel que», d'autres exemples ne sont pas exclus.

1.3.9 Liquides conducteurs

Pour les prescriptions électriques de la présente norme, les liquides conducteurs sont traités comme des parties conductrices.

1.4 Conditions générales d'essai

1.4.1 Application des essais

Les prescriptions et les essais détaillés dans la présente norme ne doivent s'appliquer que si la sécurité est impliquée.

Si la conception et la construction du matériel montrent de façon évidente qu'un essai particulier n'est pas applicable, l'essai n'est pas effectué.

Sauf indication contraire, il n'est pas nécessaire que le matériel soit en état de fonctionner à l'issue des essais.

1.4.2 Essais de type

Sauf indication contraire, les essais spécifiés dans la présente norme sont des ESSAIS DE TYPE.

1.4.3 Echantillons d'essai

Sauf indication contraire, l'échantillon ou les échantillons à l'essai doivent être représentatifs du matériel que l'UTILISATEUR recevra, ou doivent être le véritable matériel prêt à être expédié à l'UTILISATEUR.

Comme variante à l'exécution des essais sur le matériel complet, des essais peuvent être effectués séparément sur des circuits, des composants ou des sous-ensembles à l'extérieur du matériel, à condition qu'un examen du matériel et des dispositions des circuits montre que le résultat de tels essais sera représentatif du résultat de l'essai du matériel assemblé. Si l'un quelconque de ces essais montre qu'il y a un risque de non conformité dans le matériel complet, l'essai doit être répété dans le matériel.

1.3.6 Orientation during transport and use

Where it is clear that the orientation of use of equipment is likely to have a significant effect on the application of the requirements or the results of tests, all orientations of use permitted in the installation or USER instructions shall be taken into account. For TRANSPORTABLE EQUIPMENT, all orientations of transport and use shall be taken into account.

NOTE – The above may apply to 4.1, 4.5, 4.6, and 5.3.

1.3.7 Choice of criteria

Where the standard permits a choice between different criteria for compliance, or between different methods or conditions of test, the choice is specified by the manufacturer.

1.3.8 Examples mentioned in the standard

Where examples of equipment, parts, methods of construction, design techniques and faults are given in the standard, prefaced by "e.g." or "such as", other examples are not excluded.

1.3.9 Conductive liquids

For the electrical requirements of this standard, conductive liquids shall be treated as conductive parts.

1.4 General conditions for tests

1.4.1 Application of tests

The tests detailed in this standard shall be carried out only if safety is involved.

If it is evident from the design and construction of the equipment that a particular test is not applicable, the test is not made.

Unless otherwise stated, upon conclusion of the tests, the equipment need not be operational.

1.4.2 Type tests

Except where otherwise stated, the tests specified in this standard are TYPE TESTS.

1.4.3 Test samples

Unless otherwise specified, the sample or samples under test shall be representative of the equipment the USER would receive, or shall be the actual equipment ready for shipment to the USER.

As an alternative to carrying out tests on the complete equipment, tests may be carried out separately on circuits, components or subassemblies outside the equipment, provided that inspection of the equipment and circuit arrangements indicates that the results of such testing will be representative of the results of testing the assembled equipment. If any such test indicates a likelihood of non-conformance in the complete equipment, the test shall be repeated in the equipment.

Si un essai spécifié dans la présente norme risque d'être destructif, il est permis d'utiliser un modèle pour représenter la condition à évaluer.

NOTE 1 – Il convient d'effectuer les essais dans l'ordre suivant:

- présélection des composants et des matériaux;
- essais au banc des composants et des sous-ensembles;
- essais pour lesquels le matériel n'est pas mis sous tension;
- essais sous tension:
 - dans les conditions normales de fonctionnement;
 - dans les conditions de fonctionnement anormal;
 - risquant de provoquer une destruction.

NOTE 2 – Compte tenu de l'importance des frais engagés dans les essais et afin de minimiser le gaspillage, l'étude du programme d'essais, des échantillons et des séquences d'essais par toutes les parties concernées est recommandée.

1.4.4 Paramètres de fonctionnement pour les essais

A moins que des conditions particulières d'essais ne soient indiquées ailleurs dans la présente norme, et lorsqu'il est clair que cela a un impact significatif sur les résultats de l'essai, les essais doivent être effectués suivant la combinaison la plus défavorable des paramètres suivants, dans les limites des spécifications de fonctionnement du constructeur:

- tension d'alimentation; (voir 1.4.5);
- fréquence d'alimentation; (voir 1.4.6);
- emplacement physique du matériel et position des parties mobiles;
- mode de fonctionnement;
- réglage des THERMOSTATS, des dispositifs de régulation ou des dispositifs de commande similaires situés dans les ZONES D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR et qui sont:
 - réglables sans l'aide d'un OUTIL, ou
 - réglables par un moyen tel qu'une clé ou un OUTIL délibérément fourni à l'OPÉRATEUR.

1.4.5 Tension d'alimentation pour les essais

En déterminant la tension la plus défavorable pour l'alimentation d'un matériel pour un essai, il faut tenir compte des variables suivantes:

- TENSIONS NOMINALES multiples;
- tolérances sur la TENSION NOMINALE comme indiqué ci-dessous;
- limites des PLAGES NOMINALES DE TENSIONS.

Si le matériel est prévu pour une connexion directe à une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, les valeurs de +6 % et –10 % doivent être prises comme tolérances sur la TENSION NOMINALE à moins que:

- la TENSION NOMINALE soit 230 V monophasé ou 400 V triphasé, auquel cas la tolérance doit être prise comme +10 % et –10 %;
- une tolérance plus large soit déclarée par le constructeur, auquel cas la tolérance doit être prise comme cette valeur plus large.

Si le matériel est prévu uniquement pour une connexion à une source équivalant à un réseau en courant alternatif, tel qu'un motogénérateur ou une alimentation sans interruption (voir 1.2.8.1) ou à une source autre qu'une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, les tolérances sur la TENSION NOMINALE doivent être déclarées par le constructeur.

If a test specified in this standard could be destructive, it is permitted to use a model to represent the condition to be evaluated.

NOTE 1 – The tests should be carried out in the following order:

- component or material pre-selection;
- component or subassembly bench tests;
- tests where the equipment is not energized;
- live tests:
 - under normal operating conditions;
 - under abnormal operating conditions;
 - involving likely destruction.

NOTE 2 – In view of the resources involved in testing and in order to minimize waste, it is recommended that all parties concerned jointly consider the test programme, the test samples and the test sequence.

1.4.4 Operating parameters for tests

Except where specific test conditions are stated elsewhere in the standard and where it is clear that there is a significant impact on the results of the test, the tests shall be carried out under the most unfavourable combination within the manufacturer's operating specifications of the following parameters:

- supply voltage (see 1.4.5);
- supply frequency (see 1.4.6);
- physical location of equipment and position of movable parts,
- operating mode;
- adjustment of THERMOSTATS, regulating devices or similar controls in OPERATOR ACCESS AREAS, which are:
 - adjustable without the use of a TOOL, or
 - adjustable using a means, such as a key or a TOOL, deliberately provided for the OPERATOR.

1.4.5 Supply voltage for tests

In determining the most unfavourable voltage for the power to energize the equipment under test (EUT), the following variables shall be taken into account:

- multiple RATED VOLTAGES;
- tolerances on RATED VOLTAGE as specified below;
- extremes of RATED VOLTAGE ranges.

If the equipment is intended for direct connection to an AC MAINS SUPPLY, the tolerances on RATED VOLTAGE shall be taken as +6 % and –10 %, unless:

- the RATED VOLTAGE is 230 V single-phase or 400 V three-phase, in which case the tolerance shall be taken as +10 % and –10 %; or
- a wider tolerance is declared by the manufacturer, in which case the tolerance shall be taken as this wider value.

If the equipment is intended only for connection to an a.c. mains equivalent source, such as a motor-driven generator or an uninterruptible power supply (see 1.2.8.1), or a source other than an AC MAINS SUPPLY, the tolerances on RATED VOLTAGE shall be declared by the manufacturer.

Lors de l'essai d'un matériel conçu uniquement pour courant continu, il faut tenir compte de l'influence possible de la polarité.

1.4.6 Fréquence de l'alimentation pour les essais

En déterminant la fréquence la plus défavorable pour l'alimentation d'un matériel à l'essai, différentes FRÉQUENCES NOMINALES à l'intérieur de la PLAGE NOMINALE DE FRÉQUENCES doivent être prises en compte (par exemple 50 Hz et 60 Hz) mais il n'est pas, normalement, nécessaire de prendre en considération la tolérance sur une FRÉQUENCE NOMINALE (par exemple $50 \text{ Hz} \pm 0,5 \text{ Hz}$).

1.4.7 Instruments de mesure électriques

Les instruments de mesure électriques doivent avoir une largeur de bande appropriée afin de fournir des lectures précises prenant en compte toutes les composantes (courant continu, fréquence de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, haute fréquence et harmoniques) du paramètre à mesurer. Si la valeur efficace est utilisée on doit s'assurer que les appareils de mesure fournissent la valeur efficace vraie aussi bien en présence d'ondes non sinusoïdales que d'ondes sinusoïdales.

1.4.8 Tensions normales de fonctionnement

Pour la détermination des tensions dans les CIRCUITS TBT, les CIRCUITS TBTS et les CIRCUITS TRT:

- doivent être prises en considération à la fois les tensions normales de fonctionnement générées à l'intérieur du matériel et celles générées à l'extérieur;
- les tensions autres que les tensions normales de fonctionnement, telles que les élévations de potentiel de terre et tensions induites par des câbles à haute tension et par des câbles de traction électrique, ne doivent pas être prises en considération.

1.4.9 Mesure de la tension par rapport à la terre

Lorsque la norme spécifie une tension entre une partie conductrice et la terre, toutes les parties suivantes mises à la terre sont considérées:

- la borne de mise à la terre de protection (si c'est applicable); et
- toute autre partie conductrice qui nécessite la connexion à la terre de protection (voir, par exemple, le 2.6.1); et
- toute partie conductrice qui est mise à la terre à l'intérieur du matériel pour des raisons fonctionnelles.

Les parties qui seront mises à la terre dans l'application par connexion à d'autres matériels mais qui ne sont pas mises à la terre dans le matériel comme essayées, doivent être connectées à la terre au point par lequel la plus haute tension est obtenue. Lors de la mesure d'une tension entre la terre et un conducteur dans un circuit qui ne sera pas mis à la terre dans l'application prévue du matériel, une résistance non inductive de $5\,000 \Omega \pm 10\%$ sera branchée en parallèle sur l'appareil de mesure de la tension.

La chute de tension dans le CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION du câble d'alimentation, ou dans un conducteur mis à la terre dans un autre câblage externe, n'est pas incluse dans les mesures.

When testing equipment designed for d.c. only, the possible influence of polarity shall be taken into account.

1.4.6 Supply frequency for tests

In determining the most unfavourable frequency for the power to energize the EUT, different RATED FREQUENCIES within the RATED FREQUENCY RANGE shall be taken into account (e.g. 50 Hz and 60 Hz) but consideration of the tolerance on a RATED FREQUENCY (e.g. 50 Hz \pm 0,5 Hz) is not normally necessary.

1.4.7 Electrical measuring instruments

Electrical measuring instruments shall have adequate bandwidth to provide accurate readings, taking into account all components (d.c., AC MAINS SUPPLY frequency, high frequency and harmonic content) of the parameter being measured. If the r.m.s. value is measured, care shall be taken that measuring instruments give true r.m.s. readings of non-sinusoidal waveforms as well as sinusoidal waveforms.

1.4.8 Normal operating voltages

For the assessment of voltages in ELV CIRCUITS, SELV CIRCUITS and TNV CIRCUITS:

- consideration shall be given both to normal operating voltages generated internally in the equipment and to those generated externally; and
- voltages other than normal operating voltages, such as earth potential rises and induced voltages from power lines and from electric traction lines, shall not be considered.

1.4.9 Measurement of voltage to earth

Where the standard specifies a voltage between a conductive part and earth, all of the following earthed parts are considered:

- the protective earthing terminal (if any); and
- any other conductive part required to be connected to protective earth (for example, see 2.6.1); and
- any conductive part that is earthed within the equipment for functional reasons.

Parts that will be earthed in the application by connection to other equipment, but are unearthed in the equipment as tested, shall be connected to earth at the point by which the highest voltage is obtained. When measuring a voltage between earth and a conductor in a circuit that will not be earthed in the intended application of the equipment, a non-inductive resistor of 5 000 $\Omega \pm 10$ % shall be connected across the voltage measuring instrument.

Voltage drop in the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR of the power supply cord, or in an earthed conductor in other external wiring, is not included in the measurements.

1.4.10 Configuration de la charge du matériel à l'essai

Lors de la détermination du courant absorbé et lorsque d'autres résultats d'essai peuvent être affectés, les variables suivantes doivent être prises en considération et combinées pour donner les résultats les plus défavorables:

- les charges dues aux différentes configurations possibles, offertes ou fournies par le fabricant pour l'inclusion dans ou avec le matériel à l'essai;
- les charges dues à d'autres unités du matériel qui selon le fabricant utiliseront de l'énergie à partir du matériel à l'essai;
- les charges susceptibles d'être reliées à tous les socles de prise de courant normalisés situés dans les ZONES D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR sur le matériel, jusqu'à la valeur indiquée dans le marquage prescrit en 1.7.5.

Il est permis d'utiliser des charges artificielles pour simuler de telles charges pendant les essais.

1.4.11 Puissance venant d'un réseau de télécommunications

Dans le cadre de la présente norme, la puissance disponible provenant d'un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est considérée comme limitée à 15 VA.

1.4.12 Conditions de mesure des températures

Lorsqu'une température maximale (T_{\max}) ou un échauffement maximal (ΔT_{\max}) sont spécifiés pour la conformité aux essais, ils sont basés sur l'hypothèse que la température de l'air ambiant sera de 25 °C lorsque l'appareil sera en fonctionnement. Cependant, le constructeur est autorisé à spécifier une température de l'air ambiant plus élevée.

Il n'est pas nécessaire de maintenir la température ambiante (T_{amb}) à une valeur spécifique pendant les essais, mais elle doit être relevée et notée.

Les températures mesurées sur le matériel doivent satisfaire à l'une des conditions suivantes, toutes les températures étant exprimées en °C:

Lorsque T_{\max} est spécifié: $(T - T_{\text{amb}}) \leq (T_{\max} - T_{\text{mra}})$

Lorsque ΔT_{\max} est spécifié: $(T - T_{\text{amb}}) \leq (\Delta T_{\max} + 25 - T_{\text{mra}})$

où

T est la température de la partie concernée mesurée dans les conditions d'essai prescrites, et

T_{mra} est la température maximale de l'air ambiant autorisée par les spécifications du constructeur ou 25 °C, suivant la valeur la plus élevée.

Il convient que, pendant les essais, la température de l'air ambiant ne dépasse pas T_{mra} à moins d'un accord entre toutes les parties concernées.

1.4.10 Loading configuration of the EUT

In determining the input current, and where other test results could be affected, the following variables shall be considered and adjusted to give the most unfavourable results:

- loads due to optional features, offered or provided by the manufacturer for inclusion in or with the EUT;
- loads due to other units of equipment intended by the manufacturer to draw power from the EUT;
- loads which could be connected to any standard supply outlets in OPERATOR ACCESS AREAS on the equipment, up to the value indicated in the marking required by 1.7.5.

It is permitted to use artificial loads to simulate such loads during testing.

1.4.11 Power from a telecommunication network

For the purpose of this standard, the power available from a TELECOMMUNICATION NETWORK is considered to be limited to 15 VA.

1.4.12 Temperature measurement conditions

Where a maximum temperature (T_{\max}) or a maximum temperature rise (ΔT_{\max}) is specified for compliance with tests, it is based on the assumption that the room ambient air temperature will be 25 °C when the equipment is operating. However, the manufacturer is permitted to specify a higher ambient air temperature.

It is not necessary to control the ambient temperature (T_{amb}) at a specific value during tests, but it shall be monitored and recorded.

Temperatures measured on the equipment shall conform to one of the following conditions, all temperatures being in °C.

If T_{\max} is specified: $(T - T_{\text{amb}}) \leq (T_{\max} - T_{\text{mra}})$

If ΔT_{\max} is specified: $(T - T_{\text{amb}}) \leq (\Delta T_{\max} + 25 - T_{\text{mra}})$

where

T is the temperature of the given part measured under the prescribed test conditions;

T_{mra} is the maximum room ambient temperature permitted by the manufacturer's specification or 25 °C, whichever is greater.

During the test, the room ambient temperature should not exceed T_{mra} unless agreed by all parties involved.

1.4.13 Méthodes de mesure des températures

A moins qu'une méthode particulière ne soit spécifiée, les températures des enroulements doivent être déterminées soit par la méthode des couples thermoélectriques soit par la méthode de variation de la résistance (voir annexe E). Les températures des parties autres que les enroulements doivent être déterminées par la méthode des couples thermoélectriques. Il est aussi permis d'utiliser toute autre méthode appropriée de mesure de température qui n'influence pas de façon sensible le bilan thermique et qui donne une précision suffisante pour montrer la conformité. Le choix et la position des sondes thermiques doivent être tels qu'ils aient une influence minimale sur la température de la partie à l'essai.

1.4.14 Défauts simulés et conditions anormales

Lorsqu'il est prescrit d'appliquer des défauts simulés ou des conditions de fonctionnement anormal, ceux-ci doivent être appliqués un par un et l'un après l'autre. Les défauts qui sont la conséquence d'un défaut simulé ou d'une condition de fonctionnement anormal sont considérés comme une partie de ce défaut simulé ou de la condition de fonctionnement anormal.

Lors de l'application de défauts simulés ou de conditions de fonctionnement anormal, les accessoires, fournitures, produits consommables, supports et matériels d'enregistrement doivent être mis en place s'il est vraisemblable qu'ils ont un effet sur le résultat de l'essai.

Lorsqu'il est fait référence spécifiquement à un premier défaut, le premier défaut est constitué d'une seule défaillance d'une isolation (à l'exception d'une DOUBLE ISOLATION ou d'une ISOLATION RENFORCÉE) ou d'une seule défaillance d'un composant (à l'exception des composants avec une DOUBLE ISOLATION ou une ISOLATION RENFORCÉE).

Le matériel, les schémas et les spécifications concernant les composants sont étudiés pour déterminer quelles conditions de défaut peuvent raisonnablement se produire. Les exemples comprennent:

- les courts-circuits et circuits ouverts des dispositifs à semi-conducteur et condensateurs;
- les défauts provoquant une dissipation continue dans les résistances prévues pour une dissipation intermittente;
- les défauts internes dans les circuits intégrés provoquant une dissipation excessive;
- la défaillance de l'ISOLATION PRINCIPALE entre les parties du CIRCUIT PRIMAIRE transportant le courant et
 - les parties conductrices accessibles;
 - les écrans métalliques mis à la terre;
 - les parties de CIRCUITS TBTS;
 - les parties de CIRCUITS À LIMITATION DE COURANT.

1.5 Composants

1.5.1 Généralités

Lorsque la sécurité est impliquée, les composants doivent être conformes soit aux prescriptions de la présente norme, soit aux aspects de sécurité des normes de la CEI applicables à ces composants.

NOTE 1 – Une norme de composant de la CEI est considérée comme applicable uniquement lorsque le composant en question fait clairement partie de son domaine d'application.

1.4.13 Temperature measurement methods

Unless a particular method is specified, the temperatures of windings shall be determined either by the thermocouple method or by the resistance method (see annex E). The temperatures of parts other than windings shall be determined by the thermocouple method. Any other suitable method of temperature measurement which does not noticeably influence the thermal balance and which achieves an accuracy sufficient to show compliance is also permitted. The choice of and position of temperature sensors shall be made so that they have minimum effect on the temperature of the part under test.

1.4.14 Simulated faults and abnormal conditions

Where it is required to apply simulated faults or abnormal operating conditions, these shall be applied in turn and one at a time. Faults which are the direct consequence of a simulated fault or abnormal operating condition are considered to be part of that simulated fault or abnormal operating condition.

When applying simulated faults or abnormal operating conditions, parts, supplies, consumable materials, media and recording materials shall be in place if they are likely to have an effect on the outcome of the test.

Where there is a specific reference to a single fault, the single fault consists of a single failure of any insulation (excluding DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION) or a single failure of any component (excluding components with DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION).

The equipment, circuit diagrams and component specifications are examined to determine those fault conditions that might reasonably be expected to occur. Examples include:

- short circuits and open circuits of semiconductor devices and capacitors;
- faults causing continuous dissipation in resistors designed for intermittent dissipation;
- internal faults in integrated circuits causing excessive dissipation;
- failure of BASIC INSULATION between current-carrying parts of the PRIMARY CIRCUIT and
 - accessible conductive parts;
 - earthed conductive screens;
 - parts of SELV CIRCUITS;
 - parts of LIMITED CURRENT CIRCUITS.

1.5 Components

1.5.1 General

Where safety is involved, components shall comply either with the requirements of this standard or with the safety aspects of the relevant IEC component standards.

NOTE 1 – An IEC component standard is considered relevant only if the component in question clearly falls within its scope.

Un composant qui est à connecter à un CIRCUIT TBTS et aussi à un CIRCUIT TBT ou à une partie sous TENSION DANGEREUSE doit satisfaire aux prescriptions de 2.2.

NOTE 2 – Un exemple d'un tel composant est un relais avec différentes alimentations connectées à différents éléments (bobines et contacts).

1.5.2 Evaluation et essais des composants

L'évaluation et les essais des composants doivent être effectués comme suit:

- *un composant qui a été démontré conforme à une norme harmonisée avec la norme de composant correspondante de la CEI doit être vérifié pour déterminer si son application et son utilisation sont conformes à ses caractéristiques nominales. Il doit être soumis aux essais de la présente norme, en tant que partie du matériel à l'exception des essais qui font partie de la norme de composant correspondante de la CEI;*
- *un composant qui n'a pas été démontré conforme à une norme correspondante comme ci-dessus doit être vérifié pour déterminer si son application et son utilisation sont conformes à ses caractéristiques nominales. Il doit être soumis aux essais applicables de la présente norme, en tant que partie d'un matériel, et aux essais applicables de la norme de composant dans les conditions se présentant dans le matériel;*

NOTE – L'essai de conformité à une norme de composant est, en général, effectué séparément.

- *lorsqu'il n'existe pas de norme de composant correspondante de la CEI, ou lorsque les composants sont utilisés dans des circuits dans des conditions qui ne sont pas en accord avec leurs caractéristiques nominales spécifiées, les composants doivent être soumis aux essais dans les conditions se présentant dans le matériel. Le nombre d'échantillons exigés pour l'essai est, en général, le même que le nombre exigé par une norme équivalente.*

1.5.3 Dispositifs de commande thermiques

Les dispositifs de commande thermiques doivent être essayés conformément à l'annexe K.

1.5.4 Transformateurs

Les transformateurs doivent satisfaire aux prescriptions applicables de la présente norme, y compris celles de l'annexe C.

1.5.5 Câbles assurant l'interconnexion

Les CÂBLES ASSURANT L'INTERCONNEXION fournis comme une partie du matériel doivent satisfaire aux prescriptions applicables de la présente norme et ne doivent pas représenter un danger dans le sens de la présente norme, qu'ils soient détachables ou non.

1.5.6 Condensateurs dans les circuits primaires

Un condensateur connecté entre deux conducteurs actifs du CIRCUIT PRIMAIRE ou entre un conducteur actif et le conducteur de neutre doit être conforme aux sous-classes X1 ou X2 de la CEI 60384-14:1993. La durée de l'essai continu de chaleur humide comme en 4.12 de la CEI 60384-14:1993 doit être de 21 jours.

Un condensateur connecté entre le CIRCUIT PRIMAIRE et la terre de protection doit être conforme aux sous-classes Y1, Y2 ou Y4 de la CEI 60384-14:1993, suivant ce qui est applicable.

NOTE – Les prescriptions ci-dessus ne s'appliquent pas aux condensateurs connectés entre un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE et la terre. Pour de tels condensateurs, l'essai de rigidité diélectrique de 5.2.2 est considéré comme suffisant.

La vérification est effectuée par examen.

A component which is to be connected to an SELV CIRCUIT and also to an ELV CIRCUIT or to a part at HAZARDOUS VOLTAGE shall comply with the requirements of 2.2.

NOTE 2 – An example of such a component is a relay with different supplies connected to different elements (coils and contacts).

1.5.2 Evaluation and testing of components

Evaluation and testing of components shall be carried out as follows:

- *a component that has been demonstrated to comply with a standard harmonized with the relevant IEC component standard shall be checked for correct application and use in accordance with its rating. It shall be subjected to the applicable tests of this standard as part of the equipment with the exception of those tests which are part of the relevant IEC component standard;*
- *a component that has not been demonstrated to comply with a relevant standard as above shall be checked for correct application and use in accordance with its specified rating. It shall be subjected to the applicable tests of this standard, as part of the equipment, and to the applicable tests of the component standard, under the conditions occurring in the equipment;*

NOTE The applicable test for compliance with a component standard is, in general, carried out separately.

- *where no relevant IEC component standard exists, or where components are used in circuits not in accordance with their specified ratings, the components shall be tested under the conditions occurring in the equipment. The number of samples required for test is, in general, the same as required by an equivalent standard.*

1.5.3 Thermal controls

Thermal controls shall be tested in accordance with annex K.

1.5.4 Transformers

Transformers shall comply with the relevant requirements of this standard, including those of annex C.

1.5.5 Interconnecting cables

INTERCONNECTING CABLES provided as part of the equipment shall comply with the relevant requirements of this standard and shall not present a hazard in the meaning of this standard whether they are detachable or non-detachable.

1.5.6 Capacitors in primary circuits

A capacitor connected between two line conductors of the PRIMARY CIRCUIT, or between one line conductor and the neutral conductor, shall comply with IEC 60384-14:1993, subclass X1 or X2. The duration of the damp heat, steady state test as specified in 4.12 of IEC 60384-14:1993 shall be 21 days.

A capacitor connected between the PRIMARY CIRCUIT and protective earth shall comply with IEC 60384-14:1993, subclass Y1, Y2 or Y4, as applicable.

NOTE – The above requirement does not apply to capacitors connected from a HAZARDOUS VOLTAGE SECONDARY CIRCUIT to earth. For such capacitors, the electric strength test of 5.2.2 is considered sufficient.

Compliance is checked by inspection.

1.5.7 Composants en parallèle sur une isolation double ou renforcée

La conformité au 1.5.7.1 à 1.5.7.3 est vérifiée par examen et par les essais appropriés.

1.5.7.1 Condensateurs en parallèle

Il est permis de ponter une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE par:

- un seul condensateur conforme à la CEI 60384-14:1993, sous-classe Y1; ou
- deux condensateurs en série, chacun satisfaisant à la CEI 60384-14:1993, sous-classe Y2 ou Y4.

Un condensateur Y1 est considéré comme ayant une ISOLATION RENFORCÉE.

Lorsque deux condensateurs sont utilisés en série, chacun d'eux doit avoir des caractéristiques assignées correspondant à la TENSION DE SERVICE totale à travers la paire et les deux doivent avoir la même valeur nominale de capacité.

1.5.7.2 Résistances en parallèle

Il est permis de ponter une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE par deux résistances en série. Chacune d'elles doit satisfaire aux prescriptions des 2.10.3 et 2.10.4 entre leurs terminaisons pour la TENSION DE SERVICE totale à travers la paire et les deux doivent avoir la même valeur nominale de résistance.

1.5.7.3 Parties accessibles

Lorsque des parties conductrices accessibles ou des circuits accessibles sont séparés des autres parties par une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE qui est pontée par des composants conformément à 1.5.7.1 ou 1.5.7.2, les parties accessibles doivent satisfaire aux prescriptions pour les CIRCUITS À LIMITATION DE COURANT de 2.4. Ces prescriptions doivent s'appliquer à l'issue de l'essai de rigidité diélectrique de l'isolation.

1.5.8 Composants dans les matériels pour schémas d'alimentation IT

Pour les matériels destinés à être raccordés à des schémas d'alimentation IT, les composants connectés entre phase et terre doivent pouvoir supporter les contraintes dues à la tension entre phases. Cependant les condensateurs marqués pour la tension phase-neutre applicable sont autorisés pour de telles applications s'ils sont conformes à la CEI 60384-14:1993, sous-classe Y1, Y2 ou Y4.

NOTE 1 – Les condensateurs ci-dessus subissent un essai d'endurance à 1,7 fois la TENSION NOMINALE du condensateur.

NOTE 2 – En Norvège, du fait du système d'alimentation IT utilisé (voir annexe V, figure V.7), il est prescrit que les condensateurs soient spécifiés pour la tension entre phases applicable.

La vérification est effectuée par examen.

1.6 Adaptation au réseau

1.6.1 Schémas d'alimentation en courant alternatif

Les schémas d'alimentation en courant alternatif sont classifiés comme TN, TT, ou IT (voir annexe V).

NOTE – En Australie, le schéma d'alimentation TN-S et d'autres schémas d'alimentation s'appliquent.

1.5.7 Double or reinforced insulation bridged by components

Compliance with 1.5.7.1 to 1.5.7.3 is checked by inspection and relevant tests.

1.5.7.1 Bridging capacitors

It is permitted to bridge DOUBLE or REINFORCED INSULATION by:

- a single capacitor complying with IEC 60384-14:1993, subclass Y1; or
- two capacitors in series, each complying with IEC 60384-14:1993, subclass Y2 or Y4.

A Y1 capacitor is considered to have REINFORCED INSULATION.

Where two capacitors are used in series, they shall each be rated for the total WORKING VOLTAGE across the pair and shall have the same nominal capacitance value.

1.5.7.2 Bridging resistors

It is permitted to bridge DOUBLE or REINFORCED INSULATION by two resistors in series. They shall each comply with the requirements of 2.10.3 and 2.10.4 between their terminations for the total WORKING VOLTAGE across the pair and shall have the same nominal resistance value.

1.5.7.3 Accessible parts

Where accessible conductive parts or circuits are separated from other parts by DOUBLE or REINFORCED INSULATION that is bridged by components in accordance with 1.5.7.1 or 1.5.7.2, the accessible parts shall comply with the requirements for LIMITED CURRENT CIRCUITS in 2.4. These requirements shall apply after electric strength testing of the insulation has been carried out.

1.5.8 Components in equipment for IT power systems

For equipment to be connected to IT power systems, components connected between line and earth shall be capable of withstanding the stress due to the line-to-line voltage. However, capacitors rated for the applicable line-to-neutral voltage are permitted in such applications if they comply with IEC 60384-14:1993, subclass Y1, Y2 or Y4.

NOTE 1 – The above capacitors are endurance tested at 1,7 times the voltage rating of the capacitor.

NOTE 2 – In Norway, due to the IT power distribution system used (see annex V, figure V.7), capacitors are required to be rated for the applicable line-to-line voltage.

Compliance is checked by inspection.

1.6 Power interface

1.6.1 AC power distribution systems

AC power distribution systems are classified as TN, TT or IT (see annex V).

NOTE – In Australia, TN-S and other systems apply.

1.6.2 Courant d'alimentation

Le courant absorbé en régime permanent par le matériel ne doit pas dépasser le COURANT NOMINAL de plus de 10 % sous la CHARGE NORMALE.

La vérification est effectuée par la mesure du courant absorbé par le matériel sous la CHARGE NORMALE dans les conditions suivantes:

- *lorsqu'un matériel a plus d'une TENSION NOMINALE, le courant absorbé est mesuré pour chaque TENSION NOMINALE;*
- *lorsque le matériel a une ou plusieurs PLAGES NOMINALES DE TENSIONS, le courant absorbé est mesuré à chaque extrémité de chaque PLAGE NOMINALE DE TENSIONS. Lorsqu'une seule valeur de COURANT NOMINAL est marquée (voir 1.7.1), elle est comparée avec la valeur de courant absorbé la plus élevée mesurée dans la plage de tensions associée. Lorsque deux valeurs de COURANT NOMINAL sont marquées, séparées par un trait d'union, elles sont comparées aux deux valeurs mesurées dans la plage de tensions associée.*

Dans chaque cas, les lectures sont effectuées après stabilisation du courant absorbé. Si le courant varie pendant le cycle de fonctionnement normal, le courant absorbé en régime permanent est pris comme la valeur moyenne, mesurée sur un ampèremètre enregistreur, pendant une période représentative.

1.6.3 Limite de tension du matériel portatif

La TENSION NOMINALE du MATÉRIEL PORTATIF ne doit pas dépasser 250 V.

La vérification est effectuée par examen.

1.6.4 Conducteur neutre

Le conducteur neutre, s'il existe, doit être isolé de la terre et de la MASSE dans tout le matériel comme s'il était un conducteur actif. Les composants connectés entre le neutre et la terre doivent avoir des caractéristiques nominales correspondant à une TENSION DE SERVICE égale à la tension entre phase et neutre.

La vérification est effectuée par examen.

1.7 Marquages et instructions

NOTE – Des prescriptions supplémentaires pour les marquages et instructions figurent dans les paragraphes suivants:

- 2.1.1.2 Accès de l'UTILISATEUR aux compartiments pour batteries
- 2.6.1 Parties non mises à la terre dans les ZONES D'ACCÈS POUR L'ENTRETIEN
- 2.7.1 Protection procurée par l'installation du bâtiment
- 2.7.6 Fusible sur le neutre
- 3.4.11 Alimentations multiples
- 4.1 Stabilité du matériel
- 4.3.3 Dispositifs de commande réglables
- 4.3.5 Connexion des fiches et des socles
- 4.4.2 Parties mobiles dangereuses
- 4.6.2 Matériel fixe sur des sols non combustibles
- 5.1.7 COURANT DE CONTACT dépassant 3,5 mA
- 5.1.8.2 Somme des COURANTS DE CONTACT
- 6.1.2.2 Mise à la terre de matériels reliés à des RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

1.6.2 Input current

The steady state input current of the equipment shall not exceed the RATED CURRENT by more than 10 % under NORMAL LOAD.

Compliance is checked by measuring the input current of the equipment at NORMAL LOAD under the following conditions:

- *where an equipment has more than one RATED VOLTAGE, the input current is measured at each RATED VOLTAGE;*
- *where an equipment has one or more RATED VOLTAGE RANGES, the input current is measured at each end of each RATED VOLTAGE RANGE. Where a single value of RATED CURRENT is marked (see 1.7.1), it is compared with the higher value of input current measured in the associated voltage range. Where two values of RATED CURRENT are marked, separated by a hyphen, they are compared with the two values measured in the associated voltage range.*

In each case, the readings are taken when the input current has stabilized. If the current varies during the normal operating cycle, the steady-state current is taken as the mean indication of the value, measured on a recording r.m.s. ammeter, during a representative period.

1.6.3 Voltage limit of hand-held equipment

The RATED VOLTAGE of HAND-HELD EQUIPMENT shall not exceed 250 V.

Compliance is checked by inspection.

1.6.4 Neutral conductor

The neutral conductor, if any, shall be insulated from earth and from the BODY throughout the equipment as if it were a line conductor. Components connected between neutral and earth shall be rated for the line-to-neutral voltage.

Compliance is checked by inspection.

1.7 Markings and instructions

NOTE – Additional requirements for markings and instructions are contained in the following subclauses:

- 2.1.1.2 USER access within battery compartments
- 2.6.1 Unearthed parts in SERVICE ACCESS AREAS
- 2.7.1 Protection provided by the building installation
- 2.7.6 Neutral fusing
- 3.4.11 Multiple power sources
- 4.1 Equipment stability
- 4.3.3 Adjustable controls
- 4.3.5 Connection of plugs and sockets
- 4.4.2 Hazardous moving parts
- 4.6.2 Stationary equipment on non-combustible floors
- 5.1.7 TOUCH CURRENT exceeding 3,5 mA
- 5.1.8.2 Summation of TOUCH CURRENTS
- 6.1.2.2 Earthing of equipment connected to the TELECOMMUNICATION NETWORK

1.7.1 Caractéristiques nominales de l'alimentation

Le matériel doit comporter un marquage dont l'objet est de spécifier les conditions correctes d'alimentation en tension et en fréquence, et en capacité de passage de courant.

Si une unité ne comporte pas de moyens de raccordement direct à l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, il n'est pas nécessaire qu'elle porte l'indication de caractéristiques électriques telles que sa TENSION NOMINALE, son COURANT NOMINAL ou sa FRÉQUENCE NOMINALE.

Pour un matériel destiné à être installé par un OPÉRATEUR, le marquage doit être rapidement visible dans une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, en incluant toute zone directement visible seulement après l'ouverture d'une porte ou d'un couvercle par un OPÉRATEUR. Si un sélecteur manuel de tension n'est pas accessible à l'OPÉRATEUR, le marquage doit indiquer la TENSION NOMINALE pour laquelle ce matériel est configuré lors de sa fabrication. Un marquage temporaire est autorisé à cet effet. Le marquage est autorisé sur toute surface extérieure du matériel, sauf sur le fond d'un matériel de masse supérieure à 18 kg. De plus, sur un MATÉRIEL FIXE, le marquage doit être visible après l'installation du matériel pour un usage normal.

Pour le matériel destiné à être installé par le PERSONNEL D'ENTRETIEN, et si le marquage se trouve dans une ZONE D'ACCÈS POUR L'ENTRETIEN, l'emplacement du marquage permanent doit être indiqué dans les instructions d'installation ou par un avertissement visible sur le matériel. Il est permis d'utiliser un avertissement temporaire dans ce cas.

Le marquage doit comprendre les indications suivantes:

- la ou les TENSIONS NOMINALES, ou la ou les PLAGES NOMINALES DE TENSIONS, en volts.
 - les deux limites de la plage de tensions doivent être séparées par un trait d'union (-). Si des TENSIONS d'alimentation primaire NOMINALES multiples ou des PLAGES NOMINALES DE TENSIONS multiples sont données, elles doivent être séparées par une barre oblique (/).

NOTE 1 – Quelques exemples de marquages de TENSIONS NOMINALES sont indiqués ci-dessous:

- PLAGE NOMINALE DE TENSIONS: 220-240 V. Ceci signifie que le matériel est conçu pour être relié par une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF ayant une tension comprise entre 220 V et 240 V.
- TENSIONS NOMINALES multiples: 120/220/240 V. Ceci signifie que le matériel est conçu pour être relié à une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF ayant une tension égale à 120 V ou 220 V ou 240 V, généralement après un réglage interne.
- si le matériel est destiné à être relié aux deux conducteurs actifs et au conducteur de neutre d'un schéma d'alimentation monophasé à trois conducteurs, le marquage doit indiquer la tension ligne-neutre et la tension entre lignes séparées par une barre oblique avec l'indication supplémentaire «Trois conducteurs plus terre de protection», «3W + PE» ou l'équivalent.

NOTE 2 – Quelques exemples de marquage pour le système ci-dessus sont indiqués ci-après:

120/240 V: 3 conducteurs + PE

120/240 V: 3 W +  60417-1-IEC-5019

100/200 V: 2 W + N + PE

- le symbole de la nature du courant, pour courant continu seulement;
- la FRÉQUENCE NOMINALE ou la PLAGE NOMINALE DE FRÉQUENCES, en hertz, à moins que le matériel ne soit conçu pour courant continu seulement;
- le COURANT NOMINAL, en milliampères ou en ampères;
 - pour le matériel à TENSIONS NOMINALES multiples, les COURANTS NOMINAUX correspondants doivent être indiqués en séparant les différentes caractéristiques nominales de courant par une ligne oblique (/) et en faisant apparaître clairement la relation entre TENSION NOMINALE et COURANT NOMINAL associé;

1.7.1 Power rating

Equipment shall be provided with a power rating marking, the purpose of which is to specify a supply of correct voltage and frequency, and of adequate current-carrying capacity.

If a unit is not provided with a means for direct connection to the AC MAINS SUPPLY, it need not be marked with any electrical rating, such as its RATED VOLTAGE, RATED CURRENT or RATED FREQUENCY.

For equipment intended to be installed by an OPERATOR, the marking shall be readily visible in an OPERATOR ACCESS AREA, including any area that is directly visible only after an OPERATOR has opened a door or cover. If a manual voltage selector is not OPERATOR-accessible, the marking shall indicate the RATED VOLTAGE for which the equipment is set during manufacture; a temporary marker is permitted for this purpose. Marking is permitted on any outer surface of the equipment, except the bottom of equipment having a mass exceeding 18 kg. Additionally, on STATIONARY EQUIPMENT, the marking shall be visible after the equipment has been installed as in normal use.

For equipment intended to be installed by SERVICE PERSONNEL, and if the marking is in a SERVICE ACCESS AREA, the location of the permanent marking shall be indicated in the installation instructions or on a readily visible marker on the equipment. It is permitted to use a temporary marker for this purpose.

The marking shall include the following:

- RATED VOLTAGE(S) OR RATED VOLTAGE RANGE(S), in volts;
 - the voltage range shall have a hyphen (-) between the minimum and maximum RATED VOLTAGES. When multiple RATED VOLTAGES or RATED VOLTAGE RANGES are given, they shall be separated by a solidus (/).

NOTE 1 – Some examples of rated voltage markings are:

- RATED VOLTAGE RANGE: 220-240 V. This means that the equipment is designed to be connected to an AC MAINS SUPPLY having any voltage between 220 V and 240 V.
- Multiple RATED VOLTAGE: 120/230/240 V. This means that the equipment is designed to be connected to an AC MAINS SUPPLY having a voltage of 120 V or 230 V or 240 V, usually after internal adjustment.

- if equipment is to be connected to both of the line conductors and to the neutral conductor of a single-phase, 3-wire power system, the marking shall give the line-to-neutral voltage and the line-to-line voltage, separated by a solidus (/), with the added notation "Three wires plus protective earth", "3W + PE" or equivalent.

NOTE 2 – Some examples of the above system rating markings are:

120/240 V; 3 wire + PE

120/240 V; 3W +  (60417-1-IEC-5019)

100/200 V; 2W + N + PE

- symbol for nature of supply, for d.c. only;
- RATED FREQUENCY OR RATED FREQUENCY RANGE, in hertz, unless the equipment is designed for d.c. only;
- RATED CURRENT, in milliamperes or amperes;
 - for equipment with multiple RATED VOLTAGES, the corresponding RATED CURRENTS shall be marked such that the different current ratings are separated by a solidus (/) and the relation between RATED VOLTAGE and associated RATED CURRENT appears distinctly;

- le matériel avec une PLAGE NOMINALE DE TENSIONS doit être marqué soit du COURANT NOMINAL maximal soit de la plage de courants;
- le marquage du COURANT NOMINAL d'un groupe d'unités ayant une seule connexion à l'alimentation doit être placé sur l'unité qui est directement reliée au réseau d'alimentation. Le COURANT NOMINAL indiqué sur cette unité doit être le courant total maximal qui peut être en circuit en même temps, et il doit inclure les courants combinés de toutes les unités du groupe qui peuvent être alimentées simultanément par l'intermédiaire de cette unité et qui peuvent être mises en fonctionnement simultanément.

NOTE 3 – Quelques exemples de marquages de COURANTS NOMINAUX sont indiqués ci-dessous:

- pour les matériels avec TENSIONS NOMINALES MULTIPLES:
120/240 V; 2,4/1,2 A
- pour les matériels avec une PLAGE NOMINALE DE TENSIONS:
100-240 V; 2,8 A
100-240 V; 2,8-1,1 A
100-120 V; 2,8 A
200-240 V; 1,4 A

Il est reconnu que dans certaines régions, il est habituel d'utiliser un point (.) comme marqueur décimal à la place d'une virgule.

- le nom du constructeur ou la marque de fabrique ou la marque d'identification;
- le numéro de modèle ou la référence du type;
- le symbole 60417-1-IEC-5172, pour les MATÉRIELS DE LA CLASSE II uniquement.

Des indications supplémentaires sont permises, pourvu qu'elles ne donnent pas lieu à confusion.

Lorsqu'il est fait usage de symboles, ceux-ci doivent être conformes à l'ISO 7000 ou à la CEI 60417-1, lorsque les symboles appropriés existent.

1.7.2 Instructions concernant la sécurité

Des instructions suffisantes doivent être fournies à L'UTILISATEUR concernant toutes les conditions nécessaires pour assurer que, lorsqu'il est utilisé conformément aux instructions du constructeur, le matériel n'est pas susceptible de présenter un danger au sens de cette norme.

S'il est nécessaire de prendre des précautions spéciales pour éviter l'apparition de dangers pendant le fonctionnement, l'installation, l'entretien, le transport et le stockage du matériel, les instructions nécessaires doivent être disponibles.

NOTE 1 – Des précautions spéciales peuvent être nécessaires, par exemple pour la liaison du matériel à l'alimentation et l'interconnexion d'unités séparées, le cas échéant.

NOTE 2 – Lorsque cela s'applique, il convient que les instructions d'installation fassent référence aux normes nationales d'installations.

NOTE 3 – Les informations relatives à l'entretien ne sont normalement disponibles que pour le PERSONNEL D'ENTRETIEN.

NOTE 4 – En Norvège et en Suède, pour le MATÉRIEL DE LA CLASSE I RACCORDÉ PAR PRISE DE COURANT, destiné à être raccordé à un réseau téléphonique ou à un réseau analogue de communication, il peut être exigé que le matériel porte un marquage indiquant qu'il doit être connecté à un socle mis à la terre du réseau d'alimentation.

Les instructions pour le fonctionnement et, pour les MATÉRIELS RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT destinés à être installés par l'utilisateur, les instructions d'installation doivent être à la disposition de L'UTILISATEUR.

- equipment with a RATED VOLTAGE RANGE shall be marked with either the maximum RATED CURRENT or with the current range;
- the marking for RATED CURRENT of a group of units having a single supply connection shall be placed on the unit which is directly connected to the AC MAINS SUPPLY. The RATED CURRENT marked on that unit shall be the total maximum current that can be on circuit at the same time and shall include the combined currents to all units in the group that can be supplied simultaneously through the unit and that can be operated simultaneously.

NOTE 3 – Some examples of RATED CURRENT markings are:

- for equipment with multiple RATED VOLTAGES;
120/240 V; 2,4/1,2 A
- for equipment with a RATED VOLTAGE RANGE.
100-240 V; 2,8 A
100-240 V; 2,8-1,1 A
100-120 V; 2,8 A
200-240 V; 1,4 A

It is recognized that in some regions it is customary to use a point (.) as a decimal marker instead of a comma.

- manufacturer's name or trade-mark or identification mark;
- manufacturer's model or type reference;
- symbol 60417-1-IEC-5172, for CLASS II EQUIPMENT only.

Additional markings are permitted, provided that they do not give rise to misunderstanding.

Where symbols are used, they shall conform to ISO 7000 or IEC 60417-1 where appropriate symbols exist.

1.7.2 Safety instructions

Sufficient information shall be provided to the USER concerning any condition necessary to ensure that, when used as prescribed by the manufacturer, the equipment is unlikely to present a hazard within the meaning of this standard.

If it is necessary to take special precautions to avoid the introduction of hazards when operating, installing, servicing, transporting or storing equipment, the necessary instructions shall be made available.

NOTE 1 – Special precautions may be necessary, for example for connection of the equipment to the supply and for the interconnection of separate units, if any.

NOTE 2 – Where appropriate, installation instructions should include reference to national wiring rules.

NOTE 3 – Servicing instructions are normally made available only to SERVICE PERSONNEL.

NOTE 4 – In Norway and Sweden, PLUGGABLE CLASS I EQUIPMENT intended for connection to a telephone network or similar communications system may require a marking stating that the equipment must be connected to an earthed mains socket-outlet.

The operating instructions and, for PLUGGABLE EQUIPMENT intended for USER installation, also the installation instructions, shall be made available to the USER.

Lorsque le dispositif de sectionnement n'est pas incorporé dans le matériel (voir 3.4.3) ou lorsque la fiche de prise de courant du câble d'alimentation est destinée à servir de dispositif de sectionnement, les instructions d'installation doivent indiquer que:

- pour le MATÉRIEL RELIÉ À DEMEURE au réseau, un dispositif de coupure rapidement accessible, doit être incorporé dans l'installation de câblage du bâtiment;
- pour le MATÉRIEL RACCORDÉ PAR PRISE DE COURANT, le socle de prise de courant doit être installé à proximité du matériel et doit être aisément accessible.

Pour les matériels qui peuvent produire de l'ozone, les instructions d'installation et de fonctionnement doivent mentionner la nécessité de prendre des précautions pour s'assurer que la concentration d'ozone est limitée à une valeur sûre.

NOTE 5 – La limite d'exposition à long terme actuellement recommandée pour l'ozone est de 0,1 ppm (0,2 mg/m³) calculée comme une concentration moyenne pondérée dans le temps sur 8 h. Il y a lieu de noter que l'ozone est plus lourd que l'air.

1.7.3 Cycles de fonctionnement courts

Les matériels pour SERVICE TEMPORAIRE ou pour SERVICE INTERMITTENT doivent porter l'indication soit de la DURÉE NOMINALE DE FONCTIONNEMENT, soit de la DURÉE NOMINALE DE FONCTIONNEMENT et de la durée nominale de repos, à moins que la durée de fonctionnement ne soit limitée par construction ou par la définition de sa CHARGE NORMALE.

Les indications relatives au SERVICE TEMPORAIRE ou au SERVICE INTERMITTENT doivent correspondre à l'usage normal.

Les indications relatives au SERVICE INTERMITTENT doivent être telles que la DURÉE NOMINALE DE FONCTIONNEMENT précède la durée nominale de repos, les deux indications étant séparées par une ligne oblique (/).

1.7.4 Réglage de la tension d'alimentation

Pour le matériel destiné à être raccordé à des TENSIONS ou FRÉQUENCES NOMINALES multiples, la méthode de réglage doit être entièrement traitée dans les instructions d'entretien ou dans la notice d'installation.

A moins que le dispositif de réglage ne soit une simple commande placée près du marquage de puissance et que le réglage de cette commande ne soit évident par simple examen, l'instruction suivante ou une instruction similaire doit figurer sur le marquage ou à proximité de celui-ci:

**VOIR LA NOTICE D'INSTALLATION
AVANT DE RACCORDER AU RÉSEAU**

1.7.5 Socles de prise de courant sur le matériel

Si, dans le matériel, un socle de prise de courant normalisé est accessible à l'OPÉRATEUR, l'indication de la charge maximale admissible à raccorder à ce socle de prise de courant doit être marquée à proximité de celui-ci.

Des socles de prises de courant conformes à la CEI 60083 sont des exemples de socles de prises de courant normalisés.

Where the disconnect device is not incorporated in the equipment (see 3.4.3) or where the plug on the power supply cord is intended to serve as the disconnect device, the installation instructions shall state that:

- for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT, a readily accessible disconnect device shall be incorporated in the building installation wiring;
- for PLUGGABLE EQUIPMENT, the socket-outlet shall be installed near the equipment and shall be easily accessible.

For equipment that may produce ozone, the installation and operating instructions shall refer to the need to take precautions to ensure that the concentration of ozone is limited to a safe value.

NOTE 5 – The present recommended long term exposure limit for ozone is 0,1 ppm (0,2 mg/m³) calculated as an 8 h time-weighted average concentration. It should be noted that ozone is heavier than air.

1.7.3 Short duty cycles

Equipment intended for SHORT-TIME OPERATION or for INTERMITTENT OPERATION shall be marked with RATED OPERATING TIME, or RATED OPERATING TIME and rated resting time respectively, unless the operating time is limited by the construction or by the definition of its NORMAL LOAD.

The marking of SHORT-TIME OPERATION or INTERMITTENT OPERATION shall correspond to normal use.

The marking of INTERMITTENT OPERATION shall be such that the RATED OPERATING TIME precedes the rated resting time, the two markings being separated by a solidus (/).

1.7.4 Supply voltage adjustment

For equipment intended for connection to multiple RATED VOLTAGES or FREQUENCIES, the method of adjustment shall be fully described in the servicing or installation instructions.

Unless the means of adjustment is a simple control near the power rating marking, and the setting of this control is obvious by inspection, the following instruction or a similar one shall appear in or near the power rating marking:

**SEE INSTALLATION INSTRUCTIONS
BEFORE CONNECTING TO THE SUPPLY**

1.7.5 Power outlets on the equipment

If any standard power supply outlet in the equipment is accessible to the OPERATOR, a marking shall be placed in the vicinity of the outlet to show the maximum load that is permitted to be connected to it.

Socket-outlets conforming to IEC 60083 are examples of standard power supply outlets.

1.7.6 Identification des fusibles

Un marquage doit être placé à proximité de chaque fusible ou porte-fusible ou sur le porte-fusible ou à un autre endroit pourvu qu'il soit facile de voir à quel porte-fusible s'applique le marquage, donnant le courant nominal du fusible et, lorsque des fusibles de tensions nominales différentes peuvent être utilisés, la tension nominale du fusible.

Lorsque des éléments fusibles à caractéristiques de fusion spéciales telles qu'une temporisation ou une capacité de coupure sont nécessaires, le type doit également être indiqué.

Pour les fusibles qui ne sont pas dans une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR et pour les fusibles soudés situés dans les ZONES D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, il est permis de fournir une référence croisée sans ambiguïté (par exemple F1, F2, etc.) dans les instructions d'entretien qui doivent contenir les informations correspondantes.

NOTE – Voir 2.7.6 pour les avertissements au PERSONNEL D'ENTRETIEN.

1.7.7 Bornes de raccordement

1.7.7.1 Bornes de mise à la terre de protection et de liaison

Une borne prévue pour le raccordement d'un CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION doit être marquée par le symbole \oplus (60417-2-IEC-5019). Ce symbole ne doit pas être utilisé pour d'autres bornes de mise à la terre.

Il n'est pas prescrit de marquer les autres bornes pour le CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION mais lorsque de telles bornes sont marquées, le symbole \perp (60417-2-IEC-5017) doit être utilisé.

Les situations suivantes sont exemptées des prescriptions ci-dessus:

- lorsque les bornes pour le raccordement d'une alimentation sont prévues sur un composant (par exemple un bornier) ou sur un sous-ensemble (par exemple une alimentation), le symbole \perp est permis pour la borne de mise à la terre de protection au lieu du symbole \oplus ;
- sur les sous-ensembles ou les composants, le symbole \oplus est permis à la place du symbole \perp pourvu que cela ne donne pas lieu à confusion.

Ces symboles ne doivent être situés ni sur les vis ni sur les autres parties susceptibles d'être enlevées lors du raccordement des conducteurs.

Ces prescriptions s'appliquent aux bornes pour le raccordement d'un CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION qui peut faire partie intégrante d'un câble d'alimentation ou être acheminé avec les conducteurs d'alimentation.

1.7.7.2 Bornes pour les conducteurs de l'alimentation du réseau en courant alternatif

Pour les MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE et les matériels avec des CÂBLES D'ALIMENTATION FIXÉS À DEMEURE:

- les bornes prévues uniquement pour le raccordement du conducteur neutre de l'alimentation primaire, si elles existent, doivent porter l'indication de la lettre majuscule N; et

1.7.6 Fuse identification

Marking shall be located adjacent to each fuse or fuseholder, or on the fuseholder, or in another location provided that it is obvious to which fuse the marking applies, giving the fuse current rating and, where fuses of different voltage rating value could be fitted, the fuse voltage rating.

Where fuses with special fusing characteristics such as time delay or breaking capacity are necessary, the type shall also be indicated.

For fuses not located in OPERATOR ACCESS AREAS and for soldered-in fuses located in OPERATOR ACCESS AREAS, it is permitted to provide an unambiguous cross-reference (e.g. F1, F2, etc.) to the servicing instructions which shall contain the relevant information.

NOTE – See 2.7.6 regarding other warnings to SERVICE PERSONNEL.

1.7.7 Wiring terminals

1.7.7.1 Protective earthing and bonding terminals

A wiring terminal intended for connection of a PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR shall be indicated by the symbol \oplus (60417-2-IEC-5019). This symbol shall not be used for other earthing terminals.

It is not a requirement to mark terminals for PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS, but where such terminals are marked, the symbol \perp (60417-2-IEC-5017) shall be used.

The following situations are exempt from the above requirements:

- where terminals for the connection of a supply are provided on a component (e.g. terminal block) or subassembly (e.g. power supply), the symbol \perp is permitted for the protective earthing terminal instead of \oplus ;
- on subassemblies or components, the symbol \oplus is permitted in place of the symbol \perp provided that it does not give rise to confusion.

These symbols shall not be located on screws, or other parts which might be removed when conductors are being connected.

These requirements are applicable to terminals for connection of a PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR whether run as an integral part of a power supply cord or with supply conductors.

1.7.7.2 Terminals for a.c. mains supply conductors

For PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT and equipment with ordinary NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS:

- terminals intended exclusively for connection of the AC MAINS SUPPLY neutral conductor, if any, shall be indicated by the capital letter N; and

- pour les matériels triphasés, si une rotation de phase incorrecte risque d'entraîner une augmentation excessive de température ou un autre danger, les bornes destinées à la connexion des conducteurs actifs de l'alimentation primaire doivent être marquées de façon qu'avec les instructions d'installation, il n'y ait pas d'ambiguïté pour la séquence de rotation de phase.

Ces indications ne doivent être situées ni sur les vis, ni sur les autres parties susceptibles d'être enlevées lors du raccordement des conducteurs.

1.7.8 Dispositifs de commande et indicateurs

1.7.8.1 Identification, emplacement et marquage

A moins que cela ne soit manifestement superflu, les interrupteurs voyants et autres dispositifs de commande liés à la sécurité doivent être identifiés ou situés de manière à indiquer clairement quelle fonction ils commandent.

Les marques et indications des interrupteurs et autres dispositifs de commande doivent être situées soit:

- sur l'interrupteur ou le dispositif de commande ou à proximité, soit
- ailleurs, de telle manière que la relation entre le marquage et l'interrupteur ou le dispositif de commande auquel il s'applique soit évidente.

Les indications utilisées à cet effet doivent être, autant que possible, compréhensibles sans connaissance de la langue, des normes nationales, etc.

1.7.8.2 Couleurs

Lorsque la sécurité est impliquée, les couleurs des organes de commande et des voyants doivent être conformes à la CEI 60073. Lorsque des couleurs sont utilisées pour des organes de commande et des voyants fonctionnels, toute couleur, y compris le rouge, est permise pourvu qu'il soit clair que la sécurité n'est pas impliquée.

1.7.8.3 Symboles

Lorsque des symboles sont utilisés, sur ou à proximité des dispositifs de commande, par exemple interrupteurs, boutons-poussoirs, etc., pour indiquer les positions «MARCHE» et «ARRÊT», ce doit être un trait | pour «MARCHE» ou un cercle ○ pour «ARRÊT» (60417-1-IEC-5007 et 60417-1-IEC-5008). Pour les interrupteurs du type «poussez-poussez», le symbole ① doit être utilisé (60417-1-IEC-5010).

Il est permis d'utiliser les symboles ○ et | pour indiquer les positions «ARRÊT» et «MARCHE» sur tout interrupteur de l'alimentation primaire ou secondaire, y compris les interrupteurs sectionneurs.

Une «POSITION D'ATTENTE» doit être indiquée par le symbole approprié  (60417-1-IEC-5009).

1.7.8.4 Marquage utilisant des chiffres

Si des chiffres sont utilisés pour indiquer les différentes positions d'un dispositif de commande quelconque, la position «ARRÊT» doit être indiquée par le chiffre 0 (zéro) et les chiffres plus élevés doivent être utilisés pour indiquer une charge, une puissance, etc., plus élevées.

- on three-phase equipment, if incorrect phase rotation could cause overheating or other hazard, terminals intended for connection of the AC MAINS SUPPLY line conductors shall be marked in such a way that, in conjunction with any installation instructions, the sequence of phase rotation is unambiguous.

These indications shall not be located on screws, or other parts which might be removed when conductors are being connected.

1.7.8 Controls and indicators

1.7.8.1 Identification, location and marking

Unless it is obviously unnecessary, indicators, switches and other controls affecting safety shall be identified or located so as to indicate clearly which function they control.

Markings and indications for switches and other controls shall be located either:

- on or adjacent to the switch or control, or
- elsewhere, provided that it is obvious to which switch or control the marking applies.

Indications used for this purpose shall, wherever practicable, be comprehensible without a knowledge of languages, national standards, etc.

1.7.8.2 Colours

Where safety is involved, colours of controls and indicators shall comply with IEC 60073. Where colours are used for functional controls or indicators, any colour, including red, is permitted provided that it is clear that safety is not involved.

1.7.8.3 Symbols

Where symbols are used on or near controls, for example switches, push buttons, etc., to indicate "ON" and "OFF" conditions, they shall be the line | for "ON" and circle ○ for "OFF" (60417-1-IEC-5007 and 60417-1-IEC-5008). For push-push type switches the symbol Ⓢ shall be used (60417-1-IEC-5010).

It is permitted to use the symbols ○ and | to indicate the "OFF" and "ON" positions of any primary or secondary power switches, including isolating switches.

A "STAND-BY" condition shall be indicated by the symbol Ⓟ (60417-1-IEC-5009).

1.7.8.4 Markings using figures

If figures are used for indicating different positions of any control, the "OFF" position shall be indicated by the figure 0 (zero) and higher figures shall be used to indicate greater output, input, etc.

1.7.9 Isolation des sources d'alimentation multiples

Lorsqu'il y a plusieurs connexions alimentant un matériel sous une TENSION DANGEREUSE ou à des NIVEAUX D'ÉNERGIE DANGEREUX, un marquage placé en évidence à proximité de l'accès aux parties dangereuses prévu pour le PERSONNEL D'ENTRETIEN doit indiquer quels sont le ou les dispositifs de sectionnement isolant complètement le matériel et quels dispositifs de sectionnement peuvent être utilisés pour isoler chaque section du matériel.

1.7.10 Schémas d'alimentation IT

Si le matériel a été conçu ou, si nécessaire, modifié pour le raccordement à un schéma d'alimentation IT, les instructions d'installation du matériel doivent l'indiquer.

1.7.11 Thermostats et autres dispositifs de réglage

Les THERMOSTATS et autres dispositifs de réglage analogues, destinés à être réglés au cours de l'installation ou en usage normal, doivent être pourvus d'une indication donnant le sens de l'augmentation ou de la diminution de la valeur de la grandeur réglée. Une indication par les symboles + et – est permise.

1.7.12 Langues

Les instructions et les marques et indications du matériel qui concernent la sécurité doivent être rédigées dans une langue acceptable dans le pays où le matériel est installé.

NOTE 1 – Il est permis que la documentation destinée à l'usage exclusif du PERSONNEL D'ENTRETIEN soit rédigée en langue anglaise.

NOTE 2 – En Allemagne, les informations relatives à la sécurité, y compris pour le PERSONNEL D'ENTRETIEN, doivent être rédigées en langue allemande.

1.7.13 Durabilité

Toutes les marques et indications prescrites dans la présente norme doivent être durables et lisibles. Dans l'appréciation de la durabilité du marquage, il doit être tenu compte de l'effet d'une utilisation normale.

La vérification de la conformité consiste à effectuer un examen et à frotter les marques et indications à la main pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'eau et de nouveau pendant 15 s avec un chiffon imbibé d'essence. Après cet essai les marques et indications doivent être lisibles; il ne doit pas être possible d'enlever facilement les plaques signalétiques et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

L'essence utilisée est à base d'hexane avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, une teneur en kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température d'ébullition finale d'environ 69 °C et une masse volumique d'environ 0,7 kg/l.

1.7.14 Parties amovibles

Les marques et indications ne doivent pas être placées sur des parties amovibles qui peuvent être remises en place de telle sorte que le marquage devienne trompeur.

1.7.9 Isolation of multiple power sources

Where there is more than one connection supplying HAZARDOUS VOLTAGES or ENERGY LEVELS to equipment, a prominent marking close to the access for SERVICE PERSONNEL to the hazardous parts shall indicate which disconnect device or devices isolate the equipment completely and which disconnect devices can be used to isolate each section of the equipment.

1.7.10 IT power systems

If the equipment has been designed or, when required, modified for connection to an IT power system, the equipment installation instructions shall so state.

1.7.11 Thermostats and other regulating devices

THERMOSTATS and similar regulating devices intended to be adjusted during installation or in normal use shall be provided with an indication for the direction of adjustment to increase or decrease the value of the characteristic being adjusted. Indication by the symbols + and – is permitted.

1.7.12 Language

Instructions and equipment marking related to safety shall be in a language which is acceptable in the country in which the equipment is to be installed.

NOTE 1 – Documentation intended for use only by SERVICE PERSONNEL is permitted to be in the English language only.

NOTE 2 – In Germany, safety related information also for SERVICE PERSONNEL has to be in the German language.

1.7.13 Durability

Any marking required by this standard shall be durable and legible. In considering the durability of the marking, the effect of normal use shall be taken into account.

Compliance is checked by inspection and by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit. After this test, the marking shall be legible; it shall not be possible to remove marking plates easily and they shall show no curling.

The petroleum spirit to be used for the test is aliphatic solvent hexane having a maximum aromatics content of 0,1 % by volume, a kauri-butenol value of 29, an initial boiling point of approximately 65 °C, a dry point of approximately 69 °C and a mass per unit volume of approximately 0,7 kg/l.

1.7.14 Removable parts

Marking required by this standard shall not be placed on removable parts which can be replaced in such a way that the marking would become misleading.

1.7.15 Batteries remplaçables

Si un matériel est pourvu d'une batterie remplaçable, et si son remplacement par une batterie de type incorrect peut provoquer une explosion (par exemple dans le cas de certains types de batteries au lithium), ce qui suit est applicable:

- si la batterie est placée dans une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR il doit y avoir un marquage à côté de la batterie ou un avis à la fois dans les instructions pour l'utilisation et dans les instructions pour l'entretien;
- si la batterie est placée ailleurs dans le matériel il doit y avoir un marquage à côté de la batterie ou un avis dans les instructions pour l'entretien.

Ce marquage ou cet avis doit inclure le texte suivant ou un texte similaire:

**ATTENTION
IL Y A RISQUE D'EXPLOSION SI LA BATTERIE EST REMPLACÉE
PAR UNE BATTERIE DE TYPE INCORRECT.
METTRE AU REBUT LES BATTERIES USAGÉES
CONFORMÉMENT AUX INSTRUCTIONS**

La vérification est effectuée par examen.

1.7.16 Accès de l'opérateur avec un outil

S'il est nécessaire d'utiliser un OUTIL pour avoir accès à une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, tous les autres compartiments de cette zone qui présentent un danger doivent, soit être inaccessibles à l'OPÉRATEUR par l'utilisation du même OUTIL, soit porter un marquage pour décourager l'accès de l'OPÉRATEUR.

Un marquage acceptable pour les dangers de chocs électriques est  (ISO 3864, n° 5036).

1.7.17 Matériel pour emplacements à accès restreint

Pour le matériel destiné à être installé uniquement dans un EMBLEMMENT À ACCÈS RESTREINT, les instructions d'installation doivent contenir une indication à cet effet.

1.7.15 Replaceable batteries

If an equipment is provided with a replaceable battery, and if replacement by an incorrect type could result in an explosion (e.g. with some lithium batteries), the following applies:

- if the battery is placed in an OPERATOR ACCESS AREA, there shall be a marking close to the battery or a statement in both the operating and the servicing instructions;
- if the battery is placed elsewhere in the equipment, there shall be a marking close to the battery or a statement in the servicing instructions.

This marking or statement shall include the following or similar text:

CAUTION
RISK OF EXPLOSION IF BATTERY IS REPLACED
BY AN INCORRECT TYPE.
DISPOSE OF USED BATTERIES ACCORDING
TO THE INSTRUCTIONS

Compliance is checked by inspection.

1.7.16 Operator access with a tool

If a TOOL is necessary to gain access to an OPERATOR ACCESS AREA, either all other compartments within that area containing a hazard shall be inaccessible to the OPERATOR by the use of the same TOOL, or such compartments shall be marked to discourage OPERATOR access.

An acceptable marking for an electric shock hazard is  (ISO 3864, No. 5036).

1.7.17 Equipment for restricted access locations

For equipment intended only for installation in a RESTRICTED ACCESS LOCATION, the installation instructions shall contain a statement to this effect.

2 Protection contre les dangers

2.1 Protection contre les chocs électriques et les dangers de transfert d'énergie

NOTE – En Australie, des prescriptions supplémentaires s'appliquent.

2.1.1 Protection dans les zones d'accès de l'opérateur

La présente norme spécifie des prescriptions pour la protection contre les chocs électriques venant des parties sous tension, fondées sur le principe que l'OPÉRATEUR est autorisé à avoir accès à:

- des parties nues de CIRCUITS TBTS; et
- des parties nues de CIRCUITS À LIMITATION DE COURANT; et
- des CIRCUITS TRT dans les conditions spécifiées au 2.1.1.1.

L'accès à d'autres parties et câblages sous tension, et à leur isolation, est restreint comme spécifié en 2.1.1.1.

Des prescriptions supplémentaires sont spécifiées en 2.1.1.5 pour la protection contre les dangers de transfert d'énergie.

2.1.1.1 Accès aux parties sous tension

Le matériel doit être construit de façon que, dans les ZONES D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, soit assurée une protection suffisante contre un contact avec:

- des parties nues de CIRCUITS TBT; et
- des parties nues sous TENSIONS DANGEREUSES; et
- l'ISOLATION FONCTIONNELLE OU PRINCIPALE de parties ou de câblages dans les CIRCUITS TBT à l'exception de ce qui est permis au 2.1.1.3; et
- l'ISOLATION FONCTIONNELLE OU PRINCIPALE de parties ou de câblages sous TENSION DANGEREUSE; et

NOTE 1 – L'ISOLATION FONCTIONNELLE comprend, mais n'est pas limitée à une isolation telle que du vernis, de l'émail à base de solvant, du papier ordinaire du coton, et une pellicule d'oxyde, ou une isolation déplaçable telle que des perles isolantes et de la matière de remplissage autre que de la résine auto durcissante;

- des parties conductrices non mises à la terre séparées des CIRCUITS TBT ou des parties sous TENSION DANGEREUSE par une ISOLATION FONCTIONNELLE ou PRINCIPALE seulement; et
- les parties nues du CIRCUIT TRT avec l'exception que l'accès est permis avec:
 - les contacts de connecteurs qui ne peuvent pas être touchés par la sonde d'essai (figure 2C);
 - les parties conductrices nues à l'intérieur d'un compartiment pour batteries conforme à 2.1.1.2;
 - les parties nues conductrices des CIRCUITS TRT-1 qui ont un point quelconque connecté conformément à 2.6.1e) à une borne de mise à la terre de protection;
 - les parties nues conductrices des connecteurs dans les CIRCUITS TRT-1 qui sont séparées des parties conductrices accessibles non mises à la terre du matériel conformément à 6.2.1.

NOTE 2 – Un exemple typique est l'enveloppe d'un connecteur coaxial.

NOTE 3 – L'accès aux CIRCUITS TRT-1 et aux CIRCUITS TRT-3 à travers d'autres circuits est également restreint par 6.2.1, dans certains cas.

2 Protection from hazards

2.1 Protection from electric shock and energy hazards

NOTE – In Australia, additional requirements apply.

2.1.1 Protection in operator access areas

This subclause specifies requirements for protection against electric shock from energized parts based on the principle that the OPERATOR is permitted to have access to:

- bare parts of SELV CIRCUITS; and
- bare parts of LIMITED CURRENT CIRCUITS; and
- TNV CIRCUITS under the conditions specified in 2.1.1.1.

Access to other energized parts, and to their insulation, is restricted as specified in 2.1.1.1.

Additional requirements are specified in 2.1.1.5 for protection against energy hazards.

2.1.1.1 Access to energized parts

The equipment shall be so constructed that in OPERATOR ACCESS AREAS there is adequate protection against contact with:

- bare parts of ELV CIRCUITS; and
- bare parts at HAZARDOUS VOLTAGES; and
- FUNCTIONAL or BASIC INSULATION of parts or wiring in ELV CIRCUITS, except as permitted in 2.1.1.3; and
- FUNCTIONAL or BASIC INSULATION of parts or wiring at HAZARDOUS VOLTAGES; and

NOTE 1 – FUNCTIONAL INSULATION includes, but is not limited to, insulation, such as lacquer, solvent-based enamel, ordinary paper, cotton and oxide film, or displaceable insulation such as beads and sealing compounds other than self-hardening resin.

- unearthed conductive parts separated from ELV CIRCUITS or from parts at HAZARDOUS VOLTAGES by FUNCTIONAL or BASIC INSULATION only; and
- bare parts of TNV CIRCUITS, except that access is permitted to:
 - contacts of connectors which cannot be touched by the test probe, (figure 2C);
 - bare conductive parts in the interior of a battery compartment that complies with 2.1.1.2;
 - bare conductive parts of TNV-1 CIRCUITS that have any point connected in accordance with 2.6.1 e) to a protective earthing terminal;
 - bare conductive parts of connectors in TNV-1 CIRCUITS that are separated from unearthed accessible conductive parts of the equipment in accordance with 6.2.1.

NOTE 2 – A typical application is the shell for a coaxial connector.

NOTE 3 – Access to TNV-1 CIRCUITS and TNV-3 CIRCUITS via other circuits is also restricted by 6.2.1 in some cases.

Il n'y a pas de restriction pour l'accès aux CIRCUITS À LIMITATION DE COURANT.

Ces prescriptions sont applicables à toutes les positions du matériel, lorsqu'il est équipé de conducteurs et mis en fonctionnement en usage normal.

La protection doit être réalisée par isolation ou par mise en place de dispositifs de garde ou par utilisation de verrouillages.

La vérification est effectuée par tout ce qui suit:

- a) par un examen; et
- b) par un essai avec le doigt d'épreuve, figure 2A, qui ne doit pas se trouver en contact avec les parties décrites ci-dessus, lorsqu'il est appliqué aux ouvertures dans les ENVELOPPES après enlèvement des parties détachables par l'OPÉRATEUR, y compris les portes fusibles, et avec les portes et couvercles accessibles à l'OPÉRATEUR ouverts. Il est permis de laisser les lampes en place pour cet essai. Les connecteurs détachables par l'OPÉRATEUR, autres que les socles et prises de courant conformes à la CEI 60083, doivent également être essayés pendant la déconnexion; et
- c) par un essai avec la broche d'essai, figure 2B, qui ne doit pas se trouver en contact avec des parties nues sous TENSION DANGEREUSE lorsqu'elle est appliquée à travers les ouvertures dans les ENVELOPPES ÉLECTRIQUES externes. Les parties détachables par l'OPÉRATEUR, y compris les portes fusibles et les lampes, sont laissées en place, et les portes et couvercles accessibles à l'OPÉRATEUR sont fermés pendant cet essai; et
- d) par un essai avec la sonde d'essai figure 2C, lorsque c'est approprié.

Le doigt d'épreuve, la broche d'essai et la sonde d'essai sont appliqués comme ci-dessus, sans force appréciable, dans toutes les positions possibles, avec l'exception suivante: les matériels à poser sur le sol et de masse supérieure à 40 kg ne sont pas inclinés.

Le matériel destiné à être encastré, monté sur des racks ou incorporé dans des matériels plus importants est essayé avec l'accès au matériel limité suivant la méthode de fixation indiquée en détail dans les instructions d'installation.

Les ouvertures ne permettant pas l'entrée du doigt d'épreuve, essai b) ci-dessus, sont de plus, essayées au moyen d'un doigt d'épreuve de mêmes dimensions mais droit et sans jointures, qui est appliqué avec une force de 30 N. Si ce dernier doigt d'épreuve pénètre, l'essai b) est répété avec l'exception que le doigt est poussé dans l'ouverture avec toute force nécessaire jusqu'à une valeur de 30 N.

NOTE 4 – Si un indicateur de contact électrique est utilisé pour montrer un contact, il y a lieu de prendre des précautions afin que l'application de l'essai ne détériore pas les composants des circuits électroniques.

Les prescriptions ci-dessus concernant le contact avec les parties sous TENSIONS DANGEREUSES s'appliquent uniquement pour les TENSIONS DANGEREUSES inférieures ou égales à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu. Pour des tensions plus élevées le contact n'est pas permis, et il doit y avoir un espace d'air entre la partie sous TENSION DANGEREUSE et le doigt d'épreuve (figure 2A), ou la broche d'essai (figure 2B), placé dans sa position la plus défavorable. La DISTANCE DANS L'AIR doit être comme spécifié au 2.10.3 pour l'ISOLATION PRINCIPALE ou bien elle doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique approprié figurant au 5.2.2 (voir figure F.12, point A).

Si des composants sont réglables, par exemple pour assurer la tension d'une courroie, l'essai au doigt d'épreuve est effectué avec chaque composant réglé dans la position la plus défavorable de la plage de réglage, la courroie étant enlevée à cet effet, si nécessaire.

Unrestricted access is permitted to LIMITED CURRENT CIRCUITS.

These requirements apply for all positions of the equipment when it is wired and operated as in normal use.

Protection shall be achieved by insulation or by guarding or by the use of interlocks.

Compliance is checked by all of the following:

- a) *inspection; and*
- b) *a test with the test finger, figure 2A, which shall not contact parts described above when applied to openings in the ENCLOSURES after removal of parts that can be detached by an OPERATOR, including fuseholders, and with OPERATOR access doors and covers open. It is permitted to leave lamps in place for this test. Connectors that can be separated by an OPERATOR, other than plugs and socket-outlets complying with IEC 60083, shall also be tested during disconnection; and*
- c) *a test with the test pin, figure 2B, which shall not contact bare parts at HAZARDOUS VOLTAGES when applied to openings in an external ELECTRICAL ENCLOSURE. Parts that can be detached by an OPERATOR, including fuseholders and lamps, are left in place, and OPERATOR access doors and covers are closed during this test; and*
- d) *a test with the test probe, figure 2C, where appropriate.*

The test finger, the test pin and the test probe are applied as above, without appreciable force, in every possible position, except that floor-standing equipment having a mass exceeding 40 kg is not tilted.

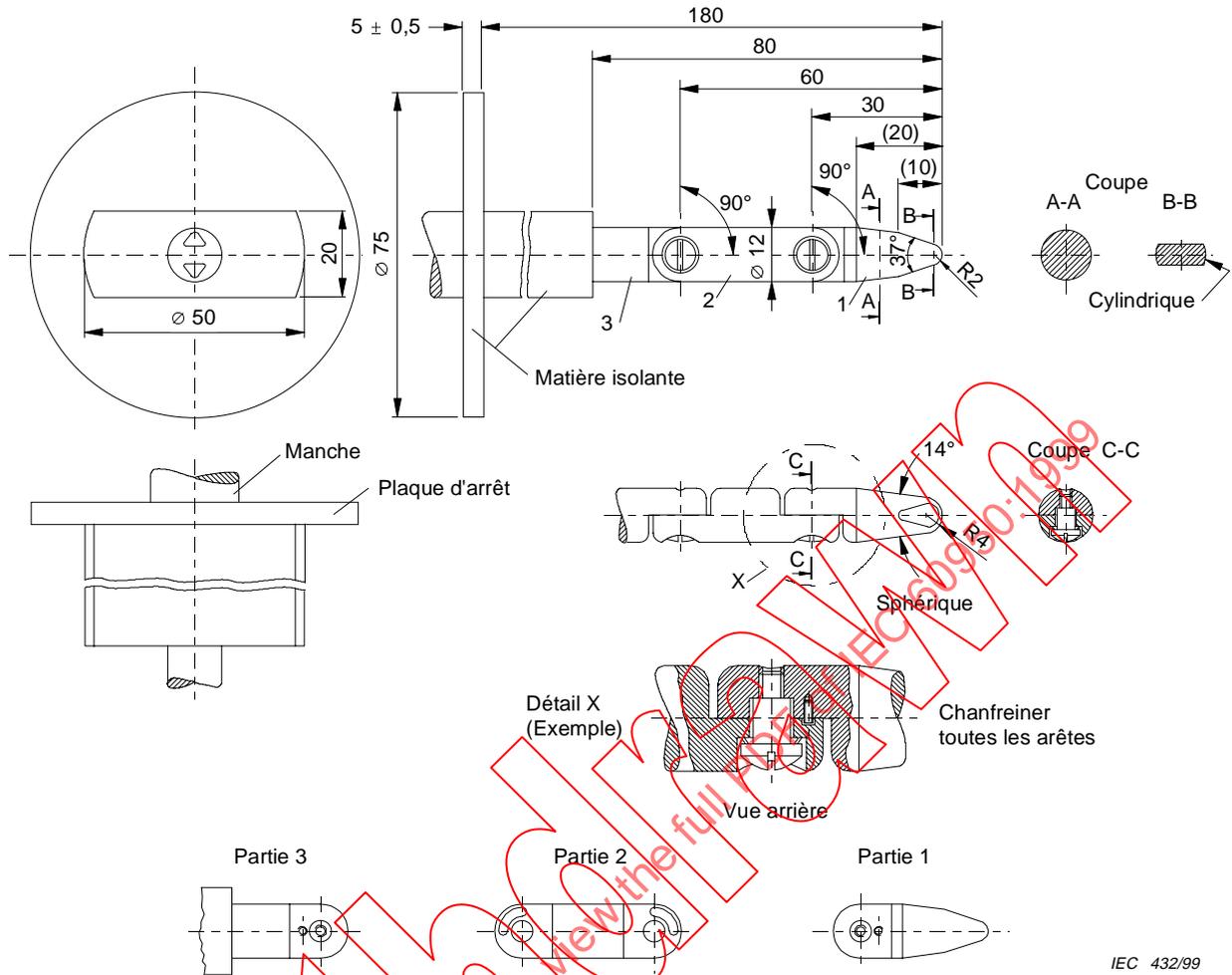
Equipment intended for building-in or rack-mounting, or for incorporation in larger equipment, is tested with access to the equipment limited according to the method of mounting detailed in the installation instructions.

Openings preventing the entry of the test finger, test b) above, are further tested by means of a straight unjointed version of the test finger applied with a force of 30 N. If the unjointed finger enters, test b) is repeated except that the finger is pushed through the opening using any necessary force up to 30 N.

NOTE 4 If an electrical contact indicator is used to show contact, care should be taken to ensure that the application of the test does not damage components of electronic circuits.

The above requirements regarding contact with parts at HAZARDOUS VOLTAGE apply only to HAZARDOUS VOLTAGES not exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. For higher voltages, contact is not permitted, and there shall be an air gap between the part at HAZARDOUS VOLTAGE and the test finger, figure 2A, or the test pin, figure 2B, placed in its most unfavourable position. This air gap shall either have a minimum length equal to the minimum CLEARANCE specified in 2.10.3 for BASIC INSULATION or withstand the relevant electric strength test in 5.2.2. (See figure F.12, point A).

If components are movable, for instance, for the purpose of belt tensioning, the test with the test finger is made with each component in its most unfavourable position within the range of adjustment, the belt being removed, if necessary, for this purpose.



Dimensions linéaires en millimètres

Tolérances des dimensions sans indication de tolérances:

- sur les angles de 14° et 37°: ±15'
- sur les rayons: ±0,1 mm
- sur les dimensions linéaires:
 - ≤15 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$ mm
 - >15 mm et ≤25 mm: ±0,1 mm
 - >25 mm: ±0,3 mm

Matériau du doigt: par exemple acier trempé

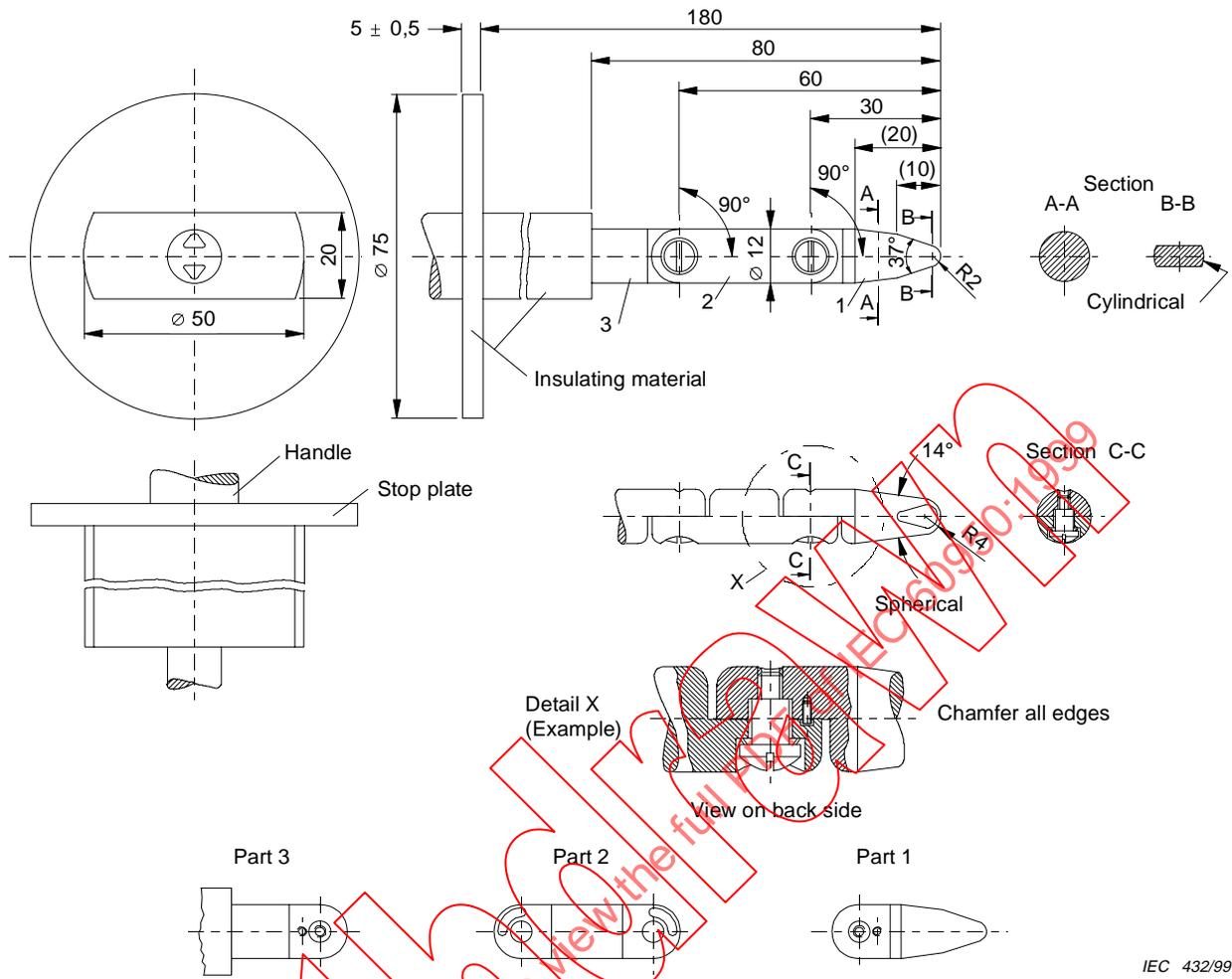
Les deux articulations doivent permettre le mouvement dans le même plan et dans la même direction avec un angle de 90° avec une tolérance comprise entre 0° et +10°.

NOTE 1 - L'emploi de la solution pointe-rainure n'est qu'une des solutions possibles pour limiter l'angle de pliage à 90°. Pour cette raison, les dimensions et les tolérances de ces détails ne sont pas indiquées dans le dessin. La conception réelle doit assurer un angle de pliage de 90° avec une tolérance de 0 à +10°.

NOTE 2 - Les dimensions entre parenthèses sont données uniquement pour information.

NOTE 3 - Les dimensions du doigt d'épreuve sont celles données dans la CEI 61032, figure 2, calibre d'essai B. Dans certains cas, les tolérances sont différentes.

Figure 2A - Doigt d'épreuve



Linear dimensions in millimetres

Tolerances on dimensions without specific tolerances:

- 14° and 37° angles: $\pm 15'$
- on radii: $\pm 0,1$ mm
- on linear dimensions:
 - ≤ 15 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$ mm
 - > 15 mm ≤ 25 mm: $\pm 0,1$ mm
 - > 25 mm: $\pm 0,3$ mm

Material of finger: e.g. heat-treated steel

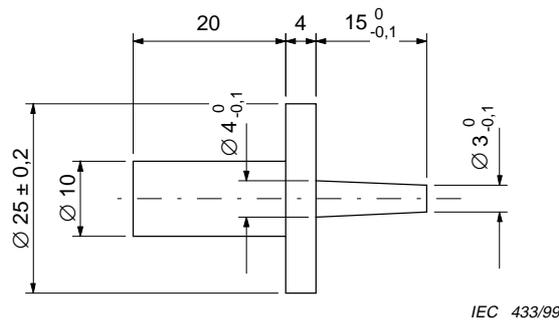
Both joints of this finger can be bent through an angle of $90^\circ \begin{matrix} +10^\circ \\ 0 \end{matrix}$ but in one and the same direction only.

NOTE 1 – Using the pin and groove solution is only one of the possible approaches in order to limit the bending angle to 90° . For this reason, dimensions and tolerances of these details are not given in the drawing. The actual design must insure a 90° bending angle with a 0° to $+10^\circ$ tolerance.

NOTE 2 – Dimensions in parentheses are for information only.

NOTE 3 – The test finger is taken from IEC 61032, figure 2, test probe B. In some cases, the tolerances are different.

Figure 2A – Test finger

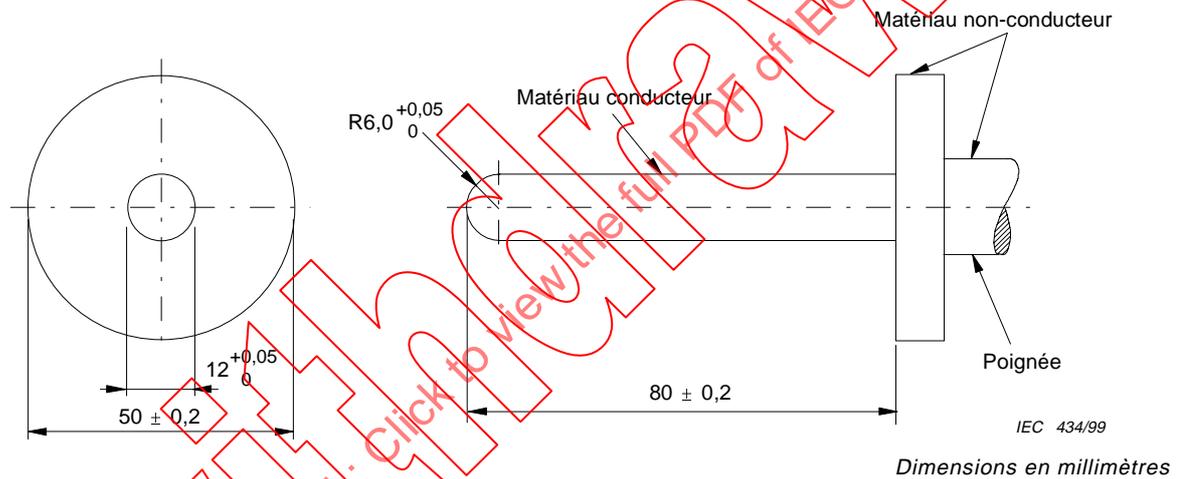


Dimensions en millimètres

Les dimensions de la poignée (Ø 10 et 20) ne sont pas critiques.

NOTE – Les dimensions de la broche d'essai sont celles données dans la CEI 61032, figure 8, calibre d'essai 13. Dans certains cas, les tolérances sont différentes.

Figure 2B – Broche d'essai



Dimensions en millimètres

Figure 2C – Sonde d'essai

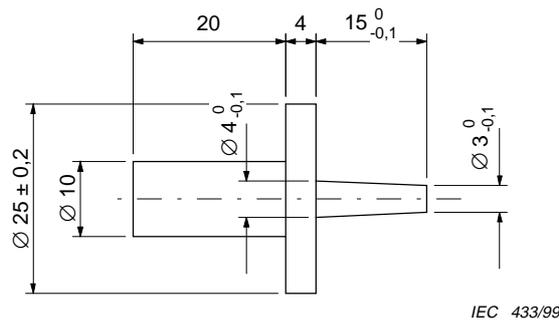
2.1.1.2 Compartiments pour batteries

L'accès aux parties conductrices nues des CIRCUITS TRT à l'intérieur d'un compartiment de batteries dans le matériel, est permis si toutes les conditions suivantes sont remplies:

- le compartiment a une porte qui nécessite une action délibérée pour son ouverture, comme l'emploi d'un OUTIL ou d'un dispositif à verrouillage; et
- le CIRCUIT TRT n'est pas accessible lorsque la porte est fermée;
- il y a près de la porte, ou sur la porte si celle-ci est fixée au matériel, un marquage donnant les instructions pour la protection de l'UTILISATEUR lorsque la porte est ouverte.

NOTE – Une information indiquant que le câble téléphonique doit être séparé du matériel avant l'ouverture de la porte est un exemple d'instruction acceptable.

La vérification est effectuée par examen.

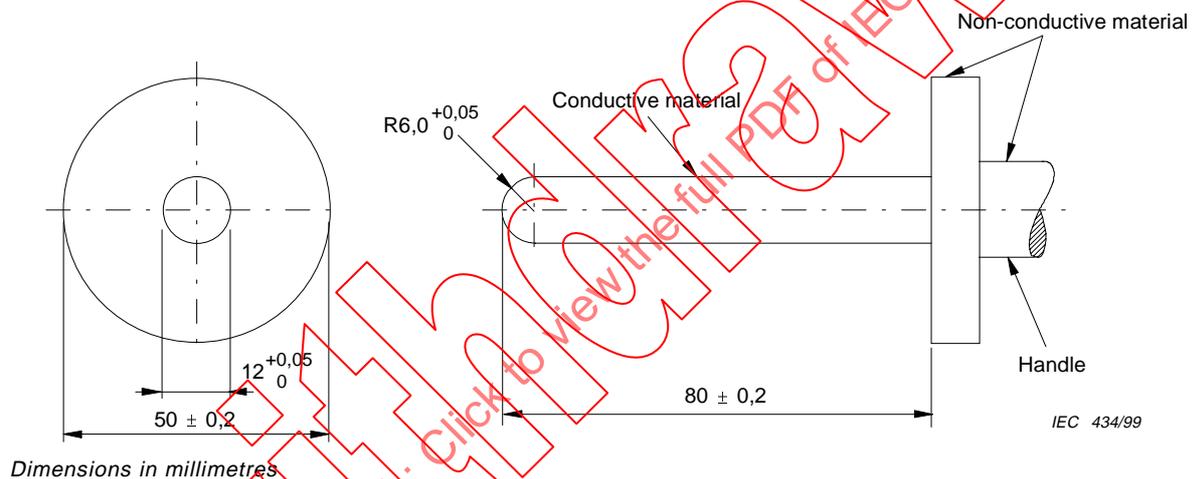


Dimensions in millimetres

The handle dimensions ($\varnothing 10$ and 20) are not critical.

NOTE – The test pin dimensions are those given in IEC 61032, figure 8, test probe 13. In some cases the tolerances are different.

Figure 2B – Test pin



Dimensions in millimetres

Figure 2C – Test probe

2.1.1.2 Battery compartments

Access to bare conductive parts of TNV CIRCUITS within a battery compartment in the equipment is permitted if all of the following conditions are met:

- the compartment has a door that requires a deliberate technique to open, such as the use of a TOOL or latching device; and
- the TNV CIRCUIT is not accessible when the door is closed; and
- there is a marking next to the door, or on the door if the door is secured to the equipment, with instructions for protection of the USER once the door is opened.

NOTE – Information stating that the telephone cord is to be disconnected prior to opening the door is an example of an acceptable instruction.

Compliance is checked by inspection.

2.1.1.3 Accès au câblage TBT

L'accessibilité à l'isolation du câblage interne dans un CIRCUIT TBT par L'OPÉRATEUR est autorisée, pourvu que:

- a) l'isolation soit conforme aux exigences d'une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE détaillées en 3.1.4; ou
- b) toutes les conditions suivantes soient remplies:
 - le câblage ne nécessite pas de manipulation par l'OPÉRATEUR et il est placé de façon que l'OPÉRATEUR n'ait pas la possibilité de tirer dessus, ou il est fixé de façon que les points de connexion soient soulagés de toutes contraintes; et
 - le câblage est placé et fixé de façon à ne pas toucher des parties conductrices accessibles non mises à la terre; et
 - l'isolation satisfait aux essais de rigidité diélectrique du 5.2.2 pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE; et
 - la distance à travers l'isolation est supérieure ou égale aux valeurs données dans le tableau 2A.

Tableau 2A – Distance à travers l'isolation du câblage interne

TENSION DE SERVICE (en cas de défaillance de l'isolation principale)		Distance minimale à travers l'isolation
V crête ou c.c	V efficace (sinusoïdale)	
Supérieure à 71, et inférieure ou égale à 350	Supérieure à 50, et inférieure ou égale à 250	0,17
Supérieure à 350	Supérieure à 250	0,31

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, par les essais de 5.2.2.

2.1.1.4 Circuits sous tension dangereuse

L'isolation du câblage interne sous TENSION DANGEREUSE qui est accessible à L'OPÉRATEUR ou qui n'est pas placé ou fixé pour l'empêcher de toucher des parties conductrices accessibles non mises à la terre, doit satisfaire aux prescriptions de 3.1.4 pour l'ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, si nécessaire, par un essai.

2.1.1.5 Dangers de transfert d'énergie

Il ne doit pas y avoir de risques de transfert d'énergie dans une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR.

La vérification est effectuée au moyen du doigt d'épreuve, figure 2A (voir 2.1.1.1), en position droite, appliqué sans force appréciable. Il ne doit pas être possible de court-circuiter avec ce doigt d'épreuve deux ou plusieurs parties nues, dont l'une peut être une partie conductrice mise à la terre, entre lesquelles existe un NIVEAU D'ÉNERGIE DANGEREUX.

2.1.1.3 Access to ELV wiring

Insulation of internal wiring in an ELV CIRCUIT is permitted to be accessible to an OPERATOR provided that:

- a) the insulation meets the requirements for SUPPLEMENTARY INSULATION detailed in 3.1.4; or
- b) all of the following apply:
 - the wiring does not need to be handled by the OPERATOR and is so placed that the OPERATOR is unlikely to pull on it, or is so fixed that the connecting points are relieved from strain; and
 - the wiring is routed and fixed so as not to touch unearthed accessible conductive parts; and
 - the insulation passes the electric strength test of 5.2.2 for SUPPLEMENTARY INSULATION; and
 - the distance through the insulation is not less than that given in table 2A:

Table 2A – Distance through insulation of internal wiring

WORKING VOLTAGE (in case of failure of BASIC INSULATION)		Minimum distance through insulation mm
V peak or d.c.	V r.m.s. (sinusoidal)	
Over 71, up to 350	Over 50, up to 250	0,17
Over 350	Over 250	0,31

Compliance is checked by inspection and measurement, and by the test of 5.2.2.

2.1.1.4 Access to hazardous voltage circuit wiring

Where the insulation of internal wiring at HAZARDOUS VOLTAGE is accessible to an OPERATOR, or is not routed and fixed to prevent it from touching unearthed accessible conductive parts, it shall meet the requirements of 3.1.4 for DOUBLE or REINFORCED INSULATION.

Compliance is checked by inspection and measurement and, if necessary, by test.

2.1.1.5 Energy hazards

There shall be no energy hazard in OPERATOR ACCESS AREAS.

Compliance is checked by means of the test finger, figure 2A (see 2.1.1.1), in a straight position, applied without appreciable force. It shall not be possible to bridge with this test finger two or more bare parts, one of which may be an earthed conductive part, between which a HAZARDOUS ENERGY LEVEL exists.

2.1.1.6 Organes de commande

Les axes conducteurs des boutons de commande, des poignées, des leviers et des organes de manoeuvre analogues ne doivent pas être connectés à des parties sous TENSION DANGEREUSE, des CIRCUITS TBT ou des CIRCUITS TRT.

En plus, les poignées, leviers, boutons de commande et les organes de manoeuvres analogues conducteurs qui sont manoeuvrés en usage normal et qui sont mis à la terre uniquement par un pivot ou par un roulement doivent être soit:

- séparés des TENSIONS DANGEREUSES par une ISOLATION DOUBLE OU RENFORCÉE; ou
- avoir leurs parties accessibles couvertes par une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE.

La vérification est effectuée par examen.

2.1.1.7 Décharge des condensateurs dans le circuit primaire

Le matériel doit être conçu de façon qu'en un point externe de déconnexion de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, le risque de choc électrique dû à la charge des condensateurs connectés dans le CIRCUIT PRIMAIRE soit réduit.

La vérification est effectuée par examen du matériel et des schémas des circuits correspondants en tenant compte de la possibilité de déconnexion de l'alimentation avec l'interrupteur «MARCHE»/«ARRÊT» dans chacune des positions.

Le matériel est considéré comme conforme si tout condensateur ayant une valeur de capacité nominale ou marquée supérieure à 0,1 μ F et relié au CIRCUIT PRIMAIRE, a un moyen de décharge résultant en une constante de temps inférieure ou égale à:

- 1 s pour les MATÉRIELS DU TYPE A RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT; et
- 10 s pour LES MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE ET POUR LES MATÉRIELS DU TYPE B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT.

La constante de temps correspondante est le produit de la capacité effective en microfarads par la résistance effective de décharge en mégohms. S'il est difficile de déterminer les valeurs de la capacité effective et de la résistance effective, une mesure de l'atténuation de la tension au point externe de déconnexion peut être utilisée.

NOTE – Pendant un intervalle égal à une constante de temps, la tension doit s'être abaissée à 37 % de sa valeur initiale.

2.1.2 Protection dans les zones d'accès pour l'entretien

Dans une ZONE D'ACCÈS POUR L'ENTRETIEN, les prescriptions suivantes s'appliquent.

Les parties nues sous des TENSIONS DANGEREUSES doivent être situées ou protégées de sorte que des contacts involontaires avec de telles parties ne soient pas susceptible de se produire au cours d'opérations d'entretien concernant d'autres parties du matériel.

Les parties nues fonctionnant sous des TENSIONS DANGEREUSES doivent être situées ou protégées de sorte qu'un court-circuit involontaire avec des CIRCUITS TBTS ou des CIRCUITS TRT, par exemple par des OUTILS ou des sondes d'essai utilisés par le PERSONNEL D'ENTRETIEN, soit improbable.

2.1.1.6 Manual controls

Conductive shafts of operating knobs, handles, levers and the like shall not be connected to parts at HAZARDOUS VOLTAGES, to ELV CIRCUITS or to TNV CIRCUITS.

In addition, conductive operating knobs, handles, levers and the like which are manually moved in normal use and which are earthed only through a pivot or bearing, shall either:

- be separated from parts at HAZARDOUS VOLTAGES by DOUBLE OR REINFORCED INSULATION; or
- have their accessible parts covered by SUPPLEMENTARY INSULATION.

Compliance is checked by inspection.

2.1.1.7 Discharge of capacitors in the primary circuit

Equipment shall be so designed that, at an external point of disconnection of the AC MAINS SUPPLY, the risk of electric shock from stored charge on capacitors connected in the PRIMARY CIRCUIT is reduced.

Compliance is checked by inspection of the equipment and relevant circuit diagrams, taking into account the possibility of disconnection of the supply with the "ON"/"OFF" switch in either position.

Equipment is considered to comply if any capacitor having a marked or nominal capacitance exceeding $0,1 \mu\text{F}$ and connected to the PRIMARY CIRCUIT has a means of discharge resulting in a time constant not exceeding:

- 1 s for PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A; and
- 10 s for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT and for PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B.

The relevant time constant is the product of the effective capacitance in microfarads and the effective discharge resistance in megohms. If it is difficult to determine the effective capacitance and resistance values, a measurement of voltage decay at the point of external disconnection can be used.

NOTE – During an interval equal to one time constant, the voltage will have decayed to 37 % of its original value.

2.1.2 Protection in service access areas

In a SERVICE ACCESS AREA, the following requirements apply.

Bare parts at HAZARDOUS VOLTAGES shall be located or guarded so that unintentional contact with such parts is unlikely during service operations involving other parts of the equipment.

Bare parts at HAZARDOUS VOLTAGE shall be located or guarded so that accidental shorting to SELV CIRCUITS or to TNV CIRCUITS, for example by TOOLS or test probes used by SERVICE PERSONNEL, is unlikely.

Aucune prescription n'est spécifiée concernant l'accessibilité aux CIRCUITS TBT ou aux CIRCUITS TRT. Toutefois, les parties nues qui présentent un risque de transfert d'énergie doivent être situées ou protégées de telle façon qu'un pontage involontaire par des matériaux conducteurs qui peuvent être présents ne soit pas susceptible de se produire pendant les opérations d'entretien concernant d'autres parties du matériel.

Toutes les protections prescrites pour la conformité à 2.1.2 doivent être aisément amovibles et remplaçables si leur enlèvement est nécessaire pour l'entretien.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures. Pour décider si un contact avec des parties nues est ou n'est pas susceptible de se produire, il faut tenir compte de la façon dont le PERSONNEL D'ENTRETIEN a besoin d'accéder au-delà, ou à proximité, des parties nues pour intervenir sur d'autres parties.

2.1.3 Protection dans les emplacements à accès restreint

Pour les matériels à installer dans les EMBLEMES À ACCÈS RESTREINT, les prescriptions pour les ZONES D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR s'appliquent à l'exception de ce qui est permis dans les trois alinéas suivants.

Si un CIRCUIT SECONDAIRE SOUS TENSION DANGEREUSE est utilisé pour alimenter un générateur de signal de sonnerie qui satisfait à 2.3.1 b), le contact avec les parties nues du circuit est permis avec le doigt d'épreuve, figure 2A (voir 2.1.1.1). Toutefois, de telles parties doivent être situées ou protégées de telle sorte qu'un contact involontaire ne soit pas susceptible de se produire.

Les parties nues qui présentent un risque de transfert d'énergie doivent être situées ou protégées de telle façon qu'un pontage involontaire par des matériaux conducteurs qui peuvent être présents ne soit pas susceptible de se produire.

Aucune prescription n'est spécifiée concernant le contact avec les parties nues des CIRCUITS TRT-1, TRT-2, ET TRT-3.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures. Pour décider si un contact avec des parties nues est ou n'est pas susceptible de se produire, il faut tenir compte de la façon dont le PERSONNEL D'ENTRETIEN a besoin d'accéder au-delà, ou à proximité, des parties nues pour intervenir sur d'autres parties.

2.2 Circuits TBTS

2.2.1 Prescriptions générales

Les CIRCUITS TBTS doivent présenter des tensions de contact sûres, à la fois dans les conditions normales de fonctionnement et après un premier défaut (voir 1.4.14).

La conformité à 2.2.1 à 2.2.4 est vérifiée par examen et par les essais appropriés.

2.2.2 Tensions dans les conditions normales

Dans un CIRCUIT TBTS unique ou dans des CIRCUITS TBTS interconnectés, la tension entre deux conducteurs quelconques du CIRCUIT ou des CIRCUITS TBTS et entre un de ces conducteurs quelconques et la terre (voir 1.4.9), ne doit pas dépasser 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue, dans les conditions normales de fonctionnement.

NOTE – Un circuit destiné à être connecté à un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS qui est soumis à des surtensions, s'il est conforme aux exigences ci-dessus est un CIRCUIT TRT-1.

No requirement is specified regarding access to ELV CIRCUITS or to TNV CIRCUITS. However, bare parts that involve an energy hazard shall be located or guarded so that unintentional bridging by conductive materials that might be present is unlikely during service operations involving other parts of the equipment.

Any guards required for compliance with 2.1.2 shall be easily removable and replaceable if removal is necessary for servicing.

Compliance is checked by inspection and measurement. In deciding whether or not unintentional contact is likely, account is taken of the way SERVICE PERSONNEL need to gain access past, or near to, the bare parts in order to service other parts.

2.1.3 Protection in restricted access locations

For equipment to be installed in a RESTRICTED ACCESS LOCATION, the requirements for OPERATOR ACCESS AREAS apply, except as permitted in the following three paragraphs.

If a SECONDARY CIRCUIT at HAZARDOUS VOLTAGE is used to supply a ringing signal generator that complies with 2.3.1 b), contact with bare parts of the circuit is permitted with the test finger, figure 2A (see 2.1.1.1). However, such parts shall be so located or guarded that unintentional contact is unlikely.

Bare parts that involve an energy hazard shall be located or guarded so that unintentional bridging by conductive materials that might be present is unlikely.

No requirement is specified regarding contact with bare parts of TNV-1, TNV-2 and TNV-3 CIRCUITS.

Compliance is checked by inspection and measurement. In deciding whether or not unintentional contact is likely, account is taken of the need to gain access past, or near to, the bare parts.

2.2 SELV circuits

2.2.1 General requirements

SELV CIRCUITS shall exhibit voltages that are safe to touch both under normal operating conditions and after a single fault (see 1.4.14).

Compliance with 2.2.1 to 2.2.4 is checked by inspection and relevant tests.

2.2.2 Voltages under normal conditions

In a single SELV CIRCUIT or in interconnected SELV CIRCUITS, the voltage between any two conductors of the SELV CIRCUIT or CIRCUITS, and between any one such conductor and earth (see 1.4.9), shall not exceed 42,4 V peak, or 60 V d.c., under normal operating conditions.

NOTE – A circuit that meets the above requirements, but that is subject to overvoltages from a TELECOMMUNICATION NETWORK, is a TNV-1 CIRCUIT.

2.2.3 Tensions dans les conditions de défaut

A l'exception de ce qui est permis en 2.3.2, dans l'éventualité du premier défaut (voir 1.4.14), les tensions entre deux conducteurs quelconques du CIRCUIT ou de CIRCUITS TBTS et entre un de ces conducteurs quelconques et la terre (voir 1.4.9), ne doivent pas être supérieures à 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue, pendant plus de 0,2 s. De plus, une limite de 71 V valeur de crête, ou 120 V tension continue, ne doit pas être dépassée.

NOTE – Au Canada et aux Etats-Unis, l'exception prévue en 2.3.2 n'est pas permise.

A l'exception de ce qui est permis en 2.2.4, l'une des méthodes spécifiées en 2.2.3.1, 2.2.3.2 ou 2.2.3.3 doit être utilisée.

Il est permis que certaines parties d'un circuit (par exemple un circuit transformateur-redresseur) satisfassent aux prescriptions pour les CIRCUITS TBTS et soient accessibles à l'OPÉRATEUR, alors que d'autres parties du même circuit ne satisfont pas à toutes les prescriptions pour le CIRCUIT TBTS et ne sont donc pas autorisées à être accessibles à l'OPÉRATEUR.

2.2.3.1 Séparation par une isolation double ou renforcée (méthode 1)

Lorsqu'un CIRCUIT TBTS est séparé des autres circuits par une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE seulement, une des constructions suivantes doit être employée:

- assurer la séparation permanente par des barrières, guidage ou fixation appropriés; ou
- assurer une isolation de tout le câblage interne adjacent concerné, calculée pour la TENSION DE SERVICE la plus élevée présente; ou
- assurer une isolation, soit sur le câblage du CIRCUIT TBTS soit sur celui des autres circuits, satisfaisant aux prescriptions d'isolement pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou RENFORCÉE, suivant ce qui s'applique, pour la TENSION DE SERVICE la plus élevée présente; ou
- assurer une couche supplémentaire d'isolation, lorsque c'est nécessaire, soit sur le câblage du CIRCUIT TBTS soit sur celui des autres circuits; ou
- fournir deux transformateurs séparés en tandem, l'un fournissant l'ISOLATION PRINCIPALE, l'autre l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE; ou
- utiliser tout autre moyen assurant une isolation équivalente.

2.2.3.2 Séparation par un écran mis à la terre (méthode 2)

Lorsque des parties de CIRCUITS TBTS sont séparées de parties sous TENSION DANGEREUSE par un écran mis à la terre ou par d'autres parties conductrices mises à la terre, les parties sous TENSION DANGEREUSE doivent être séparées des parties mises à la terre par au moins une ISOLATION PRINCIPALE. Les parties mises à la terre doivent satisfaire aux prescriptions de 2.6.

2.2.3.3 Protection par mise à la terre du circuit TBTS (méthode 3)

Les parties des CIRCUITS TBTS protégées par mise à la terre doivent être reliées à la borne de mise à la terre de protection, de manière à satisfaire aux prescriptions de 2.2.3 par des impédances relatives des circuits ou par le fonctionnement d'un dispositif de protection, ou les deux. A l'exception de ce qui est permis en 2.3.2 les parties de CIRCUITS TBTS doivent aussi être séparées des parties de circuits non TBTS par une ISOLATION PRINCIPALE. Le CIRCUIT TBTS doit avoir une capacité de passage de courant de défaut suffisante pour assurer le fonctionnement du dispositif de protection éventuel et pour assurer que le chemin de passage du courant de défaut à la terre ne s'ouvrira pas (voir 2.6).

2.2.3 Voltages under fault conditions

Except as permitted in 2.3.2, in the event of a single fault (see 1.4.14), the voltages between any two conductors of the SELV CIRCUIT or CIRCUITS and between any one such conductor and earth (see 1.4.9) shall not exceed 42,4 V peak, or 60 V d.c., for longer than 0,2 s. Moreover, a limit of 71 V peak, or 120 V d.c., shall not be exceeded.

NOTE – In Canada and the United States, the exception mentioned in 2.3.2 is not permitted.

Except as permitted in 2.2.4, one of the methods specified in 2.2.3.1, 2.2.3.2, or 2.2.3.3 shall be used.

It is permitted for some parts of a circuit (e.g. a transformer-rectifier circuit) to comply with all of the requirements for SELV CIRCUITS and to be OPERATOR-accessible, while other parts of the same circuit do not comply with all of the requirements for SELV CIRCUITS and are therefore not permitted to be OPERATOR-accessible.

2.2.3.1 Separation by double or reinforced insulation (Method 1)

Where an SELV CIRCUIT is separated from other circuits by DOUBLE or REINFORCED INSULATION only, one of the following constructions shall be used:

- provide permanent separation by barriers, routing or fixing; or
- provide insulation of all adjacent wiring involved that is rated for the highest WORKING VOLTAGE present; or
- provide insulation on either the wiring of the SELV CIRCUIT or that of the other circuits that meets the insulation requirements for SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION, as appropriate, for the highest WORKING VOLTAGE present; or
- provide an additional layer of insulation, where required, over either the wiring of the SELV CIRCUIT or that of the other circuits; or
- provide two separate transformers in tandem, where one transformer provides BASIC INSULATION and the other transformer provides SUPPLEMENTARY INSULATION; or
- use any other means providing equivalent insulation.

2.2.3.2 Separation by earthed screen (Method 2)

Where SELV CIRCUITS are separated from parts at HAZARDOUS VOLTAGE by an earthed screen or other earthed conductive parts, the parts at HAZARDOUS VOLTAGE shall be separated from the earthed parts by BASIC INSULATION. The earthed parts shall comply with 2.6.

2.2.3.3 Protection by earthing of the SELV circuit (Method 3)

Parts of SELV CIRCUITS protected by earthing shall be connected to a protective earthing terminal in such a way that the requirements of 2.2.3 are met by relative circuit impedances or by the operation of a protective device or both. Except as permitted in 2.3.2, parts of SELV CIRCUITS shall also be separated from parts of non-SELV CIRCUITS by BASIC INSULATION. The SELV CIRCUIT shall have adequate fault current-carrying capacity to ensure operation of the protective device, if any, and to ensure that the fault current path to earth will not open (see 2.6).

NOTE 1 – Des parties différentes d'un même CIRCUIT TBTS peuvent être protégées par des méthodes différentes, par exemple:

- méthode 2 dans un transformateur alimentant un redresseur à pont; et
- méthode 1 pour le CIRCUIT SECONDAIRE sous tension alternative; et
- méthode 3 à la sortie du redresseur à pont.

NOTE 2 – Pour les conditions normales, la limite de tension des CIRCUITS TBTS est la même que pour un CIRCUIT TBT; un CIRCUIT TBTS peut être considéré comme un CIRCUIT TBT avec une protection supplémentaire dans les conditions de défaut.

2.2.4 Connexion des circuits TBTS à d'autres circuits

Il est permis que les CIRCUITS TBTS soient connectés à d'autres circuits pourvu que toutes les conditions suivantes soient remplies:

- à l'exception de ce qui est permis en 1.5.7 et 2.4.3, le CIRCUIT TBTS doit être séparé de tout CIRCUIT PRIMAIRE (y compris le neutre) à l'intérieur du matériel par une ISOLATION PRINCIPALE; et
- le CIRCUIT TBTS satisfait aux limites de 2.2.2 dans les conditions normales de fonctionnement; et
- à l'exception de ce qui est spécifié en 2.3.2, le CIRCUIT TBTS satisfait aux limites de 2.2.3 dans le cas de premier défaut (voir 1.4.14) dans le CIRCUIT TBTS, ou dans le CIRCUIT SECONDAIRE auquel il est connecté.

Si un CIRCUIT TBTS est connecté à un ou plusieurs autres circuits, le CIRCUIT TBTS est la partie qui satisfait aux prescriptions de 2.2.2 et 2.2.3.

Si un CIRCUIT TBTS est alimenté électriquement par un CIRCUIT SECONDAIRE qui est séparé d'un circuit sous TENSION DANGEREUSE par:

- une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE, ou
- un écran conducteur mis à la terre qui est séparé du circuit SOUS TENSION DANGEREUSE par une ISOLATION PRINCIPALE;

le CIRCUIT TBTS doit être considéré comme étant séparé du circuit sous TENSION DANGEREUSE par la même méthode.

NOTE – Pour les exigences concernant la Norvège, voir 1.7.2, note 4 et 6.1.2.1, note 3.

2.3 Circuits TRT

2.3.1 Limites

Dans un CIRCUIT TRT unique ou dans des CIRCUITS TRT interconnectés, la tension entre deux conducteurs quelconques du ou des CIRCUITS TRT, et entre un de ces conducteurs quelconques et la terre (voir 1.4.9), doit satisfaire à ce qui suit.

a) CIRCUITS TRT-1

Les tensions ne dépassent pas ce qui suit:

- les limites de 2.2.2 pour un CIRCUIT TBTS dans les conditions normales de fonctionnement;
- les limites de la figure 2D mesurées à travers une résistance de $5\,000\ \Omega \pm 2\%$ dans l'éventualité d'un premier défaut (voir 1.4.14) dans le matériel.

NOTE 1 – Dans l'éventualité d'un premier défaut de l'isolation ou de la défaillance d'un composant, la limite après 200 ms est la limite du 2.3.1 b) pour un CIRCUIT TRT-2 ou TRT-3 pour les conditions normales de fonctionnement.

NOTE 1 – Different parts of the same SELV CIRCUIT may be protected by different methods, for example:

- Method 2 within a power transformer feeding a bridge rectifier; and
- Method 1 for the a.c. SECONDARY CIRCUIT; and
- Method 3 at the output of the bridge rectifier.

NOTE 2 – For normal conditions the SELV CIRCUIT voltage limit is the same for an ELV CIRCUIT; an SELV CIRCUIT may be regarded as an ELV CIRCUIT with additional protection under fault conditions.

2.2.4 Connection of SELV circuits to other circuits

An SELV CIRCUIT is permitted to be connected to other circuits provided that, when it is so connected, all of the following conditions are met:

- except as permitted by 1.5.7 and 2.4.3, the SELV CIRCUIT is separated by BASIC INSULATION from any PRIMARY CIRCUIT (including the neutral) within the equipment; and
- the SELV CIRCUIT meets the limits of 2.2.2 under normal operating conditions; and
- except as specified in 2.3.2, the SELV CIRCUIT meets the limits of 2.2.3 in the event of a single fault (see 1.4.14) in the SELV CIRCUIT or in the SECONDARY CIRCUIT to which it is connected.

If an SELV CIRCUIT is connected to one or more other circuits, the SELV CIRCUIT is that part which complies with the requirements of 2.2.2 and 2.2.3.

If an SELV CIRCUIT obtains its supply conductively from a SECONDARY CIRCUIT which is separated from a HAZARDOUS VOLTAGE circuit by either:

- DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION; or
- an earthed conductive screen that is separated from the HAZARDOUS VOLTAGE circuit by BASIC INSULATION;

the SELV CIRCUIT shall be considered as being separated from the HAZARDOUS VOLTAGE circuit by the same method.

NOTE – For requirements in Norway, see 1.7.2, note 4 and 6.1.2.1, note 3.

2.3 TNV circuits

2.3.1 Limits

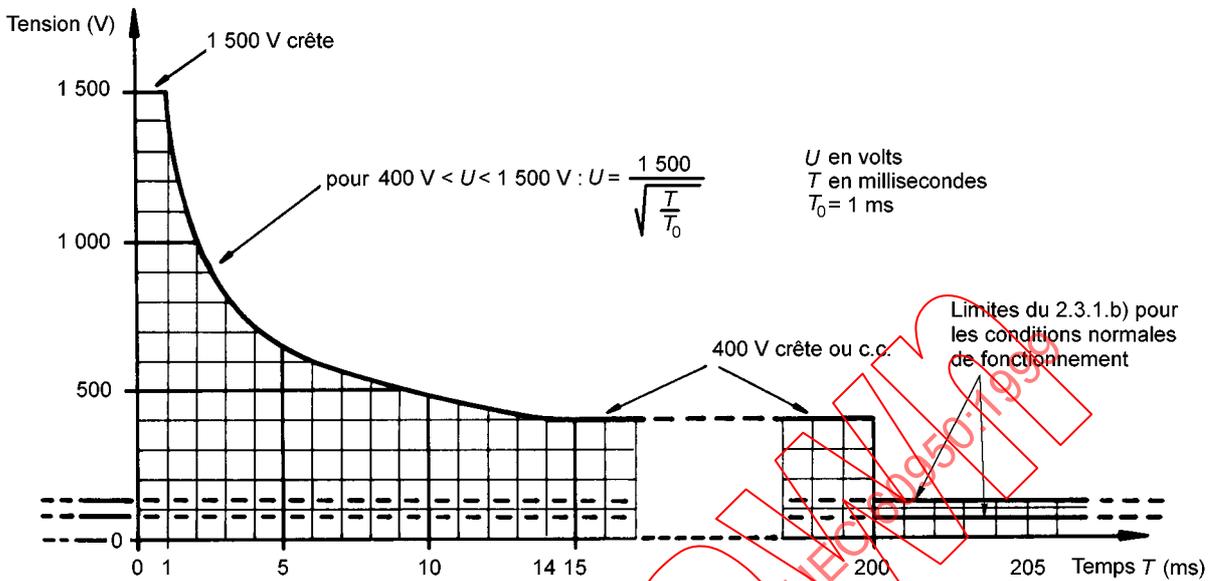
In a single TNV CIRCUIT or interconnected TNV CIRCUITS, the voltage between any two conductors of the TNV CIRCUIT or CIRCUITS and between any one such conductor and earth (see 1.4.9) shall comply with the following:

a) TNV-1 CIRCUITS

The voltages do not exceed the following:

- the limits in 2.2.2 for an SELV CIRCUIT under normal operating conditions;
- the limits of figure 2D measured across a $5\,000\ \Omega \pm 2\%$ resistor in the event of a single fault (see 1.4.14) within the equipment.

NOTE 1 – In the event of a single insulation or component failure, the limit after 200 ms is the limit in 2.3.1 b) for a TNV-2 or TNV-3 CIRCUIT for normal operating conditions.



IEC 435/99

Figure 2D – Tensions maximales admises après un premier défaut

b) CIRCUITS TRT-2 et TRT-3

Les tensions dépassent les limites de 2.2.2 pour un CIRCUIT TBTS mais ne dépassent pas ce qui suit:

- lorsque les signaux de sonnerie de téléphone sont présents, des tensions telles que le signal satisfait aux critères des articles M.2 ou M.3;
- en l'absence de signaux de sonnerie de téléphone;
 - une combinaison des TENSIONS CONTINUE et alternative dans les conditions normales de fonctionnement, telle que:

$$\frac{U_{ca}}{70,7} + \frac{U_{cc}}{120} \leq 1$$

où

U_{ca} est la valeur crête de la tension alternative (V) à n'importe quelle fréquence;

U_{cc} est la valeur de la TENSION CONTINUE (V).

NOTE 2 – Si $U_{cc} = 0$, U_{ca} peut atteindre 70,7 V crête.

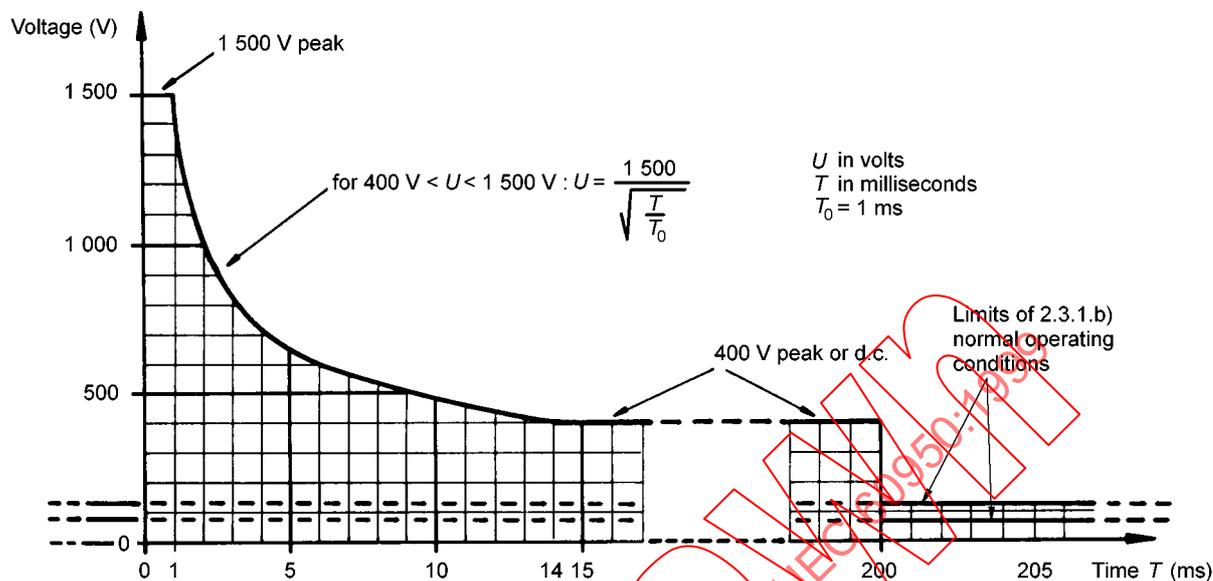
NOTE 3 – Si $U_{ca} = 0$, U_{cc} peut atteindre 120 V.

et

- les limites de la figure 2D mesurées à travers une résistance de $5\,000 \Omega \pm 2\%$ dans l'éventualité d'un premier défaut (voir 1.4.14) dans le matériel.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

NOTE 4 – Les signaux télégraphiques et les signaux de télétype peuvent être présents sur les RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS existants. Toutefois, comme l'utilisation de ces signaux est considérée comme obsolète, leurs caractéristiques de CIRCUITS TRT ne sont pas prises en considération dans la présente norme.



IEC 435/99

Figure 2D – Maximum voltages permitted after a single fault

b) TNV-2 CIRCUITS and TNV-3 CIRCUITS

The voltages exceed the limits in 2.2.2 for an SELV CIRCUIT but do not exceed the following:

- when telephone ringing signals are present, voltages such that the signal complies with the criteria of either M.2 or M.3;
- when telephone ringing signals are not present;
 - a combination of a.c. voltage and DC VOLTAGE under normal operating conditions such that:

$$\frac{U_{ac}}{70,7} + \frac{U_{dc}}{120} \leq 1$$

where

U_{ac} is the peak value of the a.c. voltage (V) at any frequency;

U_{dc} is the value of the DC VOLTAGE (V).

NOTE 2 –When U_{dc} is zero, U_{ac} can be up to 70,7 V peak.

NOTE 3 –When U_{ac} is zero, U_{dc} can be up to 120 V.

and

- the limits of figure 2D measured across a $5\,000\ \Omega \pm 2\%$ resistor in the event of a single fault (see 1.4.14) within the equipment.

Compliance is checked by inspection and measurement.

NOTE 4 – Telegraph and teletypewriter signals may be present on existing TELECOMMUNICATION NETWORKS. However, these signals are considered to be obsolescent and their characteristics are not considered in this standard.

2.3.2 Séparation d'autres circuits et des parties accessibles

NOTE 1 – Voir aussi 6.1.2 et 6.2

La séparation des CIRCUITS TBTS, des CIRCUITS TRT-1 et des parties conductrices accessibles par rapport aux CIRCUITS TRT-2 et TRT-3 doit être telle que dans l'éventualité d'un premier défaut (voir 1.4.14), les limites spécifiées en 2.3.1 b) pour les CIRCUITS TRT-2 et TRT-3 dans les conditions normales de fonctionnement ne soient pas dépassées sur les CIRCUITS TBTS, les CIRCUITS TRT-1 et les parties conductrices accessibles.

NOTE 2 – Au Canada et aux Etats-Unis, dans l'éventualité d'un premier défaut tel que décrit ci-dessus, les limites de 2.2.3 s'appliquent.

NOTE 3 – Dans les conditions normales de fonctionnement, les limites de 2.2.2 s'appliquent toujours à chaque CIRCUIT TBTS et partie conductrice accessible.

NOTE 4 – Les limites de 2.3.1 s'appliquent toujours à chaque CIRCUIT TRT.

Les prescriptions de séparation seront satisfaites si l'ISOLATION PRINCIPALE est assurée comme indiqué dans le tableau 2G (voir 2.9.5). D'autres solutions ne sont pas exclues.

L'ISOLATION PRINCIPALE n'est pas requise pourvu que toutes les conditions suivantes soient remplies:

- le CIRCUIT TBTS, le CIRCUIT TRT-1 ou la partie conductrice accessible doit être connecté à une borne de mise à la terre de protection conformément à 2.6; et
- pour les MATÉRIELS DE TYPE A RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT, une borne de mise à la terre séparée doit être fournie en plus de la borne principale de mise à la terre de protection, si elle existe (voir 2.6.4.1). Les instructions d'installation doivent spécifier que cette borne séparée de mise à la terre de protection est reliée à la terre de façon permanente; et
- pour les MATÉRIELS DE TYPE B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT, le matériel doit soit être conforme aux prescriptions ci-dessus pour les MATÉRIELS DE TYPE A RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT, soit être muni à la fois d'un marquage sur le matériel et d'une déclaration dans les instructions d'installation, spécifiant que L'UTILISATEUR devra déconnecter toutes les connexions au RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS avant de déconnecter l'alimentation; et

NOTE 5 – Les MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE sont supposés avoir la borne principale de mise à la terre de protection reliée de façon permanente à la terre.

- l'essai de 2.3.5 doit être effectué si le CIRCUIT TRT-2 ou TRT-3 est destiné à recevoir des signaux ou de la puissance qui sont générés à l'extérieur pendant le fonctionnement normal (par exemple dans un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS).

Au choix du constructeur, il est permis de traiter un CIRCUIT TRT-1 ou un CIRCUIT TRT-2 comme un CIRCUIT TRT-3. Dans ce cas, le CIRCUIT TRT-1 ou le CIRCUIT TRT-2 doit satisfaire à toutes les prescriptions pour un CIRCUIT TRT-3.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures, et, lorsque c'est nécessaire, par simulation des défaillances de composants ou de l'isolation telles qu'elles sont susceptibles de survenir dans le matériel. Avant les essais, une isolation qui ne satisfait pas aux prescriptions pour l'ISOLATION PRINCIPALE est court-circuitée.

NOTE 6 – Lorsque L'ISOLATION PRINCIPALE est fournie et lorsque 6.2.1 s'applique aussi à cette isolation, la tension d'essai prescrite en 6.2.2 est, dans la plupart des cas, supérieure à celle pour l'ISOLATION PRINCIPALE.

NOTE 7 – Pour les exigences concernant la Norvège, voir 6.1.2.1, note 3.

NOTE 8 – Au Danemark, l'isolation entre les CIRCUITS TRT et toute partie ou tout circuit relié à la terre doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique à 500 V valeur efficace, en courant alternatif, pendant 1 min.

2.3.2 Separation from other circuits and from accessible parts

NOTE 1 – See also 6.1.2 and 6.2.

Separation of SELV CIRCUITS, TNV-1 CIRCUITS and accessible conductive parts from TNV-2 CIRCUITS and TNV-3 CIRCUITS shall be such that in the event of a single fault (see 1.4.14), the limits specified in 2.3.1 b) for TNV-2 CIRCUITS and TNV-3 CIRCUITS under normal operating conditions are not exceeded on the SELV CIRCUITS, TNV-1 CIRCUITS and accessible conductive parts.

NOTE 2 – In Canada and the United States, in the event of a single fault as described above, the limits of 2.2.3 apply.

NOTE 3 – Under normal operating conditions, the limits of 2.2.2 always apply to each SELV CIRCUIT and accessible conductive part.

NOTE 4 – The limits of 2.3.1 always apply to each TNV CIRCUIT.

The separation requirements will be met if BASIC INSULATION is provided as indicated in table 2G (see 2.9.5), other solutions are not excluded.

BASIC INSULATION is not required provided that all of the following are met:

- the SELV CIRCUIT, TNV-1 CIRCUIT or accessible conductive part shall be connected to a protective earthing terminal in accordance with 2.6; and
- for PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A, a separate protective earthing terminal shall be provided in addition to the main protective earthing terminal, if any (see 2.6.4.1). The installation instructions shall specify that this separate protective earthing terminal be permanently connected to earth; and
- for PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B, the equipment shall either comply with the above requirements for PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A or be provided with both a marking on the equipment and a statement in the installation instructions, specifying that the USER is to disconnect all TELECOMMUNICATION NETWORK connectors before disconnecting the power; and

NOTE 5 – PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT is assumed to have the main protective earthing terminal permanently connected to earth.

- the test of 2.3.5 shall be carried out if the TNV-2 or TNV-3 CIRCUIT is intended to receive signals or power that are generated externally during normal operation (e.g. in a TELECOMMUNICATION NETWORK).

At the choice of the manufacturer, it is permitted to treat a TNV-1 CIRCUIT or a TNV-2 CIRCUIT as a TNV-3 CIRCUIT. In this case, the TNV-1 CIRCUIT or TNV-2 CIRCUIT shall meet all the separation requirements for a TNV-3 CIRCUIT.

Compliance is checked by inspection and measurement and, where necessary, by simulation of failures of components and insulation such as are likely to occur in the equipment. Prior to the tests, insulation that does not meet the requirements for BASIC INSULATION is short-circuited.

NOTE 6 – Where BASIC INSULATION is provided and 6.2.1 also applies to this insulation, the test voltage prescribed in 6.2.2 is in most cases higher than that for BASIC INSULATION.

NOTE 7 – For requirements in Norway, see 6.1.2.1, note 3.

NOTE 8 – In Denmark, the insulation between TNV CIRCUITS and any part or circuit connected to earth shall withstand an electric strength test of 500 V a.c. r.m.s for 1 min.

2.3.3 Séparation des tensions dangereuses

A l'exception de ce qui est permis en 2.3.4, les CIRCUITS TRT doivent être séparés des circuits sous TENSIONS DANGEREUSES par au moins une des méthodes suivantes:

- a) une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE;
- b) une ISOLATION PRINCIPALE et, simultanément, un écran de protection connecté à la borne de mise à la terre de protection.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

NOTE 1 – Au Danemark et en Finlande, la méthode b) n'est permise que pour les MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE ou pour les MATÉRIELS DE TYPE B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT.

NOTE 2 – En Norvège, la méthode b) n'est pas permise.

2.3.4 Connexion des circuits TRT à d'autres circuits

Avec les exceptions indiquées en 1.5.7, il est permis de connecter un CIRCUIT TRT à d'autres circuits à condition qu'il soit séparé par une ISOLATION PRINCIPALE de tout CIRCUIT PRIMAIRE (y compris le neutre) à l'intérieur du matériel.

NOTE 1 – Les limites de 2.3.1 s'appliquent toujours aux CIRCUITS TRT.

Si un CIRCUIT TRT est connecté à un ou plusieurs autres circuits, le CIRCUIT TRT est la partie qui satisfait aux limites de 2.3.1.

Si l'alimentation d'un CIRCUIT TRT provient d'un CIRCUIT SECONDAIRE qui lui est relié électriquement, et qui est séparé d'un circuit sous TENSION DANGEREUSE par:

- une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE; ou
- la mise en place d'un écran conducteur relié à la terre, séparé d'un circuit sous TENSION DANGEREUSE par une ISOLATION PRINCIPALE;

le CIRCUIT TRT doit être considéré comme étant séparé du circuit sous TENSION DANGEREUSE par la même méthode.

La vérification est effectuée par examen, et par simulation de premiers défauts (voir 1.4.14) tels qu'ils sont susceptibles de se produire dans le matériel. De telles simulations de défauts ne doivent pas avoir pour effet que les tensions relevées aux bornes d'une résistance de $5\,000\ \Omega \pm 2\%$ connectée entre deux conducteurs quelconques d'un CIRCUIT TRT, ou entre un quelconque de ces conducteurs et la terre, soient situées en dehors de la surface hachurée de la figure 2D (voir 2.3.1). L'observation est prolongée jusqu'à ce que les conditions stables aient duré au moins 5 s.

NOTE 2 – Pour les prescriptions applicables en Norvège, voir 6.1.2.1, note 3.

NOTE 3 – Pour les prescriptions applicables en Finlande, voir le 2.3.3, note 1.

2.3.5 Tensions de fonctionnement générées extérieurement

Cet essai n'est effectué que s'il est spécifié en 2.3.2.

On utilise un générateur d'essai spécifié par le constructeur, représentant la tension normale de fonctionnement maximale attendue provenant de la source externe. En l'absence d'une telle spécification, on utilise un générateur d'essai qui fournit $120\ V \pm 2\ V$ en courant alternatif à 50 Hz ou 60 Hz et qui a une impédance interne de $1\,200\ \Omega \pm 2\%$.

NOTE – Le générateur d'essai mentionné ci-dessus n'est pas destiné à représenter les tensions réelles sur le RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS mais à apporter des contraintes sur le circuit du matériel à l'essai d'une façon répétitive.

2.3.3 Separation from hazardous voltages

Except as permitted in 2.3.4, TNV CIRCUITS shall be separated from circuits at HAZARDOUS VOLTAGES by one or both of the following methods:

- a) DOUBLE or REINFORCED INSULATION;
- b) BASIC INSULATION, together with protective screening connected to the protective earthing terminal.

Compliance is checked by inspection and measurement.

NOTE 1 – In Denmark and Finland, method b) is permitted only for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT or for PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B.

NOTE 2 – In Norway, method b) is not permitted.

2.3.4 Connection of TNV circuits to other circuits

Except as permitted in 1.5.7, a TNV CIRCUIT is permitted to be connected to other circuits, provided that it is separated by BASIC INSULATION from any PRIMARY CIRCUIT (including the neutral) within the equipment.

NOTE 1 – The limits of 2.3.1 always apply to TNV CIRCUITS.

If a TNV CIRCUIT is connected to one or more other circuits, the TNV CIRCUIT is that part which complies with 2.3.1.

If a TNV CIRCUIT obtains its supply conductively from a SECONDARY CIRCUIT which is separated from a HAZARDOUS VOLTAGE circuit by:

- DOUBLE or REINFORCED INSULATION; or
- the use of an earthed conductive screen that is separated from a HAZARDOUS VOLTAGE circuit by BASIC INSULATION;

the TNV CIRCUIT shall be considered as being separated from the HAZARDOUS VOLTAGE circuit by the same method.

Compliance is checked by inspection, and by simulation of single faults (see 1.4.14) such as are likely to occur in the equipment. No such simulated fault shall cause the voltage across a $5\,000\ \Omega \pm 2\%$ resistor, connected between any two conductors of the TNV CIRCUIT or between one such conductor and earth, to fall outside the shaded area of figure 2D (see 2.3.1). Observation is continued until stable conditions have existed for at least 5 s.

NOTE 2 – For requirements in Norway, see 6.1.2.1, note 3.

NOTE 3 – For requirements in Finland, see 2.3.3, note 1.

2.3.5 Test for operating voltages generated externally

This test is only carried out if specified in 2.3.2.

A test generator specified by the manufacturer is used, representing the maximum normal operating voltage expected to be received from the external source. In the absence of such a specification, a test generator is used that provides $120\ \text{V} \pm 2\ \text{V a.c.}$ at 50 Hz or 60 Hz and has an internal impedance of $1\,200\ \Omega \pm 2\%$.

NOTE – The above test generator is not intended to represent the actual voltages on the TELECOMMUNICATION NETWORK but to stress the circuit of the EUT in a repeatable manner.

Le générateur d'essai est connecté aux bornes du RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS du matériel. Un pôle du générateur d'essai est connecté aussi à la borne de mise à la terre du matériel, voir figure 2E. La tension d'essai est appliquée pendant une durée maximale de 30 min. S'il est clair qu'il n'y aura pas d'autre détérioration, l'essai est terminé plus tôt.

Pendant l'essai, le CIRCUIT TBTS, le CIRCUIT TRT-1 ou la partie conductrice accessible doit continuer de satisfaire à 2.2.2.

L'essai est répété après inversion des connexions aux bornes du RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS du matériel.

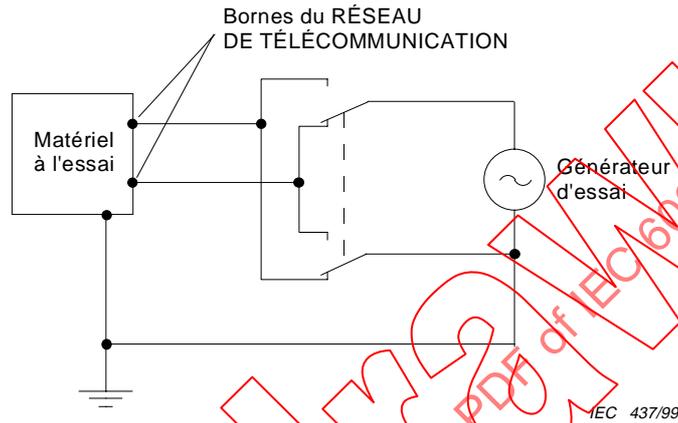


Figure 2E – Générateur d'essai

2.4 Circuits à limitation de courant

2.4.1 Prescriptions générales

Les CIRCUITS À LIMITATION DE COURANT doivent être conçus de façon que les limites spécifiées en 2.4.2 ne soient pas dépassées dans les conditions normales de fonctionnement et dans le cas d'un premier défaut (voir 1.4.14) dans le matériel (voir aussi 1.5.7).

A l'exception de ce qui est permis en 2.4.3, la séparation entre les parties des CIRCUITS À LIMITATION DE COURANT et les autres circuits doit être conforme à ce qui est décrit en 2.2 pour les CIRCUITS TBTS.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

2.4.2 Valeurs limites

Pour les fréquences ne dépassant pas 1 kHz, le courant permanent mesuré à travers une résistance non inductive de $2\,000\ \Omega \pm 10\%$ connectée entre deux parties quelconques d'un CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT, ou entre une telle partie quelconque et la terre (voir 1.4.9), ne doit pas dépasser 0,7 mA, valeur de crête, en courant alternatif, ou 2 mA en courant continu.

Pour les fréquences supérieures à 1 kHz, la limite de 0,7 mA est multipliée par la valeur de la fréquence en kilohertz mais ne doit pas dépasser 70 mA crête.

The test generator is connected between the TELECOMMUNICATION NETWORK terminals of the equipment. One pole of the test generator is also connected to the earthing terminal of the equipment, see figure 2E. The test voltage is applied for a maximum of 30 min. If it is clear that no further deterioration will take place, the test is terminated earlier.

During the test, the SELV CIRCUIT, TNV-1 CIRCUIT or accessible conductive part shall continue to comply with 2.2.2.

The test is repeated after reversing the connections to the TELECOMMUNICATION NETWORK terminals of the equipment.

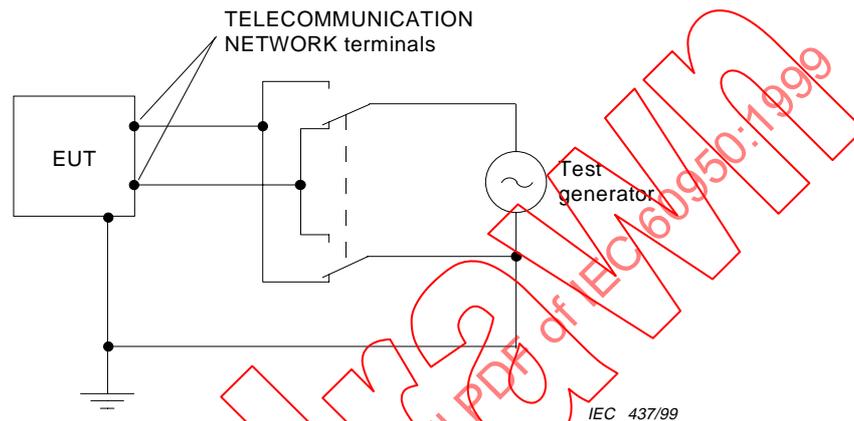


Figure 2E – Test generator

2.4 Limited current circuits

2.4.1 General requirements

LIMITED CURRENT CIRCUITS shall be so designed that the limits specified in 2.4.2 are not exceeded under normal operating conditions and in the event of a single failure within the equipment (see 1.4.14 and 1.5.7).

Except as permitted in 2.4.3, segregation of accessible parts of LIMITED CURRENT CIRCUITS from other circuits shall be as described in 2.2 for SELV CIRCUITS.

Compliance is checked by inspection and measurement.

2.4.2 Limit values

For frequencies not exceeding 1 kHz, the steady-state current drawn through a non-inductive resistor of $2\,000\ \Omega \pm 10\%$ connected between any two parts of a LIMITED CURRENT CIRCUIT, or between any such part and earth (see 1.4.9), shall not exceed 0,7 mA peak, or 2 mA d.c.

For frequencies above 1 kHz, the limit of 0,7 mA is multiplied by the value of the frequency in kilohertz but shall not exceed 70 mA peak.

Pour les parties dont la tension ne dépasse pas 450 V valeur de crête ou tension continue, la capacité du circuit ne doit pas dépasser 0,1 μF .

Pour les parties dont la tension U dépasse 0,45 kV valeur de crête ou tension continue, mais ne dépasse pas 15 kV valeur de crête ou tension continue, la capacité du circuit ne doit pas dépasser $45/U$ nF, où U est exprimé en kilovolts.

NOTE 1 – La limite $45/U$ correspond à une charge stockée de 45 μC .

Pour les parties dont la tension U dépasse 15 kV valeur de crête ou tension continue, la capacité du circuit ne doit pas dépasser $700 / U^2$ nF, où U est exprimé en kilovolts.

NOTE 2 – La limite $700 / U^2$ correspond à un niveau d'énergie stockée de 350 mJ.

2.4.3 Connexion des circuits à limitation de courant à d'autres circuits

Il est permis que les CIRCUITS À LIMITATION DE COURANT soient alimentés par, ou connectés à d'autres circuits pourvu que les conditions suivantes soient remplies:

- le CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT satisfait aux limites de 2.4.2 dans les conditions normales de fonctionnement;
- le CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT continue de satisfaire aux limites de 2.4.2, en cas de premier défaut d'un composant quelconque ou de l'isolation dans le CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT, ou d'un composant quelconque ou de l'isolation du circuit auquel il est connecté.

Si un CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT est connecté à un ou plusieurs autres circuits, le CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT est la partie qui satisfait aux prescriptions de 2.4.1.

2.5 Sources à puissance limitée

Une source à puissance limitée fonctionnant sur une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF ou une source à puissance limitée fonctionnant sur une batterie qui est rechargée sur une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF pendant qu'elle fournit l'alimentation, doit comporter un transformateur d'isolement.

Une source à puissance limitée doit être conforme à l'une des dispositions suivantes:

- la puissance de sortie est limitée par construction conformément au tableau 2B; ou
- une impédance limite la puissance de sortie conformément au tableau 2B. Si un dispositif à coefficient de température positif est utilisé, il doit satisfaire aux essais spécifiés dans la CEI 60730-1, articles 15, 17, J15 et J17; ou
- un dispositif de protection contre les surintensités limite la puissance de sortie conformément au tableau 2C; ou
- un circuit de régulation limite la puissance de sortie conformément au tableau 2B à la fois dans les conditions normales de fonctionnement et après tout premier défaut (voir 1.4.14) dans le circuit de régulation (circuit ouvert ou court-circuit); ou
- un circuit de régulation limite la puissance de sortie conformément au tableau 2B dans les conditions normales de fonctionnement et un dispositif de protection contre les surintensités limite la puissance de sortie conformément au tableau 2C après tout premier défaut (voir 1.4.14) dans le circuit de régulation (circuit ouvert ou court-circuit).

Lorsqu'un dispositif de protection contre les surintensités est utilisé, ce doit être un élément fusible ou un dispositif électromécanique non réglable et non réarmable.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures, et, lorsque c'est approprié, par examen des données du fabricant pour les batteries. Les batteries sont à charger totalement lors des mesures de U_{OC} et I_{SC} conformément aux tableaux 2B et 2C.

For parts not exceeding 450 V peak or d.c., the circuit capacitance shall not exceed 0,1 μF .

For parts whose voltage, U , exceeds 0,45 kV peak or d.c., but does not exceed 15 kV peak or d.c., the circuit capacitance shall not exceed $45/U$ nF, where U is expressed in kilovolts.

NOTE 1 – The limit of $45/U$ corresponds to an available stored charge of 45 μC .

For parts whose voltage, U , exceeds 15 kV peak or d.c., the circuit capacitance shall not exceed $700/U^2$ nF, where U is expressed in kilovolts.

NOTE 2 – The limit of $700/U^2$ corresponds to an available energy of 350 mJ.

2.4.3 Connection of limited current circuits to other circuits

LIMITED CURRENT CIRCUITS are permitted to be supplied from or connected to other circuits, provided that the following conditions are met:

- the LIMITED CURRENT CIRCUIT meets the limits of 2.4.2 under normal operating conditions;
- the LIMITED CURRENT CIRCUIT continues to meet the limits of 2.4.2 in the event of a single failure of any component or insulation in the LIMITED CURRENT CIRCUIT, or of any component or insulation in the other circuit to which it is connected.

If a LIMITED CURRENT CIRCUIT is connected to one or more other circuits, the LIMITED CURRENT CIRCUIT is that part which complies with the requirements of 2.4.1.

2.5 Limited power sources

A limited power source operated from an AC MAINS SUPPLY, or a battery-operated limited power source that is recharged from an AC MAINS SUPPLY while supplying the load, shall incorporate an isolating transformer.

A limited power source shall comply with one of the following:

- the output is inherently limited in compliance with table 2B; or
- an impedance limits the output in compliance with table 2B. If a positive temperature coefficient device is used, it shall pass the tests specified in IEC 60730-1, clauses 15, 17, J15 and J17; or
- an overcurrent protective device is used and the output is limited in compliance with table 2C; or
- a regulating network limits the output in compliance with table 2B, both under normal operating conditions and after any single fault (see 1.4.14) in the regulating network (open circuit or short circuit); or
- a regulating network limits the output in compliance with table 2B under normal operating conditions, and an overcurrent protective device limits the output in compliance with table 2C after any single fault (see 1.4.14) in the regulating network (open circuit or short circuit).

Where an overcurrent protective device is used, it shall be a fuse or a non-adjustable, non-autoreset, electromechanical device.

Compliance is checked by inspection and measurement and, where appropriate, by examination of the manufacturer's data for batteries. Batteries are to be fully charged when conducting the measurements for U_{oc} and I_{sc} according to tables 2B and 2C.

La charge référencée aux points 2) et 3) des tableaux 2B et 2C, est réglée pour développer le transfert de courant maximal et de puissance maximale, respectivement. Les premiers défauts dans un circuit de régulation sont appliqués dans ces conditions de courant maximal et de puissance maximale.

Tableau 2B – Limites pour les sources de puissance limitées par construction

Tension de sortie voir ¹⁾ (U_{oc})		Courant de sortie ²⁾ (I_{sc})	Puissance apparente ³⁾ (S)
V courant alternatif	V courant continu	A	VA
≤ 20	≤ 20	$\leq 8,0$	$\leq 5 \times U_{oc}$
$20 < U_{oc} \leq 30$	$20 < U_{oc} \leq 30$	$\leq 8,0$	≤ 100
-	$30 < U_{oc} \leq 60$	$\leq 150 / U_{oc}$	≤ 100

1) U_{oc} : Tension de sortie mesurée conformément à 1.4.5 avec tous les circuits de charge déconnectés. Les tensions sont pour du courant alternatif pratiquement sinusoïdal et du courant continu sans ondulation. Pour les courants alternatifs non sinusoïdaux et pour les courants continus avec une ondulation supérieure à 10 % crête, la tension crête ne doit pas dépasser 42,4 V.

2) I_{sc} : Courant de sortie maximal avec toute charge non capacitive, y compris un court-circuit, mesuré 60 s après avoir appliqué la charge.

3) S (VA): Puissance de sortie maximale en VA, quelle que soit la charge. Il est permis que les transitoires initiaux d'une durée inférieure à 100 ms dépassent cette limite.

Tableau 2C – Limites pour les sources qui ne sont pas limitées par construction (dispositifs de protection contre les surintensités prescrits)

Tension de sortie ¹⁾ (U_{oc})		Courant de sortie ²⁾ (I_{sc})	Puissance apparente ³⁾ (S)	Valeur du courant nominal du dispositif de protection contre les surintensités ⁴⁾
V courant alternatif	V courant continu	A	VA	A
≤ 20	≤ 20	$\leq 1\ 000 / U_{oc}$	≤ 250	$\leq 5,0$
$20 < U_{oc} \leq 30$	$20 < U_{oc} \leq 30$			$\leq 100 / U_{oc}$
-	$30 < U_{oc} \leq 60$			$\leq 100 / U_{oc}$

1) U_{oc} : Tension de sortie mesurée conformément à 1.4.5 avec tous les circuits de charge déconnectés. Les tensions sont pour du courant alternatif pratiquement sinusoïdal et du courant continu sans ondulation. Pour les courants alternatifs non sinusoïdaux et pour les courants continus avec une ondulation supérieure à 10 % crête, la tension crête ne doit pas dépasser 42,4 V.

2) I_{sc} : Courant de sortie maximal avec toute charge non capacitive, y compris un court-circuit, mesuré 60 s après avoir appliqué la charge. Les impédances de limitation de courant dans le matériel sont maintenues pendant la mesure mais tout dispositif de protection contre les surintensités est contourné.

3) S (VA): Puissance de sortie maximale en VA, quelle que soit la charge. Les impédances de limitation de courant dans le matériel sont maintenues pendant la mesure mais tout dispositif de protection contre les surintensités est contourné. Il est permis que les transitoires initiaux d'une durée inférieure à 100 ms dépassent cette limite.

NOTE – La raison pour laquelle les mesures sont effectuées avec les dispositifs de protection contre les surintensités contournés est de déterminer la quantité d'énergie disponible qui pourrait provoquer un échauffement pendant le délai de fonctionnement des dispositifs de protection contre les surintensités.

4) Les valeurs du courant nominal du dispositif de protection contre les surintensités sont basées sur des éléments fusibles et des disjoncteurs qui coupent le circuit en moins de 120 s avec un courant égal à 210 % de la valeur du courant spécifiée dans le tableau.

The load referenced in items 2) and 3) of tables 2B and 2C is adjusted to develop maximum current and power transfer respectively. Single faults in a regulating network are applied under these maximum current and power conditions.

Table 2B – Limits for inherently limited power sources

Output voltage ¹⁾ (U_{oc})		Output current ²⁾ (I_{sc})	Apparent power ³⁾ (S)
V a.c.	V d.c.	A	VA
≤ 20	≤ 20	$\leq 8,0$	$\leq 5 \times U_{oc}$
$20 < U_{oc} \leq 30$	$20 < U_{oc} \leq 30$	$\leq 8,0$	≤ 100
–	$30 < U_{oc} \leq 60$	$\leq 150 / U_{oc}$	≤ 100

1) U_{oc} : Output voltage measured in accordance with 1.4.5 with all load circuits disconnected. Voltages are for substantially sinusoidal a.c. and ripple free d.c. For non-sinusoidal a.c. and d.c. with ripple greater than 10 % of the peak, the peak voltage shall not exceed 42,4 V.

2) I_{sc} : Maximum output current with any non-capacitive load, including a short circuit, measured 60 s after application of the load.

3) S (VA): Maximum output VA with any load. Initial transients lasting less than 100 ms are permitted to exceed the limit.

**Table 2C – Limits for power sources not inherently limited
(overcurrent protective device required)**

Output voltage ¹⁾ (U_{oc})		Output current ²⁾ (I_{sc})	Apparent power ³⁾ (S)	Current rating of overcurrent protective device ⁴⁾
V a.c.	V d.c.	A	VA	A
≤ 20	≤ 20	$\leq 1\ 000 / U_{oc}$	≤ 250	$\leq 5,0$
$20 < U_{oc} \leq 30$	$20 < U_{oc} \leq 30$			$\leq 100 / U_{oc}$
–	$30 < U_{oc} \leq 60$			$\leq 100 / U_{oc}$

1) U_{oc} : Output voltage measured in accordance with 1.4.5 with all load circuits disconnected. Voltages are for substantially sinusoidal a.c. and ripple free d.c. For non-sinusoidal a.c. and for d.c. with ripple greater than 10 % of the peak, the peak voltage shall not exceed 42,4 V.

2) I_{sc} : Maximum output current with any non-capacitive load, including a short circuit, measured 60 s after application of the load. Current limiting impedances in the equipment remain in the circuit during measurement, but overcurrent protective devices are bypassed.

3) S (VA): Maximum output VA with any load. Current limiting impedances in equipment remain in the circuit during measurement, but overcurrent protective devices are bypassed. Initial transients lasting less than 100 ms are permitted to exceed the limit.

NOTE – The reason for making measurements with overcurrent protective devices bypassed is to determine the amount of energy that is available to cause possible overheating during the operating time of the overcurrent protective devices.

4) The current ratings of overcurrent protective devices are based on fuses and circuit breakers that break the circuit within 120 s with a current equal to 210 % of the current rating specified in the table.

2.6 Dispositions en vue de la mise à la terre

NOTE – Pour les prescriptions additionnelles concernant la mise à la terre des matériels destinés à être connectés sur les RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, voir 2.3.2, 2.3.3, 6.1.1 et 6.1.2.

2.6.1 Terre de protection

Les parties suivantes des matériels doivent être reliées de façon sûre à la borne de terre de protection principale du matériel.

Parties susceptibles d'être traversées par un courant de défaut destiné à déclencher les dispositifs de protection contre les surintensités:

- a) parties accessibles conductrices qui peuvent être supposées à une TENSION DANGEREUSE dans le cas d'un premier défaut (voir 1.4.14);
- b) parties devant être mises à la terre pour maintenir l'intégrité des CIRCUITS TBTS, si c'est prescrit en 2.2.3.2 et 2.2.3.3;
- c) parties devant être mises à la terre pour maintenir l'intégrité des CIRCUITS TRT, si c'est prescrit en 2.3.3 b);
- d) CIRCUITS TBTS, CIRCUITS TRT et parties conductrices accessibles dont la mise à la terre est prescrite par 2.3.2, si la source de puissance n'est pas un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS.

Parties traversées par d'autres courants:

- e) CIRCUITS TBTS, CIRCUITS TRT et parties conductrices accessibles dont la mise à la terre est prescrite par 2.3.2, si la source de puissance est un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS;
- f) écrans de transformateurs et composants (tels que les parasurtensions) qui ne sont pas supposés être sous une TENSION DANGEREUSE dans le cas d'un premier défaut (voir 1.4.14) mais que l'on demande de mettre à la terre pour réduire les parasites qui pourraient affecter l'isolation (par exemple voir 6.2.1);
- g) CIRCUITS TBTS et CIRCUITS TRT dont la mise à la terre est prescrite pour réduire ou éliminer les COURANTS DE CONTACT d'un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS (voir 5.1.8.1).

Dans les ZONES D'ACCÈS POUR ENTRETIEN où les parties conductrices telles que les bâtis moteurs, les châssis électroniques, etc. doivent supporter une TENSION DANGEREUSE dans le cas d'un premier défaut (voir 1.4.14) ces parties conductrices doivent être connectées à la borne de mise à la terre de protection principale. Si cela est impossible ou irréalisable, un marquage adapté doit indiquer au PERSONNEL DE SERVICE que de telles parties ne sont pas mises à la terre et qu'il convient de vérifier qu'elles ne sont pas sous TENSION DANGEREUSE avant de les toucher.

NOTE – Les prescriptions de 2.6.1 ne s'appliquent pas aux parties accessibles conductrices qui sont séparées des parties sous TENSION DANGEREUSE par:

- des parties métalliques mises à la terre; ou
- une isolation solide, un espace d'air, ou une combinaison des deux, satisfaisant aux prescriptions pour L'ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE. Dans ce cas, les parties concernées doivent être rigides et fixées de telle manière que les distances minimales soient maintenues pendant l'application de la force comme prescrit pendant les essais de 4.2.2, 4.2.3 et 4.2.4, qui sont applicables.

La vérification est effectuée par examen et, lorsque c'est approprié, par les essais spécifiés en 2.6.3.

2.6 Provisions for earthing and bonding

NOTE – For additional requirements with regard to earthing of equipment to be connected to TELECOMMUNICATION NETWORKS, see 2.3.2, 2.3.3, 6.1.1 and 6.1.2.

2.6.1 Protective earthing

The following parts of equipment shall be reliably connected to the main protective earthing terminal of the equipment.

Parts likely to carry fault currents intended to operate overcurrent protective devices:

- a) accessible conductive parts that might assume a HAZARDOUS VOLTAGE in the event of a single fault (see 1.4.14);
- b) parts required to be earthed to maintain the integrity of SELV CIRCUITS, if required by 2.2.3.2 and 2.2.3.3;
- c) parts required to be earthed to maintain the integrity of TNV CIRCUITS, if required by 2.3.3 b);
- d) SELV CIRCUITS, TNV CIRCUITS and accessible conductive parts required to be earthed by 2.3.2, if the power source is not a TELECOMMUNICATION NETWORK.

Parts that carry other currents:

- e) SELV CIRCUITS, TNV CIRCUITS and accessible conductive parts required to be earthed by 2.3.2, if the power source is a TELECOMMUNICATION NETWORK;
- f) transformer screens and components (such as surge suppressors) that could not assume a HAZARDOUS VOLTAGE in the event of a single fault (see 1.4.14) but are required to be earthed in order to reduce transients that might affect insulation (e.g. see 6.2.1);
- g) SELV CIRCUITS and TNV CIRCUITS that are required to be earthed in order to reduce or eliminate TOUCH CURRENT to a TELECOMMUNICATION NETWORK (see 5.1.8.1).

In SERVICE ACCESS AREAS, where conductive parts such as motor frames, electronic chassis, etc., might assume a HAZARDOUS VOLTAGE in the event of a single fault (see 1.4.14), either these conductive parts shall be connected to the main protective earthing terminal or, if this is impossible or impracticable, a suitable marking shall indicate to SERVICE PERSONNEL that such parts are not earthed and should be checked for HAZARDOUS VOLTAGE before being touched.

NOTE – The requirements of 2.6.1 do not apply to accessible conductive parts that are separated from parts at HAZARDOUS VOLTAGE by either:

- earthed metal parts; or
- solid insulation or an air gap, or a combination of the two, meeting the requirements for DOUBLE or REINFORCED INSULATION, provided that the parts involved are so fixed and so rigid that minimum distances are maintained during the application of force as required by the relevant tests of 4.2.2, 4.2.3 and 4.2.4.

Compliance is checked by inspection and, where appropriate, by the test specified in 2.6.3.

2.6.2 Mise à la terre fonctionnelle

Dans le cas où la MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE des parties conductrices accessibles ou autres est nécessaire, tout ce qui suit s'applique au circuit de MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE:

- le circuit de TERRE FONCTIONNELLE doit être séparé des parties sous TENSION DANGEREUSE dans les matériels par:
 - une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE; ou
 - un écran mis à la terre de protection ou d'autres parties conductrices mises à la terre de protection séparées des parties sous TENSION DANGEREUSE par au moins une ISOLATION PRINCIPALE, et
- il est permis de connecter la MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE à la borne de terre de protection, ou à un CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION; et
- les bornes de raccordement à utiliser uniquement pour la MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE ne doivent pas être marquées par le symbole \perp (60417-1-IEC-5017) ou par le symbole \oplus (60417-1-IEC-5019), avec l'exception que, lorsqu'une borne de raccordement est fournie sur un composant (par exemple un bornier), ou sur un sous-ensemble, le symbole \perp est permis; et

NOTE – Les autres marquages tels que l'un des symboles \perp (60417-1-IEC-5018) ou \perp (60417-1-IEC-5020), s'ils sont appropriés, sont permis.

- pour les conducteurs de MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE internes, la combinaison des couleurs vert-et-jaune ne doit pas être utilisée excepté le cas des composants préassemblés à usage multiple (par exemple câbles à conducteurs multiples ou les filtres CEM); et
- dans un câble d'alimentation dans lequel un conducteur vert-et-jaune est utilisé uniquement pour fournir une MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE;
 - le matériel ne doit pas être marqué avec le symbole \square (60417-1-IEC-5172); et
 - il n'y a pas de prescriptions autres que celles de 3.1.9 concernant la terminaison de ce conducteur côté matériel.

La vérification est effectuée par examen.

2.6.3 Conducteurs de mise à la terre de protection et de liaison à la terre de protection

Les prescriptions de 2.6.3.1, 2.6.3.2, et 2.6.3.3 s'appliquent seulement aux CONDUCTEURS DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION et aux CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION fournis pour être en conformité avec 2.6.1 a), b), c) et d).

Pour les CONDUCTEURS MISE À LA TERRE DE PROTECTION et les CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION fournis pour être conformes à 2.6.1 e), les prescriptions de 2.6.3.3 s'appliquent. Le courant d'essai est égal à 1,5 fois le courant maximal venant du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS (s'il est connu) ou 2 A, suivant la valeur la plus élevée.

Pour les CONDUCTEURS DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION et les CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION fournis pour être conforme à 2.6.1 f) et g) et pour les conducteurs de MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE, la capacité de passage du courant doit être adaptée au courant réel dans les conditions normales de fonctionnement, conformément à 3.1.1, c'est-à-dire qu'il ne leur est pas demandé de supporter les courants de défaut à la terre.

2.6.2 Functional earthing

If FUNCTIONAL EARTHING of accessible or other conductive parts is necessary, all of the following apply to the FUNCTIONAL EARTHING circuit:

- the FUNCTIONAL EARTHING circuit shall be separated from parts at HAZARDOUS VOLTAGES in the equipment by either:
 - DOUBLE or REINFORCED INSULATION; or
 - a protectively earthed screen or another protectively earthed conductive part, separated from parts at HAZARDOUS VOLTAGES by at least BASIC INSULATION; and
- it is permitted to connect the FUNCTIONAL EARTHING circuit to a protective earth terminal or to a PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR; and
- wiring terminals to be used only for FUNCTIONAL EARTHING shall not be marked by the symbol \perp (60417-1-IEC-5017) or by the symbol \oplus (60417-1-IEC-5019), except that, where a wiring terminal is provided on a component (e.g. a terminal block) or subassembly, the symbol \perp is permitted; and

NOTE – Other markings such as one of the symbols, \oplus (60417-1-IEC-5018) or \perp (60417-1-IEC-5020), if appropriate, are permitted.

- for internal FUNCTIONAL EARTHING conductors, the colour combination green-and-yellow shall not be used except in multipurpose preassembled components (e.g. multi-conductor cables or EMC filters); and
- in a power supply cord where a conductor having green-and-yellow insulation is used only to provide a FUNCTIONAL EARTHING connection:
 - the equipment shall not be marked with the symbol \square (60417-1-IEC-5172); and
 - there are no requirements other than those in 3.1.9 regarding the termination of this conductor at the equipment end.

Compliance is checked by inspection.

2.6.3 Protective earthing and protective bonding conductors

The requirements of 2.6.3.1, 2.6.3.2 and 2.6.3.3 apply to PROTECTIVE EARTHING CONDUCTORS and PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS provided to comply with 2.6.1 a), b), c) and d).

For PROTECTIVE EARTHING CONDUCTORS and PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS provided to comply with 2.6.1 e), the requirements of 2.6.3.3 apply. The test current is 1,5 times the maximum current available from the TELECOMMUNICATION NETWORK (if known) or 2 A, whichever is the larger.

For PROTECTIVE EARTHING CONDUCTORS and PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS provided to comply with 2.6.1 f), 2.6.1 g) and for FUNCTIONAL EARTHING conductors, the current carrying capacity shall be adequate for the actual current under normal operating conditions, in accordance with 3.1.1, i.e. they are not required to carry fault currents to earth.

2.6.3.1 Taille des conducteurs de mise à la terre de protection

Les CONDUCTEURS DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION dans les câbles d'alimentation fournis avec le matériel, doivent être conformes aux tailles minimales de conducteurs données dans le tableau 3B (voir 3.2.5).

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

2.6.3.2 Taille des conducteurs de liaison de protection

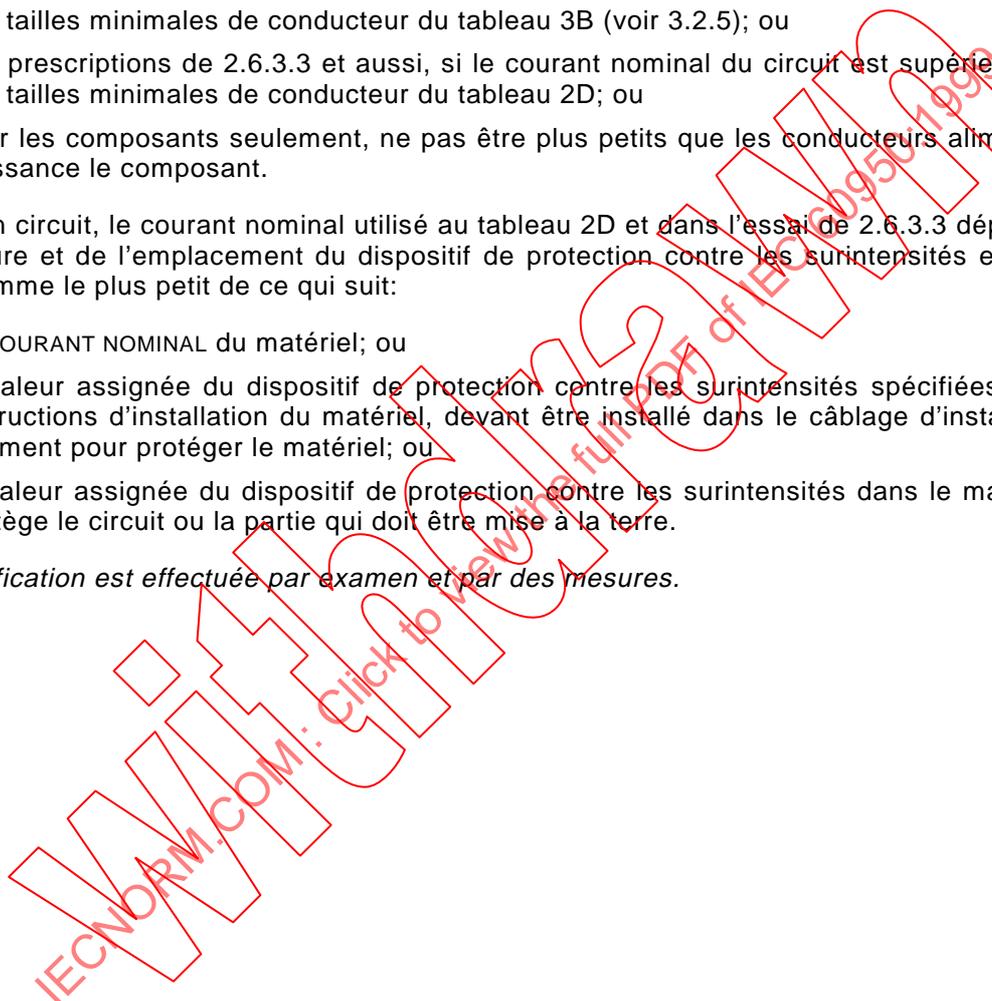
Les CONDUCTEURS DE LIAISON DE PROTECTION doivent être conformes à un des points suivants:

- aux tailles minimales de conducteur du tableau 3B (voir 3.2.5); ou
- aux prescriptions de 2.6.3.3 et aussi, si le courant nominal du circuit est supérieur à 16 A, aux tailles minimales de conducteur du tableau 2D; ou
- pour les composants seulement, ne pas être plus petits que les conducteurs alimentant en puissance le composant.

Pour un circuit, le courant nominal utilisé au tableau 2D et dans l'essai de 2.6.3.3 dépend de la fourniture et de l'emplacement du dispositif de protection contre les surintensités et doit être pris comme le plus petit de ce qui suit:

- le COURANT NOMINAL du matériel; ou
- la valeur assignée du dispositif de protection contre les surintensités spécifiées dans les instructions d'installation du matériel, devant être installé dans le câblage d'installation du bâtiment pour protéger le matériel; ou
- la valeur assignée du dispositif de protection contre les surintensités dans le matériel, qui protège le circuit ou la partie qui doit être mise à la terre.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.



2.6.3.1 Size of protective earthing conductors

PROTECTIVE EARTHING CONDUCTORS in power supply cords supplied with the equipment, shall comply with the minimum conductor sizes in table 3B (see 3.2.5).

Compliance is checked by inspection and measurement.

2.6.3.2 Size of protective bonding conductors

PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS shall comply with one of the following:

- the minimum conductor sizes in table 3B (see 3.2.5); or
- the requirements of 2.6.3.3 and also, if the current rating of the circuit is more than 16 A, with the minimum conductor sizes in table 2D; or
- for components only, be not smaller than the conductors supplying power to the component.

The current rating of the circuit used in table 2D and in the test of 2.6.3.3 depends on the provision and location of overcurrent protective devices and shall be taken as the smallest of the following:

- the RATED CURRENT of the equipment; or
- the rating of an overcurrent protective device specified in the equipment installation instructions to be installed in the building installation wiring to protect the equipment; or
- the rating of an overcurrent protective device in the equipment that protects the circuit or part required to be earthed.

Compliance is checked by inspection and measurement.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999

Tableau 2D – Taille minimale des conducteurs de liaison de protection

Courant nominal des circuits à considérer	Taille minimale des conducteurs	
	Section mm ²	AWG ou kcmil (section en mm ²)
A		
Jusqu'à 16 inclus	Taille non spécifiée	Taille non spécifiée
Plus de 16 jusqu'à 25 inclus	1,5	14 (2)
Plus de 25 jusqu'à 32 inclus	2,5	12 (3)
Plus de 32 jusqu'à 40 inclus	4,0	10 (5)
Plus de 40 jusqu'à 63 inclus	6,0	8 (8)
Plus de 63 jusqu'à 80 inclus	10	6 (13)
Plus de 80 jusqu'à 100 inclus	16	4 (21)
Plus de 100 jusqu'à 125 inclus	25	2 (33)
Plus de 125 jusqu'à 160 inclus	35	1 (42)
Plus de 160 jusqu'à 190 inclus	50	0 (53)
Plus de 190 jusqu'à 230 inclus	70	000 (85)
Plus de 230 jusqu'à 260 inclus	95	0000 (107)
Plus de 260 jusqu'à 300 inclus	120	250 kcmil (126)
Plus de 300 jusqu'à 340 inclus	150	300 kcmil (152)
Plus de 340 jusqu'à 400 inclus	185	400 kcmil (202)
Plus de 400 jusqu'à 460 inclus	240	500 kcmil (253)

NOTE – Les dimensions AWG et kcmil sont données pour information uniquement. Les sections associées ont été arrondies pour ne montrer que des chiffres significatifs. AWG signifie American Wire Gage et le terme «cmil» se réfère aux *mils circulaires* dans lesquels un *mil circulaire* est égal à la surface d'un cercle ayant un diamètre de un mil (un millième de pouce). Ces termes sont employés communément en Amérique du Nord pour désigner des tailles de conducteurs.

2.6.3.3 Résistance des conducteurs de mise à la terre et leurs terminaisons

Les conducteurs de mise à la terre et leurs terminaisons ne doivent pas avoir une résistance trop grande.

LES CONDUCTEURS DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION sont considérés conformes sans essai.

Les CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION qui satisfont aux tailles minimales de conducteurs du tableau 3B (voir 3.2.5) et sont terminés conformément au tableau 3E (voir 3.3.5), sont considérés conformes sans essai.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures, et pour les CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION qui ne sont pas conformes aux tailles minimales du tableau 3B (voir 3.2.5), et pour les bornes de liaison à la terre de protection qui ne sont pas conformes au tableau 3E (voir 3.3.5), par l'essai suivant.

La chute de tension dans un CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION est mesurée après avoir effectué l'essai de courant pendant une période de temps spécifiée ci-dessous. L'essai de courant peut être fait soit en alternatif soit en continu. Les mesures sont faites entre la borne de terre de protection principale et le point du matériel que 2.6.1 prescrit de mettre à la terre. La résistance du CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION n'est pas incluse dans la mesure. Cependant si le CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION est fourni avec le matériel, il est permis de l'inclure dans le circuit d'essai, mais la mesure de chute de tension est faite seulement entre la borne principale de mise à la terre de protection et la partie qu'il est prescrit de mettre à la terre.

Table 2D – Minimum size of protective bonding conductors

Current rating of the circuit under consideration A	Minimum conductor sizes	
	Cross-sectional area mm ²	AWG or kcmil (cross-sectional area in mm ²)
Up to and including 16	Size not specified	Size not specified
Over 16 up to and including 25	1,5	14 (2)
Over 25 up to and including 32	2,5	12 (3)
Over 32 up to and including 40	4,0	10 (5)
Over 40 up to and including 63	6,0	8 (8)
Over 63 up to and including 80	10	6 (13)
Over 80 up to and including 100	16	4 (21)
Over 100 up to and including 125	25	2 (33)
Over 125 up to and including 160	35	1 (42)
Over 160 up to and including 190	50	0 (53)
Over 190 up to and including 230	70	000 (85)
Over 230 up to and including 260	95	0000 (107)
Over 260 up to and including 300	120	250 kcmil (126)
Over 300 up to and including 340	150	300 kcmil (152)
Over 340 up to and including 400	185	400 kcmil (202)
Over 400 up to and including 460	240	500 kcmil (253)

NOTE – AWG and kcmil sizes are provided for information only. The associated cross-sectional areas have been rounded to show significant figures only. AWG refers to the American Wire Gage and the term "cmil" refers to circular mils where one circular mil is equal to the area of a circle having a diameter of one mil (one thousandth of an inch). These terms are commonly used to designate wire sizes in North America.

2.6.3.3 Resistance of earthing conductors and their terminations

Earthing conductors and their terminations shall not have excessive resistance.

PROTECTIVE EARTHING CONDUCTORS are considered to comply without test.

PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS that meet the minimum conductor sizes in table 3B (see 3.2.5) and are terminated in accordance with table 3E (see 3.3.5) are considered to comply without test.

Compliance is checked by inspection, measurement and, for PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS that do not comply with the minimum sizes in table 3B (see 3.2.5) and for protective bonding terminals that do not comply with table 3E (see 3.3.5), by the following test.

The voltage drop in a PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR is measured after conducting the test current for a time period specified below. The test current can be either a.c. or d.c. The measurement is made between the main protective earthing terminal and the point in the equipment that is required by 2.6.1 to be earthed. The resistance of the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR is not included in the measurement. However, if the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR is supplied with the equipment, it is permitted to include it in the test circuit but the measurement of the voltage drop is made only from the main protective earthing terminal to the part required to be earthed.

Dans un matériel où la liaison à la terre de protection à un sous-ensemble ou à une unité séparée est réalisée au moyen d'un conducteur d'un câble multiconducteur assurant également l'alimentation de ce sous-ensemble ou de cette unité à partir du réseau, la résistance du CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION dans ce câble n'est pas comprise dans la mesure. Cependant, cette option est seulement permise si le câble est protégé par un dispositif de protection aux caractéristiques nominales appropriées qui tient compte de la taille du conducteur.

Si la protection d'un CIRCUIT TBTS est assurée par la mise à la terre conformément à 2.2.3.3, la limite de résistance s'applique entre le côté mis à la terre du CIRCUIT TBTS et la borne principale de mise à la terre de protection et non du côté non mis à la terre du CIRCUIT TBTS.

On prend soin que la résistance de contact entre l'extrémité de la sonde de mesure et la partie conductrice en essai n'influence pas les résultats de l'essai.

Si le courant nominal du circuit en essai est inférieur ou égal à 16 A, le courant d'essai, la tension d'essai et la durée de l'essai sont les suivants:

- le courant d'essai est 1,5 fois le courant nominal du circuit en essai; et
- la tension d'essai ne dépasse pas 12 V; et
- la durée de l'essai est de 60 s;

et la résistance du CONDUCTEUR DE LIAISON A LA TERRE DE PROTECTION, calculée à partir de la chute de tension ne doit pas dépasser 0,1 Ω .

Si le courant nominal du circuit en essai dépasse 16 A, le courant d'essai et la durée de l'essai sont les suivants:

- deux fois le courant nominal du circuit pendant 2 min; ou
- comme spécifié par le constructeur pour le matériel alimenté en courant continu;

et la chute de tension à travers le CONDUCTEUR DE LIAISON A LA TERRE DE PROTECTION ne doit pas dépasser 2,5 V.

2.6.3.4 Couleur de l'isolation

L'isolation du CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION dans le câble d'alimentation fourni avec le matériel doit être vert-et-jaune.

Si un CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION est isolé, l'isolation doit être vert-et-jaune sauf dans les deux cas suivants:

- pour une tresse de mise à la terre, l'isolation doit être soit vert-et-jaune soit transparente;
- pour un CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION dans des assemblages tels que câble en ruban, barres omnibus, câblage imprimé souple, etc., toute couleur est acceptable, pourvu qu'il ne risque pas d'y avoir une mauvaise interprétation quant à l'emploi du conducteur.

A l'exception de ce qui est permis en 2.6.2, la combinaison de couleurs vert-et-jaune doit être utilisée seulement pour identifier les CONDUCTEURS DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION et les CONDUCTEURS DE LIAISON DE PROTECTION.

La vérification est effectuée par examen.

On equipment where the protective earth connection to a subassembly or to a separate unit is by means of one core of a multicore cable which also supplies mains power to that subassembly or unit, the resistance of the PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR in that cable is not included in the measurement. However, this option is only permitted if the cable is protected by a suitably rated protective device which takes into account the size of the conductor.

If the protection of an SELV CIRCUIT is achieved by earthing in accordance with 2.2.3.3, the resistance limit applies between the earthed side of the SELV CIRCUIT and the main protective earthing terminal and not from the unearthed side of the SELV CIRCUIT.

Care is taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the conductive part under test does not influence the test results.

If the current rating of the circuit under test is 16 A or less, the test current, test voltage and the duration of the test are determined as follows:

- the test current is 1,5 times the current rating of the circuit under test; and*
- the test voltage is not to exceed 12 V; and*
- the duration of the test is 60 s;*

and the resistance of the PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR, calculated from the voltage drop, shall not exceed 0,1 Ω .

If the current rating of the circuit under test exceeds 16 A, the test current and the duration of the test are as follows:

- two times the current rating of the circuit for 2 min; or*
- as specified by the manufacturer for d.c. powered equipment;*

and the voltage drop across the PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR shall not exceed 2,5 V.

2.6.3.4 Colour of insulation

The insulation of the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR in a power supply cord supplied with the equipment shall be green-and-yellow.

If a PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR is insulated, the insulation shall be green-and-yellow except in the following two cases:

- for an earthing braid, the insulation shall be either green-and-yellow or transparent;*
- for a PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR in assemblies such as ribbon cables, busbars, printed wiring, etc., any colour is permitted provided that no misinterpretation of the use of the conductor is likely to arise.*

Except as permitted in 2.6.2, the colour combination green-and-yellow shall be used only to identify PROTECTIVE EARTHING CONDUCTORS and PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS.

Compliance is checked by inspection.

2.6.4 Bornes

Les prescriptions de 2.6.4.1 et 2.6.4.2 s'appliquent seulement aux bornes mises à la terre de protection fournies pour la conformité à 2.6.1 a), b), c) et d).

NOTE – Pour les prescriptions additionnelles concernant les bornes, voir 3.3.

Pour la mise à la terre de protection fournie pour la conformité à 2.6.1 e), f) et g), il suffit que les bornes soient conformes à 3.3.

2.6.4.1 Bornes de mise à la terre et de liaison à la terre de protection

Le matériel devant avoir une mise à la terre de protection doit avoir une borne principale de mise à la terre de protection. Pour le matériel avec un CÂBLE D'ALIMENTATION NON FIXÉ À DEMEURE, la borne de mise à la terre dans le dispositif d'entrée est considérée comme la borne principale de mise à la terre de protection.

Si un matériel est pourvu de plus d'une connexion d'alimentation (par exemple différentes tensions, ou fréquences, ou alimentation de secours), il est permis d'avoir une borne principale de mise à la terre de protection associée à chaque connexion d'alimentation. Dans de tels cas, les bornes doivent être dimensionnées suivant la valeur du courant d'alimentation associé.

Les bornes doivent être conçues pour résister à un desserrage accidentel du conducteur. En général, les conceptions communément utilisées pour les bornes de courant, autres que certaines bornes de type pilier, fournissent une résilience suffisante pour être conformes à cette prescription; pour les autres conceptions, des précautions spéciales doivent être prises, telles que l'usage d'une partie à résilience adaptée et qui ne peut pas être démontée par inadvertance.

A l'exception de ce qui est noté ci-dessous, toutes les bornes de mise à la terre ou de liaison à la terre de protection, de type pilier, à plot de contact ou à vis doivent être conformes aux prescriptions de taille minimale données au tableau 3E (voir 3.3.5).

Les bornes de liaison de mise à la terre de protection qui ne sont pas conformes au tableau 3E (voir 3.3.5) sont considérées comme acceptables si elles satisfont aux prescriptions de 2.6.3.3.

La borne principale de mise à la terre de protection pour le MATÉRIEL RELIÉ À DEMEURE doit être:

- située de telle sorte qu'elle soit facilement accessible quand la connexion de l'alimentation est faite, et
- munie de piliers plots, vis ou bornes analogues montés en usine, et avec les moyens de fixation nécessaires s'il est nécessaire d'avoir un CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION de plus de 7 mm² (3 mm de diamètre).

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

2.6.4.2 Séparation du conducteur de mise à la terre de protection des conducteurs de liaison à la terre de protection

Des bornes séparées, qui peuvent être sur la même barre omnibus, doivent être fournies, une pour le CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION, ou une pour chaque CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION si plus d'un est prévu, et un ou plusieurs pour les CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION.

2.6.4 Terminals

The requirements of 2.6.4.1 and 2.6.4.2 apply only to protective earthing terminals provided to comply with 2.6.1 a), b), c) and d).

NOTE – For additional requirements concerning terminals, see 3.3.

For protective earthing provided to comply with 2.6.1 e), f) and g), it is sufficient for the terminals to comply with 3.3.

2.6.4.1 Protective earthing and bonding terminals

Equipment required to have protective earthing shall have a main protective earthing terminal. For equipment with a DETACHABLE POWER SUPPLY CORD, the earthing terminal in the appliance inlet is regarded as the main protective earthing terminal.

If equipment is provided with more than one supply connection (e.g. with different voltages or frequencies or as backup power), it is permitted to have a main protective earthing terminal associated with each supply connection. In such a case, the terminals shall be sized according to the rating of the associated supply input.

Terminals shall be designed to resist accidental loosening of the conductor. In general, the designs commonly used for current-carrying terminals, other than some terminals of the pillar type, provide sufficient resilience to comply with this requirement, for other designs, special provisions, such as the use of an adequately resilient part which is not likely to be removed inadvertently, shall be used.

Except as noted below, all pillar, stud or screw type protective earthing and protective bonding terminals shall comply with the minimum size requirements of table 3E (see 3.3.5).

Protective bonding terminals which do not comply with table 3E (see 3.3.5) are considered acceptable if they meet the test requirements of 2.6.3.3.

The main protective earthing terminal for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT shall be:

- located so that it is readily accessible while making the supply connections; and
- provided with factory installed pillar terminals, studs, screws, bolts or similar terminals, together with the necessary fixing hardware, if a PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR larger than 7 mm² (3 mm diameter) is required.

Compliance is checked by inspection and measurement.

2.6.4.2 Separation of the protective earthing conductor from protective bonding conductors

Separate wiring terminals, which may be on the same busbar, shall be provided, one for the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR, or one for each PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR if more than one is provided, and one or more for PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS.

Toutefois, il est permis de fournir une seule borne du type vis ou à plot, dans les MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE ayant un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE, et dans les MATÉRIELS DE TYPE A OU B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT ayant un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE spécial, pourvu que la terminaison de câblage du CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION soit séparée par un écrou de celles des CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION. L'ordre d'empilage des terminaisons du CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION et des CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION n'est pas spécifié.

Il est aussi permis de fournir une seule borne dans les matériels avec un socle de connecteur.

La vérification est effectuée par examen.

2.6.5 Intégrité de la mise à la terre de protection

2.6.5.1 Interconnexion des matériels

Dans un système de matériels interconnectés, la connexion de la mise à la terre de protection doit être assurée pour tout matériel nécessitant une connexion de mise à la terre de protection, sans tenir compte de la disposition du matériel dans le système.

Le matériel qui a un CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION pour maintenir la continuité des circuits de mise à la terre de protection avec d'autres matériels dans le système, ne doit pas être marqué du symbole (60417-2-IEC-5172).

Un tel matériel doit aussi fournir l'alimentation aux autres matériels dans le système (voir 2.6.5.3).

La vérification est effectuée par examen.

2.6.5.2 Composants dans le conducteur de mise à la terre de protection et dans les conducteurs de liaison à la terre de protection

LES CONDUCTEURS DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION et les CONDUCTEURS DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION ne doivent pas contenir d'interrupteurs ou de dispositifs contre les surintensités.

La vérification est effectuée par examen.

2.6.5.3 Déconnexion de la terre de protection

Les connexions de mise à la terre de protection doivent être telles que la déconnexion de la mise à la terre de protection en un point d'une unité ou d'un système ne rompt pas la connexion de la mise à la terre de protection aux autres parties ou unités dans un système, à moins que les dangers potentiels identifiés ne soient en même temps retirés.

La vérification est effectuée par examen.

However, it is permitted to provide a single wiring terminal of the screw or stud type in PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT having a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD, and in PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A or B having a special NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD, provided that the wiring termination of the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR is separated by a nut from that of the PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS. The order of stacking of the terminations of the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR and the PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS is not specified.

It is also permitted to provide a single wiring terminal in equipment with an appliance inlet.

Compliance is checked by inspection.

2.6.5 Integrity of protective earthing

2.6.5.1 Interconnection of equipment

In a system of interconnected equipment, the protective earthing connection shall be assured for all equipment requiring a protective earthing connection, regardless of the arrangement of equipment in the system.

Equipment that contains a PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR to maintain continuity of protective earthing circuits to other equipment in the system, shall not be marked with the symbol (60417-2-IEC-5172).

Such equipment shall also provide power to the other equipment in the system (see 2.6.5.3).

Compliance is checked by inspection.

2.6.5.2 Components in protective earthing conductors and protective bonding conductors

PROTECTIVE EARTHING CONDUCTORS and PROTECTIVE BONDING CONDUCTORS shall not contain switches or overcurrent protective devices.

Compliance is checked by inspection.

2.6.5.3 Disconnection of protective earth

Protective earthing connections shall be such that disconnection of a protective earth at one point in a unit or a system does not break the protective earthing connection to other parts or units in a system, unless the relevant potential hazard is removed at the same time.

Compliance is checked by inspection.

2.6.5.4 Parties pouvant être démontées par un opérateur

Les connexions de la mise à la terre de protection doivent être faites plus tôt et défaits plus tard que les connexions de l'alimentation dans les cas suivants:

- le connecteur d'une partie qui peut être enlevée par un OPÉRATEUR;
- une prise sur un câble d'alimentation;
- un socle de connecteur.

La vérification est effectuée par examen.

2.6.5.5 Pièces démontées pendant l'entretien

Les connexions de mise à la terre de protection doivent être conçues de telle sorte qu'elles n'aient pas à être démontées pour l'entretien, mis à part celles qui sont liées au démontage de la partie qu'elles protègent, à moins que les dangers potentiels identifiés ne soient retirés dans le même temps.

La vérification est effectuée par examen.

2.6.5.6 Résistance à la corrosion

Les parties conductrices en contact avec les bornes et les connexions de mise à la terre de protection ne doivent pas être sujettes à une corrosion significative causée par une réaction électrochimique, dans toutes les conditions d'environnement concernant le fonctionnement, le stockage et le transport comme spécifié dans les instructions fournies avec le matériel. Les combinaisons placées au-dessus de la ligne dans l'annexe J doivent être évitées. La résistance à la corrosion peut être obtenue par un procédé approprié de placage ou de recouvrement.

La vérification est effectuée par examen et par référence au tableau des potentiels électrochimiques (annexe J).

2.6.5.7 Vis pour la liaison à la terre de protection

NOTE – Les prescriptions suivantes complètent celle de 3.1.6.

Les vis auto-taraudeuses (par enlèvement ou par repoussage de matière) et les vis à grand pas sont autorisées pour assurer la liaison à la terre de protection mais il ne doit pas être nécessaire d'interrompre la connexion pendant l'entretien.

Dans tous les cas, l'épaisseur de la partie métallique au point où une vis est taraudée ne doit pas être de moins de deux fois le pas de la vis taraud. Il est permis d'utiliser une extrusion locale d'une partie métallique pour augmenter l'épaisseur utile.

Au moins deux vis doivent être utilisées pour chaque connexion. Toutefois il est permis d'utiliser une seule vis auto-taraudeuse pourvu que l'épaisseur de la partie métallique au point où la vis est taraudée soit d'au moins 0,9 mm pour les vis de type filetage par forme et 1,6 mm pour les vis de type filetage par découpe.

La vérification est effectuée par examen.

2.6.5.4 Parts that can be removed by an operator

Protective earthing connections shall make earlier and break later than the supply connections in each of the following:

- the connector of a part that can be removed by an OPERATOR;
- a plug on a power supply cord;
- an appliance coupler.

Compliance is checked by inspection.

2.6.5.5 Parts removed during servicing

Protective earthing connections shall be so designed that they do not have to be disconnected for servicing other than for the removal of the part which they protect unless the relevant potential hazard is removed at the same time.

Compliance is checked by inspection.

2.6.5.6 Corrosion resistance

Conductive parts in contact at protective earthing terminals and connections shall not be subject to significant corrosion due to electrochemical action in any working, storage or transport environment conditions as specified in the instructions supplied with the equipment. Combinations above the line in annex J shall be avoided. Corrosion resistance can be achieved by a suitable plating or coating process.

Compliance is checked by inspection and by reference to the table of electrochemical potentials (annex J).

2.6.5.7 Screws for protective bonding

NOTE – The following requirements are additional to those in 3.1.6.

Self-tapping (thread-cutting and thread-forming) and spaced thread (sheet metal) screws are permitted to provide protective bonding but it shall not be necessary to disturb the connection during servicing.

In any case, the thickness of the metal part at the point where a screw is threaded into it shall be not less than twice the pitch of the screw thread. It is permitted to use local extrusion of a metal part to increase the effective thickness.

At least two screws shall be used for each connection. However, it is permitted to use a single self-tapping screw provided that the thickness of the metal part at the point where the screw is threaded into it is a minimum of 0,9 mm for a screw of the thread-forming type and 1,6 mm for a screw of the thread-cutting type.

Compliance is checked by inspection.

2.6.5.8 Confiance dans le réseau de télécommunications

La mise à la terre de protection ne doit pas dépendre du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS.

La vérification est effectuée par examen.

2.7 Protection contre les surintensités et les défauts à la terre dans les circuits primaires

2.7.1 Prescriptions générales

La protection contre les surintensités, les courts-circuits et les défauts à la terre dans les CIRCUITS PRIMAIRES, est fournie soit comme partie intégrante du matériel, soit comme partie de l'installation du bâtiment.

Si la protection d'un MATÉRIEL DU TYPE B RACCORDÉ PAR UNE PRISE DE COURANT ou d'un MATÉRIEL RELIÉ À DEMEURE dépend des dispositifs de protection dans l'installation du bâtiment pour la protection, les instructions d'installation du matériel doivent l'indiquer et doivent également spécifier les prescriptions pour la protection contre les courts-circuits ou contre les surintensités, ou les deux, lorsque c'est nécessaire.

NOTE – Dans les pays membres du CENELEC, les dispositifs de protection nécessaires pour la conformité aux prescriptions de 5.3, avec certaines exceptions, doivent être inclus comme partie du matériel.

2.7.2 Défauts non couverts en 5.3

La protection contre les défauts non couverts en 5.3 (par exemple les courts-circuits à la terre de protection dans les câblages primaires) n'a pas besoin d'être installée comme partie intégrante du matériel.

La vérification est effectuée par examen.

2.7.3 Protection en amont contre les courts-circuits

A moins qu'une protection en amont appropriée ne soit fournie, les dispositifs de protection doivent avoir un pouvoir de coupure (rupture) adéquat pour interrompre le courant maximal de défaut susceptible de se présenter (y compris le courant de court-circuit).

Pour les MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE ou les MATÉRIELS DU TYPE B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT, il est permis que la protection en amont contre les courts-circuits soit dans l'installation du bâtiment.

Pour les MATÉRIELS DU TYPE A RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT, il est considéré que l'installation du bâtiment assure la protection en amont contre les courts-circuits.

NOTE – Si des fusibles conformes à la CEI 60127 sont utilisés dans les CIRCUITS PRIMAIRES, il convient qu'ils aient un pouvoir de coupure élevé (1 500 A) si le courant de court-circuit présumé dépasse 35 A ou 10 fois le courant nominal du fusible, suivant la valeur la plus élevée.

La vérification est effectuée par examen et par les essais de 5.3.

2.7.4 Nombre et emplacement des dispositifs de protection

Le nombre et l'emplacement des systèmes ou dispositifs de protection dans les CIRCUITS PRIMAIRES doivent être tels que soient détectés et interrompus les courants excessifs circulant dans tout chemin de courant correspondant à un défaut (par exemple entre lignes, entre ligne et neutre, entre ligne et CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION ou entre ligne et CONDUCTEUR DE LIAISON À LA TERRE DE PROTECTION).

2.6.5.8 Reliance on telecommunication network

Protective earthing shall not rely on a TELECOMMUNICATION NETWORK.

Compliance is checked by inspection.

2.7 Overcurrent and earth fault protection in primary circuits

2.7.1 Basic requirements

Protection in PRIMARY CIRCUITS against overcurrents, short circuits and earth faults shall be provided, either as an integral part of the equipment or as part of the building installation.

If PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B or PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT relies on protective devices in the building installation for protection, the equipment installation instructions shall so state and shall also specify the requirements for short-circuit protection or overcurrent protection or, where necessary, for both.

NOTE – In the member countries of CENELEC, the protective devices necessary to comply with the requirements of 5.3 must, with certain exceptions, be included as part of the equipment.

2.7.2 Faults not covered in 5.3

Protection against faults not covered in 5.3 (e.g. short circuits to protective earth in primary wiring) need not be fitted as an integral part of the equipment.

Compliance is checked by inspection.

2.7.3 Short-circuit backup protection

Unless appropriate short-circuit backup protection is provided, protective devices shall have adequate breaking (rupturing) capacity to interrupt the maximum fault current (including short-circuit current) which can flow.

For PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT or PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B, it is permitted for short circuit backup protection to be in the building installation.

For PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A, the building installation is considered as providing short-circuit backup protection.

NOTE – If fuses complying with IEC 60127 are used in PRIMARY CIRCUITS, they should have high breaking capacity (1 500 A) if the prospective short-circuit current exceeds 35 A or 10 times the current rating of the fuse, whichever is greater.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 5.3.

2.7.4 Number and location of protective devices

Protective systems or devices in PRIMARY CIRCUITS shall be in such a number and located so as to detect and to interrupt the overcurrent flowing in any possible fault current path (e.g. line-to-line, line-to-neutral, line to protective earth conductor or line to PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR).

Il n'y a pas de protection exigée contre les défauts à la terre, dans les matériels qui:

- n'ont pas de connexion à la terre; ou
- ont une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE entre le CIRCUIT PRIMAIRE et toutes les parties connectées à la terre.

NOTE 1 – Quand une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE est fournie, un court-circuit à la terre serait considéré comme un double défaut.

Dans une alimentation d'une charge utilisant plus d'un conducteur actif, si un dispositif de protection interrompt le conducteur de neutre, il doit également interrompre tous les autres conducteurs d'alimentation. Les dispositifs de protection unipolaires ne doivent donc pas être utilisés dans de tels cas.

La vérification est effectuée par examen et, lorsque c'est nécessaire, par simulation des conditions de défaut.

NOTE 2 – Pour les dispositifs de protection qui font partie intégrante du matériel, des exemples de nombre et d'emplacement des fusibles ou des pôles de disjoncteurs nécessaires pour fournir une interruption du courant de défaut dans les systèmes d'alimentation communément rencontrés sont donnés dans l'exemple informatif figurant au tableau 2E pour les matériels et sous-ensembles monophasés, et dans l'exemple informatif figurant au tableau 2F pour les matériels triphasés. Les exemples informatifs ne sont pas nécessairement valables pour les dispositifs de protection dans l'installation du bâtiment.

Tableau 2E– Exemples informatifs de dispositifs de protection dans les matériels et sous-ensembles monophasés

Connexion du matériel à l'alimentation	Protection contre	Nombre minimal de coupe-circuits à fusibles ou de pôles de disjoncteurs	Emplacement
Cas A: Matériel destiné à être relié à des schémas d'alimentations avec neutre à la terre identifiés de façon sûre excepté pour le cas C ci-dessous	Défaut à la terre	1	Conducteur actif
	Surintensité	1	L'un ou l'autre des conducteurs
Cas B: Matériel destiné à être relié à toute alimentation y compris les schémas d'alimentation IT et les alimentations avec fiches réversibles excepté pour le cas C ci-dessous	Défaut à la terre	2	Deux conducteurs
	Surintensité	1	L'un ou l'autre des conducteurs
Cas C: Matériel destiné à être relié à des schémas d'alimentation à trois conducteurs avec neutre à la terre identifié de façon sûre	Défaut à la terre	2	Chaque conducteur actif
	Surintensité	2	Chaque conducteur actif

No protection is required against earth faults in equipment that either:

- has no connection to earth; or
- has DOUBLE or REINFORCED INSULATION between the PRIMARY CIRCUIT and all parts connected to earth.

NOTE 1 – Where DOUBLE or REINFORCED INSULATION is provided, a short circuit to earth would be considered to be two faults.

In a supply to a load using more than one line conductor, if a protective device interrupts the neutral conductor, it shall also interrupt all other supply conductors. Single pole protective devices, therefore, shall not be used in such cases.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by simulation of fault conditions.

NOTE 2 – For protective devices that are an integral part of the equipment, examples of the number and location of fuses or circuit-breaker poles necessary to provide fault current interruption in commonly encountered supply systems are given in informative table 2E for single-phase equipment or subassemblies and in informative table 2F for three-phase equipment. The examples are not necessarily valid for protective devices in the building installation.

Table 2E – Informative examples of protective devices in single-phase equipment or subassemblies

Equipment supply connections	Protection against	Minimum number of fuses or circuit-breaker poles	Location
Case A: Equipment to be connected to power systems with earthed neutral reliably identified, except for case C below.	Earth faults	1	Line conductor
	Overcurrent	1	Either of the two conductors
Case B: Equipment to be connected to any supply, including IT power systems and supplies with reversible plugs, except for case C below.	Earth faults	2	Both conductors
	Overcurrent	1	Either of the two conductors
Case C: Equipment to be connected to 3-wire power systems with earthed neutral reliably identified.	Earth faults	2	Each line conductor
	Overcurrent	2	Each line conductor

Tableau 2F – Exemples informatifs de dispositifs de protection dans les matériels triphasés

Systeme d'alimentation	Nombre de conducteurs d'alimentation	Protection contre	Nombre minimal de coupe-circuits à fusibles ou de pôles de disjoncteur	Emplacement
Triphasé sans neutre	3	Défaut à la terre	3	Les trois conducteurs
		Surintensité	2	Deux des conducteurs
(TN ou TT)	4	Défaut à la terre	3	Tous les conducteurs actifs
		Surintensité	3	Tous les conducteurs actifs
Avec neutre non mis à la terre	4	Défaut à la terre	4	Les quatre conducteurs
		Surintensité	3	Tous les conducteurs actifs

2.7.5 Protection par plusieurs dispositifs

Lorsque des dispositifs de protection sont utilisés dans plus d'un pôle d'une alimentation à une charge donnée, ces dispositifs doivent être placés côte à côte. Il est permis de combiner plusieurs dispositifs de protection dans un seul composant.

La vérification est effectuée par examen.

2.7.6 Avertissement au personnel d'entretien

Un marquage convenable doit être fourni sur le matériel ou une indication doit figurer dans les instructions pour l'entretien, pour alerter le PERSONNEL D'ENTRETIEN d'un danger possible, lorsque les deux conditions suivantes existent.

- lorsqu'un fusible est utilisé dans le neutre d'un matériel monophasé relié à demeure ou équipé d'une prise non réversible; et
- lorsque, après le fonctionnement du fusible, les parties du matériel qui restent alimentées risquent de représenter un danger pendant l'entretien.

Le marquage suivant ou un marquage similaire est considéré comme convenable:

**ATTENTION
DOUBLE PÔLE/FUSIBLE SUR LE NEUTRE**

2.8 Verrouillages de sécurité

2.8.1 Prescriptions générales

Des VERROUILLAGES DE SÉCURITÉ doivent être prévus lorsque L'OPÉRATEUR a accès à des zones présentant normalement des risques de danger dans le sens de la présente norme.

2.8.2 Exigences de protection

Les VERROUILLAGES DE SÉCURITÉ doivent être conçus de façon que le risque ait disparu avant que le couvercle, la porte, etc., ne se trouvent dans une position quelconque permettant le contact avec des parties dangereuses par le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1).

**Table 2F – Informative examples of protective devices
in three-phase equipment**

Power system	Number of supply conductors	Protection against	Minimum number of fuses or circuit-breaker poles	Location
Three-phase without neutral	3	Earth faults	3	All three conductors
		Overcurrent	2	Any two conductors
With earthed neutral (TN or TT)	4	Earth faults	3	Each line conductor
		Overcurrent	3	Each line conductor
With unearthed neutral	4	Earth faults	4	All four conductors
		Overcurrent	3	Each line conductor

2.7.5 Protection by several devices

Where protective devices are used in more than one pole of a supply to a given load, those devices shall be located together. It is permitted to combine two or more protective devices in one component.

Compliance is checked by inspection.

2.7.6 Warning to service personnel

Suitable marking shall be provided on the equipment or a statement shall be provided in the servicing instructions to alert SERVICE PERSONNEL to a possible hazard, where both of the following conditions exist:

- where a fuse is used in the neutral of single-phase equipment either permanently connected or provided with a non-reversible plug; and
- where, after operation of the fuse, parts of the equipment that remain energized might represent a hazard during servicing.

The following or similar wording is regarded as suitable:

**CAUTION
DOUBLE POLE/NEUTRAL FUSING**

2.8 Safety interlocks

2.8.1 General principles

SAFETY INTERLOCKS shall be provided where OPERATOR access involves areas normally presenting hazards in the meaning of this standard.

2.8.2 Protection requirements

SAFETY INTERLOCKS shall be so designed that the hazard will be removed before the covers, doors, etc., are in any position that will permit contact with hazardous parts by the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1).

Pour la protection contre les chocs électriques et les dangers de transfert d'énergie, l'enlèvement, l'ouverture ou le retrait du couvercle, de la porte, etc., doivent:

- nécessiter la mise hors tension préalable de telles parties, ou
- amorcer automatiquement la déconnexion de l'alimentation de telles parties, et abaisser en 2 s la tension à une valeur inférieure ou égale à 42,4 V valeur de crête, ou 60 V tension continue, et le niveau d'énergie à une valeur inférieure à 20 J.

Pour une partie mobile qui continue son mouvement pendant un moment et qui continue à présenter un danger mécanique (par exemple un tambour de rotative), l'enlèvement, l'ouverture ou le retrait du couvercle, de la porte, etc., doivent:

- nécessiter la réduction préalable du mouvement à un niveau de sécurité acceptable, ou
- amorcer automatiquement la réduction du mouvement à un niveau de sécurité acceptable.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par l'utilisation du doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1).

2.8.3 Retour imprévu du danger

Les VERROUILLAGES DE SÉCURITÉ doivent être conçus de telle façon qu'un retour imprévu du danger ne puisse se produire lorsque les couvercles, dispositifs de protection, portes, etc., ne sont pas en position fermée.

Tout verrouillage accessible à l'OPÉRATEUR qui peut être mis en fonctionnement au moyen du doigt d'épreuve, de la figure 2A (voir 2.1.1.1) est considéré comme étant susceptible de provoquer un retour par inadvertance du danger.

Les interrupteurs de VERROUILLAGE DE SÉCURITÉ doivent être choisis en tenant compte des chocs mécaniques et des vibrations en fonctionnement normal, de façon que ceux-ci ne provoquent pas un enclenchement malencontreux dans une position dangereuse.

La vérification est effectuée par examen et, lorsque c'est nécessaire, par un essai avec le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1).

2.8.4 Fonctionnement sans défaillance

Un système de VERROUILLAGE DE SÉCURITÉ doit être conçu et construit de façon que:

- si une défaillance du système de verrouillage pendant la vie normale du matériel n'est pas susceptible de se produire et, même si une défaillance survient, elle ne crée pas un danger grave; ou
- si une défaillance du système de verrouillage pendant la vie normale du matériel est possible, la panne ne créera pas un danger contre lequel une protection est prescrite.

La vérification est effectuée par examen du système de verrouillage, des schémas du circuit et des données disponibles et, si nécessaire, par simulation de premiers défauts (voir 1.4.14), par exemple la défaillance d'un dispositif à semi-conducteur ou d'un composant électromécanique. Les parties mécaniques mobiles dans les systèmes mécaniques et électromécaniques ne sont pas soumises aux essais simulés de premier défaut si elles satisfont à 2.8.5 et 2.8.7.

Il est permis d'utiliser des systèmes de verrouillage simulés pour les essais.

For protection against electric shock and energy hazards, removal, opening or withdrawal of the cover, door, etc., shall either:

- necessitate previous de-energization of such parts, or
- automatically initiate disconnection of the supply to such parts, and reduce within 2 s the voltage to 42,4 V peak, or 60 V d.c., or less, and the energy level to less than 20 J.

For a moving part which will continue to move through momentum and will continue to present a mechanical hazard (e.g. a spinning print drum), removal, opening or withdrawal of the cover, door, etc., shall either:

- necessitate previous reduction of movement to an acceptably safe level; or
- automatically initiate reduction of the movement to an acceptably safe level.

Compliance is checked by inspection, measurement and use of the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1).

2.8.3 Inadvertent reactivation

SAFETY INTERLOCKS shall be designed so that inadvertent reactivation of the hazard cannot occur when covers, guards, doors, etc., are not in the closed position.

Any accessible interlock which can be operated by means of the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1) is considered to be likely to cause inadvertent reactivation of the hazard.

SAFETY INTERLOCK switches shall be selected taking into account the mechanical shock and vibration experienced in normal operation, so that this does not cause inadvertent switching to an unsafe condition.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by a test with the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1).

2.8.4 Fail-safe operation

A SAFETY INTERLOCK system shall be so designed and constructed that either:

- if a failure of the interlock system during the normal life of the equipment is not likely to occur and, even if a failure should occur, it shall not create an extreme hazard; or
- if a failure of the interlock system during the normal life of the equipment is possible, the probable failure mode(s) will not create a hazard for which protection is required.

Compliance is checked by inspection of the interlock system, circuit diagrams and available data and, if necessary, by simulation of single faults (see 1.4.14), for example, failure of a semi-conductor device or an electromechanical component. Moving mechanical parts in mechanical and electromechanical systems are not subjected to simulated single faults if they comply with 2.8.5 and 2.8.7.

It is permitted to use simulated interlock systems for tests.

2.8.5 Verrouillages avec parties mobiles

Les parties mobiles dans les systèmes de verrouillage mécaniques et électromécaniques doivent avoir une endurance adéquate.

La vérification est effectuée par examen du système de verrouillage, des données disponibles et, si nécessaire, en soumettant le système de verrouillage à un cycle de 10 000 opérations, sans défaillance autre que dans le cas de fonctionnement sûr.

NOTE – L'essai ci-dessus est effectué pour vérifier l'endurance des parties mobiles autres que celles qui existent dans les interrupteurs de verrouillage et les relais. Les interrupteurs de verrouillage et les relais, s'ils existent, sont soumis à 2.8.7. Si l'essai de 2.8.7.3 est prescrit en plus de l'essai ci-dessus, il convient de combiner les essais.

2.8.6 Réenclenchement forcé d'un verrouillage

Lorsqu'il peut être nécessaire au PERSONNEL D'ENTRETIEN d'effectuer un réenclenchement forcé d'un VERROUILLAGE DE SÉCURITÉ, le système de réenclenchement forcé doit:

- nécessiter un effort volontaire pour fonctionner; et
- réenclencher automatiquement le fonctionnement normal lorsque l'entretien est terminé ou empêcher le fonctionnement normal tant que le PERSONNEL D'ENTRETIEN ne l'a pas réenclenché; et
- nécessiter un OUTIL pour fonctionner lorsqu'il est situé dans la ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, et ne pas pouvoir fonctionner avec le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1); et
- ne pas contourner un VERROUILLAGE DE SÉCURITÉ contre un danger important à moins qu'un autre moyen sûr de protection de sécurité ne devienne efficace lorsque le verrouillage est ainsi contourné. Le matériel doit être conçu de façon que le verrouillage ne puisse être contourné tant que l'autre moyen de protection n'est pas entièrement en place et en état de fonctionner.

La vérification est effectuée par examen.

2.8.7 Interrupteurs et relais dans les systèmes de verrouillage

Un interrupteur dans un système de verrouillage doit:

- pour les interrupteurs, être conforme à la CEI 61058-1, avec évaluation pour 10 000 cycles de fonctionnement conformément à 7.1.4.4 de la CEI 61058-1; ou
- être conforme à 2.8.7.1 et satisfaire aux essais de 2.8.7.3 et 2.8.7.4; ou
- satisfaire aux essais de 2.8.7.2, 2.8.7.3 et 2.8.7.4.

Un relais dans un système de verrouillage doit:

- être conforme à 2.8.7.1 et satisfaire aux essais de 2.8.7.3 et 2.8.7.4; ou
- satisfaire aux essais de 2.8.7.2, 2.8.7.3 et 2.8.7.4.

2.8.7.1 Distances d'ouverture des contacts

Si la distance d'ouverture des contacts est située dans le CIRCUIT PRIMAIRE, la distance d'ouverture des contacts ne doit pas être inférieure à celle du dispositif de sectionnement (voir 3.4.2). Si la distance d'ouverture des contacts est située dans un circuit autre que le CIRCUIT PRIMAIRE, la distance d'ouverture des contacts de l'interrupteur ne doit pas être inférieure à la valeur applicable de la DISTANCE DANS L'AIR de 2.10.3.3 pour une ISOLATION PRINCIPALE dans un CIRCUIT SECONDAIRE.

La vérification est effectuée par examen des données disponibles et, si nécessaire, par des mesures.

2.8.5 Interlocks with moving parts

Moving mechanical parts in mechanical and electromechanical interlock systems shall have adequate endurance.

Compliance is checked by inspection of the interlock system, available data and, if necessary, by cycling the interlock system through 10 000 operations without failure other than in a safe mode.

NOTE – The above test is carried out to check the endurance of moving parts other than those in interlock switches and relays. Interlock switches and relays, if any, are subject to 2.8.7. If the test of 2.8.7.3 is required in addition to the above test, the tests should be combined.

2.8.6 Overriding an interlock

Where it may be necessary for SERVICE PERSONNEL to override a SAFETY INTERLOCK, the override system shall comply with all of the following:

- require an intentional effort to operate; and
- reset automatically to normal operation when servicing is complete, or prevent normal operation unless the SERVICE PERSONNEL have carried out restoration; and
- require a TOOL for operation when in OPERATOR ACCESS AREA and not be operable with the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1); and
- not bypass a SAFETY INTERLOCK for an extreme hazard unless another reliable means of safety protection becomes effective when the interlock is thus bypassed. The equipment shall be designed such that the interlock cannot be bypassed until the other means of protection is fully in place and operational.

Compliance is checked by inspection.

2.8.7 Switches and relays in interlock systems

A switch in an interlock system shall:

- for switches, conform to IEC 61058-1, with evaluation for 10 000 operating cycles in accordance with IEC 61058-1, 7.1.4.4; or
- comply with 2.8.7.1 and pass the tests of 2.8.7.3 and 2.8.7.4; or
- pass the tests of 2.8.7.2, 2.8.7.3 and 2.8.7.4.

A relay in an interlock system shall:

- comply with 2.8.7.1 and pass the tests of 2.8.7.3 and 2.8.7.4; or
- pass the tests of 2.8.7.2, 2.8.7.3 and 2.8.7.4.

2.8.7.1 Contact gaps

If the contact gap is located in the PRIMARY CIRCUIT, the contact gap shall not be less than that for a disconnect device (see 3.4.2). If the contact gap is located in a circuit other than a PRIMARY CIRCUIT, the contact gap shall be not less than the relevant minimum CLEARANCE value in 2.10.3.3 for BASIC INSULATION in a SECONDARY CIRCUIT.

Compliance is checked by inspection of the available data and, if necessary, by measurement.

2.8.7.2 Essai de surcharge

Le contact de l'interrupteur de verrouillage ou le relais est soumis à une surcharge consistant en 50 cycles de fonctionnement à une cadence de 6 à 10 cycles par minute, ouvrant et fermant 150 % du courant imposé dans l'application, excepté que lorsqu'un contact commute la charge d'un moteur, l'essai est effectué avec le rotor du moteur en position bloquée. Après l'essai, l'interrupteur ou le relais doit être encore en état de fonctionner

2.8.7.3 Essai d'endurance

Le contact de l'interrupteur de verrouillage ou le relais est soumis à un essai d'endurance, ouvrant et fermant 100 % du courant imposé dans l'application, à une cadence de 6 à 10 cycles de fonctionnement par minute. Une cadence plus élevée est permise si elle est requise par le constructeur. Pour les interrupteurs à lame souple dans les CIRCUITS TBT, les CIRCUITS TBTS et les CIRCUITS TRT-1, l'essai consiste en 100 000 cycles de fonctionnement. Pour les autres interrupteurs et relais, l'essai est de 10 000 cycles de fonctionnement. Après l'essai, l'interrupteur ou le relais doit être encore en état de fonctionner

2.8.7.4 Essai de rigidité diélectrique

Excepté pour les interrupteurs à lame souple dans des CIRCUITS TBT, des CIRCUITS TBTS et des CIRCUITS TRT-1, un essai de rigidité diélectrique, comme spécifié en 5.2.2, est effectué entre les contacts après les essais de 2.8.7.2 et 2.8.7.3. Si le contact est dans un CIRCUIT PRIMAIRE, la tension d'essai est comme spécifiée pour une ISOLATION RENFORCÉE. Si le contact est dans un circuit autre qu'un CIRCUIT PRIMAIRE, la tension d'essai est comme spécifiée pour une ISOLATION PRINCIPALE dans un CIRCUIT PRIMAIRE.

2.8.8 Actionneur mécanique

Dans le cas où la sécurité repose sur la partie mobile d'un système de verrouillage mécanique, il faut prendre des précautions pour s'assurer qu'elle n'est pas surchargée. Dans le cas où cette prescription n'est pas couverte par la conception du composant, le déplacement excessif au-delà de la position de fonctionnement de la partie mobile doit être limité à 50 % du maximum, par exemple par son montage ou son emplacement, ou par le réglage.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

2.9 Isolation

2.9.1 Propriétés des matériaux isolants

Le choix et l'application des matériaux isolants doivent prendre en compte les contraintes électriques, thermiques et mécaniques, la fréquence de la TENSION DE SERVICE et l'environnement de travail (température, pression, humidité et pollution).

Ni le caoutchouc naturel, ni les matériaux hygroscopiques, ni les matériaux contenant de l'amiante, ne doivent être utilisés comme isolation.

Il ne faut pas compter sur des courroies d'entraînement et des dispositifs de couplage pour assurer l'isolation électrique, à moins que la courroie ou le dispositif de couplage ne soit d'une construction spéciale évitant le risque d'un remplacement inapproprié.

La vérification est effectuée par examen et si nécessaire par l'évaluation des données pour le matériau.

2.8.7.2 Overload test

The contact of the interlock switch or relay is subjected to an overload test consisting of 50 cycles of operation at the rate of 6 to 10 cycles per minute, making and breaking 150 % of the current imposed in the application, except that where a contact switches a motor load, the test is conducted with the rotor of the motor in a locked condition. After the test, the switch or relay shall still be functional.

2.8.7.3 Endurance test

The contact of the interlock switch or relay is subjected to an endurance test, making and breaking 100 % of the current imposed in the application at a rate of 6 to 10 cycles of operation per minute. A higher rate of cycling is permitted if requested by the manufacturer. For reed switches in ELV CIRCUITS, SELV CIRCUITS and TNV-1 CIRCUITS, the test is 100 000 cycling operations. For other switches and relays, the test is 10 000 cycling operations. After the test, the switch or relay shall still be functional.

2.8.7.4 Electric strength test

Except for reed switches in ELV CIRCUITS, SELV CIRCUITS and TNV-1 CIRCUITS, an electric strength test as specified in 5.2.2, is applied between the contacts after the tests of 2.8.7.2 and 2.8.7.3. If the contact is in a PRIMARY CIRCUIT, the test voltage is as specified for REINFORCED INSULATION. If the contact is in a circuit other than a PRIMARY CIRCUIT, the test voltage is as specified for BASIC INSULATION in a PRIMARY CIRCUIT.

2.8.8 Mechanical actuators

Where the actuating part in a mechanical interlock system is relied upon for safety, precautions shall be taken to ensure that it is not overstressed. If this requirement is not covered by the design of the component, the over-travel beyond the operating position of the actuator shall be limited to 50 % of the maximum, for example by its mounting or location, or by adjustment.

Compliance is checked by inspection and measurement.

2.9 Electrical insulation

2.9.1 Properties of insulating materials

The choice and application of insulating materials shall take into account the needs for electrical, thermal and mechanical strength, frequency of the WORKING VOLTAGE and the working environment (temperature, pressure, humidity and pollution).

Natural rubber, hygroscopic materials and materials containing asbestos shall not be used as insulation.

Driving belts and couplings shall not be relied upon to ensure electrical insulation, unless the belt or coupling is of a special design which removes the risk of inappropriate replacement.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by evaluation of the data for the material.

Si nécessaire, si les données ne confirment pas que le matériau est non hygroscopique, la nature hygroscopique d'un matériau isolant est déterminée en soumettant le composant, ou le sous-ensemble employant l'isolation en question, à l'épreuve hygroscopique de 2.9.2. L'isolation est ensuite soumise à l'essai de rigidité diélectrique approprié de 5.2.2, alors qu'elle est encore dans l'enceinte humide ou dans la pièce dans laquelle les échantillons ont été portés à la température prescrite.

2.9.2 Conditionnement hygroscopique

Lorsqu'il est prescrit en 2.9.1, 2.10.6.5 ou 2.10.7 le conditionnement hygroscopique est effectué pendant 48 h dans une enceinte ou dans une salle contenant de l'air avec une humidité relative comprise entre 91 % et 95 %. La température de l'air, en tout endroit où les échantillons peuvent être placés, est maintenue, à 1 °C près, à une valeur quelconque appropriée t comprise entre 20 °C et 30 °C telle qu'il n'y ait pas production de condensation. Pendant ce traitement, le composant ou le sous-ensemble n'est pas mis sous tension.

Avec l'accord du constructeur, il est permis d'augmenter la durée de 48 h.

Avant l'épreuve hygroscopique, l'échantillon est porté à une température comprise entre t et $t + 4$ °C.

2.9.3 Prescriptions pour l'isolation

L'isolation dans le matériel doit satisfaire aux prescriptions pour les échauffements de 4.5.1, et, à l'exception des cas où 2.1.1.3 ou 2.1.1.4 s'appliquent, aux deux exigences ci-dessous:

- aux prescriptions de rigidité diélectrique de 5.2 qui sont applicables; et
- aux prescriptions de DISTANCES DANS L'AIR, LIGNES DE FUITE et isolation solide de 2.10.

2.9.4 Paramètres de l'isolation

Pour déterminer les tensions d'essais, les DISTANCES DANS L'AIR minimales, les LIGNES DE FUITE minimales, les critères de l'isolation solide et les autres prescriptions pour une pièce d'isolation donnée, il faut tenir compte de deux paramètres:

- l'application de l'isolation (voir 2.9.5); et
- la TENSION DE SERVICE (voir 2.10.2 et 5.2).

2.9.5 Catégories d'isolation

L'application de l'isolation doit être considérée comme étant FONCTIONNELLE, PRINCIPALE, SUPPLÉMENTAIRE, DOUBLE OU RENFORCÉE.

L'application de l'isolation dans un grand nombre de situations courantes est décrite dans le tableau 2G et illustrée dans la figure 2F, mais d'autres solutions et d'autres situations existent. Ces exemples sont informatifs. Dans certains cas le degré d'isolation nécessaire peut être supérieur ou inférieur. Lorsqu'un degré d'isolation différent peut être nécessaire, ou si une configuration particulière des parties sous tension n'est pas représentée dans les exemples, il convient que le degré nécessaire d'isolation soit déterminé en considérant les effets d'un premier défaut (voir 1.4.14). Cela devrait laisser intactes les prescriptions pour la protection contre les chocs électriques.

Dans certains cas, l'isolation peut être pontée par un chemin conducteur, par exemple lorsque 1.5.7, 2.2.4, 2.3.4 ou 2.4.3 s'appliquent, pourvu que le niveau de sécurité soit maintenu.

Where necessary, if the data does not confirm that the material is non-hygroscopic, the hygroscopic nature of the material is determined by subjecting the component or subassembly employing the insulation in question to the humidity treatment of 2.9.2. The insulation is then subjected to the relevant electric strength test of 5.2.2 while still in the humidity cabinet, or in the room in which the samples were brought to the prescribed temperature.

2.9.2 Humidity conditioning

Where required by 2.9.1, 2.10.6.5 or 2.10.7, humidity conditioning is carried out for 48 h in a cabinet or room containing air with a relative humidity of 91 % to 95 %. The temperature of the air, at all places where samples can be located, is maintained within 1 °C of any convenient value t between 20 °C and 30 °C such that condensation does not occur. During this conditioning the component or subassembly is not energized.

With the concurrence of the manufacturer, it is permitted to increase the 48 h time duration.

Before the humidity conditioning the sample is brought to a temperature between t and $t + 4$ °C.

2.9.3 Requirements for insulation

Insulation in equipment shall comply with the heating requirements of 4.5.1 and, except where 2.1.1.3 or 2.1.1.4 applies, with both of the following:

- the applicable electric strength requirements of 5.2; and
- the requirements for CLEARANCE, CREEPAGE DISTANCE and solid insulation of 2.10.

2.9.4 Insulation parameters

For the purpose of determining the test voltages, minimum CLEARANCES, minimum CREEPAGE DISTANCES, solid insulation criteria and other requirements for a given piece of insulation, two parameters shall be considered:

- application of insulation (see 2.9.5); and
- WORKING VOLTAGE (see 2.10.2 and 5.2).

2.9.5 Categories of insulation

Insulation shall be considered to be FUNCTIONAL, BASIC, SUPPLEMENTARY, REINFORCED or DOUBLE INSULATION.

The application of insulation in many common situations is described in table 2G and illustrated in figure 2F, but other situations and solutions are possible. These examples are informative; in some cases the necessary grade of insulation may be higher or lower. Where a different grade may be necessary, or if a particular configuration of energized parts is not represented in the examples, the necessary grade of insulation should be determined by considering the effect of a single fault (see 1.4.14). This should leave the requirements for protection against electric shock intact.

In certain cases, insulation may be bridged by a conductive path (e.g. where 1.5.7, 2.2.4, 2.3.4 or 2.4.3 applies) provided that the level of safety is maintained.

Pour la DOUBLE ISOLATION, il est permis d'intervenir les éléments constituant l'ISOLATION PRINCIPALE et SUPPLÉMENTAIRE. Si la DOUBLE ISOLATION est utilisée, les CIRCUITS TBT ou les parties conductrices non mises à la terre sont permises entre l'ISOLATION PRINCIPALE et l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE pourvu que le niveau total d'isolation soit maintenu.

Tableau 2G – Exemples d'application de l'isolation

Nature de l'isolation	Emplacement de l'isolation		Clef pour la figure 2F
	entre	et	
1. FONCTIONNELLE voir ¹⁾	un CIRCUIT TBTS non mis à la terre ou une partie conductrice à double isolation non mise à la terre	<ul style="list-style-type: none"> - une partie conductrice mise à la terre - une partie conductrice à double isolation - un CIRCUIT TBTS non mis à la terre - un CIRCUIT TBTS mis à la terre - un CIRCUIT TRT-1 mis à la terre 	F1 F2 F2 F1 F10 voir ⁶⁾
	un CIRCUIT TBTS mis à la terre	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT TBTS mis à la terre - une partie conductrice mise à la terre - un CIRCUIT TRT-1 non mis à la terre - un CIRCUIT TRT-1 mis à la terre 	F11 F11 F12 voir ⁶⁾ F13 voir ⁶⁾
	un CIRCUIT TBT ou une partie conductrice à isolation principale	<ul style="list-style-type: none"> - une partie conductrice mise à la terre - un CIRCUIT TBTS mis à la terre - une partie conductrice à isolation principale - un CIRCUIT TBT 	F3 F3 F4 F4
	un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE mis à la terre	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE mis à la terre 	F5
	un CIRCUIT TRT-1	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT TRT-1 	F7
	un CIRCUIT TRT-2	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT TRT-2 	F8
	un CIRCUIT TRT-3	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT TRT-3 	F9
	entre parties série/parallèle d'un enroulement d'un transformateur		F6
2. PRINCIPALE	un CIRCUIT PRIMAIRE	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE mis à la terre ou non - une partie conductrice mise à la terre - un CIRCUIT TBTS mis à la terre - une partie conductrice à ISOLATION PRINCIPALE - un CIRCUIT TBT 	B1 B2 B2 B3 B3
	un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE mis à la terre ou non	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE non mis à la terre - une partie conductrice mise à la terre - un CIRCUIT TBTS mis à la terre - une partie conductrice à ISOLATION PRINCIPALE - un CIRCUIT TBT 	B4 B5 B5 B6 B6
	un CIRCUIT TBTS non mis à la terre ou une partie conductrice à double isolation non mise à la terre	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT TRT-1 non mis à la terre - un CIRCUIT TRT-2 - un CIRCUIT TRT-3 	B7 voir ⁶⁾ B8 B9 voir ⁵⁾
	un CIRCUIT TBTS mis à la terre	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT TRT-2 - un CIRCUIT TRT-3 	B10 voir ⁴⁾ B11 voir ⁴⁾ et ⁵⁾
	un CIRCUIT TRT-2	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT TRT-1 non mis à la terre - un CIRCUIT TRT-1 mis à la terre - un CIRCUIT TRT-3 	B12 voir ⁵⁾ B13 voir ⁴⁾ et ⁵⁾ B14 voir ⁶⁾
	un CIRCUIT TRT-3	<ul style="list-style-type: none"> - un CIRCUIT TRT-1 non mis à la terre - un CIRCUIT TRT-1 mis à la terre 	B12 B13 voir ⁴⁾
	une partie conductrice à isolation principale ou un CIRCUIT TBT	<ul style="list-style-type: none"> - une partie conductrice à double isolation - un CIRCUIT TBTS non mis à la terre 	S1 voir ²⁾ S1 voir ²⁾
un CIRCUIT TRT	<ul style="list-style-type: none"> - une partie conductrice à isolation principale - un CIRCUIT TBT 	S2 voir ⁴⁾ S2	

(suite à la page 164)

For DOUBLE INSULATION it is permitted to interchange the BASIC and SUPPLEMENTARY INSULATION elements. Where DOUBLE INSULATION is used, ELV CIRCUITS or unearthed conductive parts are permitted between the BASIC INSULATION and the SUPPLEMENTARY INSULATION provided that the overall level of insulation is maintained.

Table 2G – Examples of application of insulation

Grade of Insulation	Location of insulation		Key to figure 2F	
	between	and		
1. FUNCTIONAL see 1)	unearthed SELV CIRCUIT or double-insulated conductive part	<ul style="list-style-type: none"> – earthed conductive part – double-insulated conductive part – unearthed SELV CIRCUIT – earthed SELV CIRCUIT – earthed TNV-1 CIRCUIT 	F1 F2 F2 F1 F10 see 6)	
	earthed SELV CIRCUIT	<ul style="list-style-type: none"> – earthed SELV CIRCUIT – earthed conductive part – unearthed TNV-1 CIRCUIT – earthed TNV-1 CIRCUIT 	F11 F11 F12 see 6) F13 see 6)	
	ELV CIRCUIT or basic-insulated conductive part	<ul style="list-style-type: none"> – earthed conductive part – earthed SELV CIRCUIT – basic-insulated conductive part – ELV CIRCUIT 	F3 F3 F4 F4	
	earthed HAZARDOUS VOLTAGE SECONDARY CIRCUIT	earthed HAZARDOUS VOLTAGE SECONDARY CIRCUIT	F5	
	TNV-1 CIRCUIT	TNV-1 CIRCUIT	F7	
	TNV-2 CIRCUIT	TNV-2 CIRCUIT	F8	
	TNV-3 CIRCUIT	TNV-3 CIRCUIT	F9	
	series-parallel sections of a transformer winding		F6	
	2. BASIC	PRIMARY CIRCUIT	<ul style="list-style-type: none"> – earthed or unearthed HAZARDOUS VOLTAGE SECONDARY CIRCUIT – earthed conductive part – earthed SELV CIRCUIT – basic-insulated conductive part – ELV CIRCUIT 	B1 B2 B2 B3 B3
		earthed or unearthed HAZARDOUS VOLTAGE SECONDARY CIRCUIT	<ul style="list-style-type: none"> – unearthed HAZARDOUS VOLTAGE SECONDARY CIRCUIT – earthed conductive part – earthed SELV CIRCUIT – basic-insulated conductive part – ELV CIRCUIT 	B4 B5 B5 B6 B6
unearthed SELV CIRCUIT or double-insulated conductive part		<ul style="list-style-type: none"> – unearthed TNV-1 CIRCUIT – TNV-2 CIRCUIT – TNV-3 CIRCUIT 	B7 see 6) B8 B9 see 5)	
earthed SELV CIRCUIT		<ul style="list-style-type: none"> – TNV-2 CIRCUIT – TNV-3 CIRCUIT 	B10 see 4) B11 see 4) 5)	
TNV-2 CIRCUIT		<ul style="list-style-type: none"> – unearthed TNV-1 CIRCUIT – earthed TNV-1 CIRCUIT – TNV-3 CIRCUIT 	B12 see 5) B13 see 4) 5) B14 see 6)	
TNV-3 CIRCUIT		<ul style="list-style-type: none"> – unearthed TNV-1 CIRCUIT – earthed TNV-1 CIRCUIT 	B12 B13 see 4)	
3. SUPPLEMENTARY		basic-insulated conductive part or ELV CIRCUIT	<ul style="list-style-type: none"> – double-insulated conductive part – unearthed SELV CIRCUIT 	S1 see 2) S1 see 2)
		TNV CIRCUIT	<ul style="list-style-type: none"> – basic-insulated conductive part – ELV CIRCUIT 	S2 see 4) S2

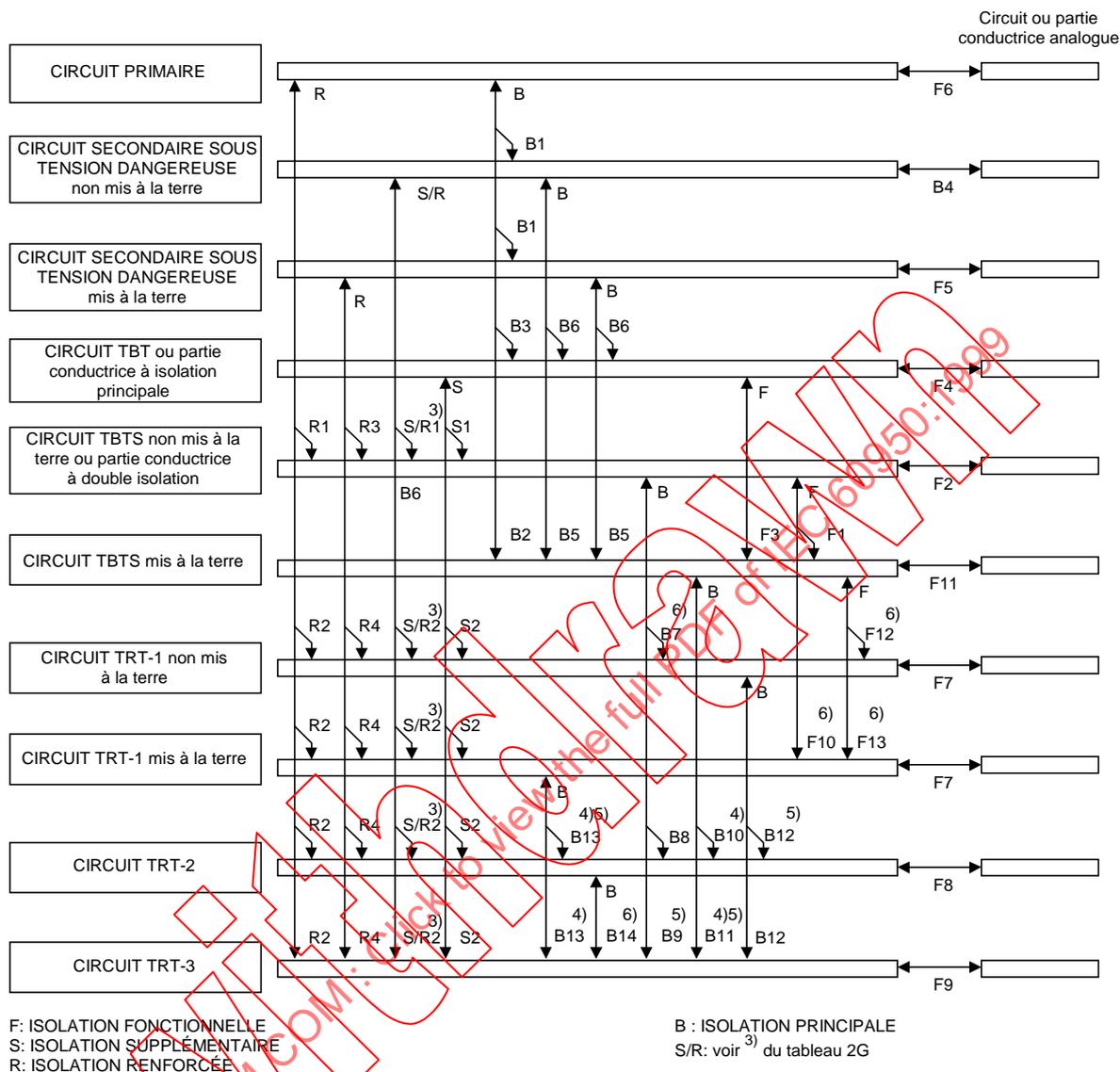
(continued on page 165)

Tableau 2G (fin)

Nature de l'isolation	Emplacement de l'isolation		Clef pour la figure 2F
	entre	et	
4. SUPPLÉMENTAIRE ou RENFORCÉE	un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE non mis à la terre	<ul style="list-style-type: none"> - une partie conductrice à double isolation - un CIRCUIT TBTS non mis à la terre - un CIRCUIT TRT 	S/R1 voir ³⁾ S/R1 voir ³⁾ S/R2 voir ³⁾
5. RENFORCÉE	un CIRCUIT PRIMAIRE	<ul style="list-style-type: none"> - une partie conductrice à double isolation - un CIRCUIT TBTS non mis à la terre - un CIRCUIT TRT 	R1 R1 R2
	un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE mis à la terre	<ul style="list-style-type: none"> - une partie conductrice à double isolation - un CIRCUIT TBTS non mis à la terre - un CIRCUIT TRT 	R3 R3 R4
<p>1) Voir le 5.3.4 pour les prescriptions pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE.</p> <p>2) La TENSION DE SERVICE de l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE entre un CIRCUIT TBT ou une partie conductrice à isolation principale et une partie conductrice accessible non mise à la terre est égale à la TENSION DE SERVICE la plus sévère pour l'ISOLATION PRINCIPALE. La TENSION DE SERVICE la plus sévère peut être due à un CIRCUIT PRIMAIRE ou à un CIRCUIT SECONDAIRE et l'isolation est spécifiée en conséquence.</p> <p>3) L'isolation entre un CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE non mis à la terre et une partie ou un circuit accessible non mis à la terre (S/R dans la figure 2F) doit satisfaire à la plus sévère des prescriptions suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ISOLATION RENFORCÉE dont la TENSION DE SERVICE est égale à la TENSION DANGEREUSE; ou - ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE dont la TENSION DE SERVICE est égale à la tension entre: <ul style="list-style-type: none"> • le CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE, et • un autre CIRCUIT SECONDAIRE sous TENSION DANGEREUSE ou un CIRCUIT PRIMAIRE. <p>Ces exemples s'appliquent si:</p> <ul style="list-style-type: none"> - il y a uniquement une ISOLATION PRINCIPALE entre le CIRCUIT SECONDAIRE et le CIRCUIT PRIMAIRE; et - il y a uniquement une ISOLATION PRINCIPALE entre le CIRCUIT SECONDAIRE et la terre. <p>4) L'ISOLATION principale n'est pas toujours prescrite (voir 2.3.2).</p> <p>5) Les prescriptions de 2.10 s'appliquent. Voir également 6.2.1.</p> <p>6) Les prescriptions de 2.10 ne s'appliquent pas, mais voir 6.2.1.</p>			
<p>NOTE - L'expression «partie conductrice» se réfère à une partie qui:</p> <ul style="list-style-type: none"> - n'est pas normalement sous tension, et - n'est reliée à aucun des circuits suivants: <ul style="list-style-type: none"> • un circuit sous TENSION DANGEREUSE, ou • un CIRCUIT TBT, ou • un CIRCUIT TRT, ou • un CIRCUIT TBTS, ou • un CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT. <p>Des exemples d'une telle partie conductrice sont la MASSE du matériel, le noyau d'un transformateur, et, dans certains cas, un écran conducteur d'un transformateur.</p> <p>Si une telle partie conductrice est protégée d'une partie sous TENSION DANGEREUSE par:</p> <ul style="list-style-type: none"> - une ISOLATION DOUBLE ou RENFORCÉE, elle est appelée «partie conductrice à double isolation»; - une ISOLATION PRINCIPALE et une mise à la terre de protection, elle est appelée «partie conductrice mise à la terre»; - une ISOLATION PRINCIPALE mais sans mise à la terre (c'est-à-dire sans deuxième niveau de protection), elle est appelée «partie conductrice à isolation principale»; <p>Un circuit ou une partie conductrice est dit «mis à la terre» s'il est relié à une borne ou à un contact de mise à la terre de protection de façon à satisfaire aux prescriptions de 2.6 (bien qu'il ne soit pas nécessairement au potentiel de terre). Autrement il est dit «non mis à la terre».</p>			

Table 2G (concluded)

Grade of Insulation	Location of insulation		Key to figure 2F
	between	and	
4. SUPPLEMENTARY or REINFORCED	unearthed HAZARDOUS VOLTAGE SECONDARY CIRCUIT	<ul style="list-style-type: none"> – double-insulated conductive part – unearthed SELV CIRCUIT – TNV CIRCUIT 	S/R1 see ³⁾ S/R1 see ³⁾ S/R2 see ³⁾
5. REINFORCED	PRIMARY CIRCUIT	<ul style="list-style-type: none"> – double-insulated conductive part – unearthed SELV CIRCUIT – TNV CIRCUIT 	R1 R1 R2
	earthed HAZARDOUS VOLTAGE SECONDARY CIRCUIT	<ul style="list-style-type: none"> – double-insulated conductive part – unearthed SELV CIRCUIT – TNV CIRCUIT 	R3 R3 R4
<p>1) See 5.3.4 for requirements for FUNCTIONAL INSULATION.</p> <p>2) The working voltage of the SUPPLEMENTARY INSULATION between an ELV CIRCUIT or a basic-insulated conductive part and an unearthed accessible conductive part is equal to the most onerous WORKING VOLTAGE for the BASIC INSULATION. The most onerous WORKING VOLTAGE may be due to a PRIMARY CIRCUIT or SECONDARY CIRCUIT and the insulation is specified accordingly.</p> <p>3) Insulation between an unearthed SECONDARY CIRCUIT at HAZARDOUS VOLTAGE and an unearthed accessible conductive part or circuit (S/R in figure 2F) shall satisfy the more onerous of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> – REINFORCED INSULATION whose WORKING VOLTAGE is equal to the HAZARDOUS VOLTAGE; or – SUPPLEMENTARY INSULATION whose WORKING VOLTAGE is equal to the voltage between: <ul style="list-style-type: none"> • the SECONDARY CIRCUIT at HAZARDOUS VOLTAGE; and • another SECONDARY CIRCUIT at HAZARDOUS VOLTAGE or a PRIMARY CIRCUIT. <p>These examples apply if:</p> <ul style="list-style-type: none"> – there is only BASIC INSULATION between the SECONDARY CIRCUIT and the PRIMARY CIRCUIT; and – there is only BASIC INSULATION between the SECONDARY CIRCUIT and earth. <p>4) BASIC INSULATION is not always required (see 2.3.2.).</p> <p>5) The requirements of 2.10 apply. See also 6.2.1.</p> <p>6) The requirements of 2.10 do not apply, but see 6.2.1.</p>			
<p>NOTE – The term "conductive part" refers to an electrically conductive part that is:</p> <ul style="list-style-type: none"> – not normally energized, and – not connected to any of the following: <ul style="list-style-type: none"> • a circuit at HAZARDOUS VOLTAGE, or • an ELV CIRCUIT, or • a TNV CIRCUIT, or • an SELV CIRCUIT, or • a LIMITED CURRENT CIRCUIT. <p>Examples of such a conductive part are the BODY of equipment, a transformer core, and in some cases a conductive screen in a transformer.</p> <p>If such a conductive part is protected from a part at HAZARDOUS VOLTAGE by:</p> <ul style="list-style-type: none"> – DOUBLE OR REINFORCED INSULATION, it is termed a "double-insulated conductive part"; – BASIC INSULATION plus protective earthing, it is termed an "earthed conductive part"; – BASIC INSULATION but is not earthed, i.e. it has no second level of protection, it is termed a "basic-insulated conductive part". <p>A circuit or conductive part is termed "earthed" if it is connected to a protective earthing terminal or contact in such a way as to meet the requirements in 2.6 (although it will not necessarily be at earth potential). Otherwise the circuit or conductive part is termed "unearthed".</p>			



IEC 437/99

Figure 2F – Exemples d'application de l'isolation

2.10 Distances dans l'air, lignes de fuite et distances à travers l'isolation

2.10.1 Généralités

Les DISTANCES DANS L'AIR doivent être dimensionnées de telle façon que les surtensions transitoires qui peuvent entrer dans le matériel, et les tensions crête qui peuvent être générées à l'intérieur du matériel, ne détruisent pas la DISTANCE DANS L'AIR. Les prescriptions détaillées sont données en 2.10.3.

Les LIGNES DE FUITE doivent être dimensionnées de telle façon que, pour une TENSION DE SERVICE donnée et un degré de pollution, il n'y ait ni contournement ni rupture de l'isolation. Les prescriptions détaillées sont données en 2.10.4.

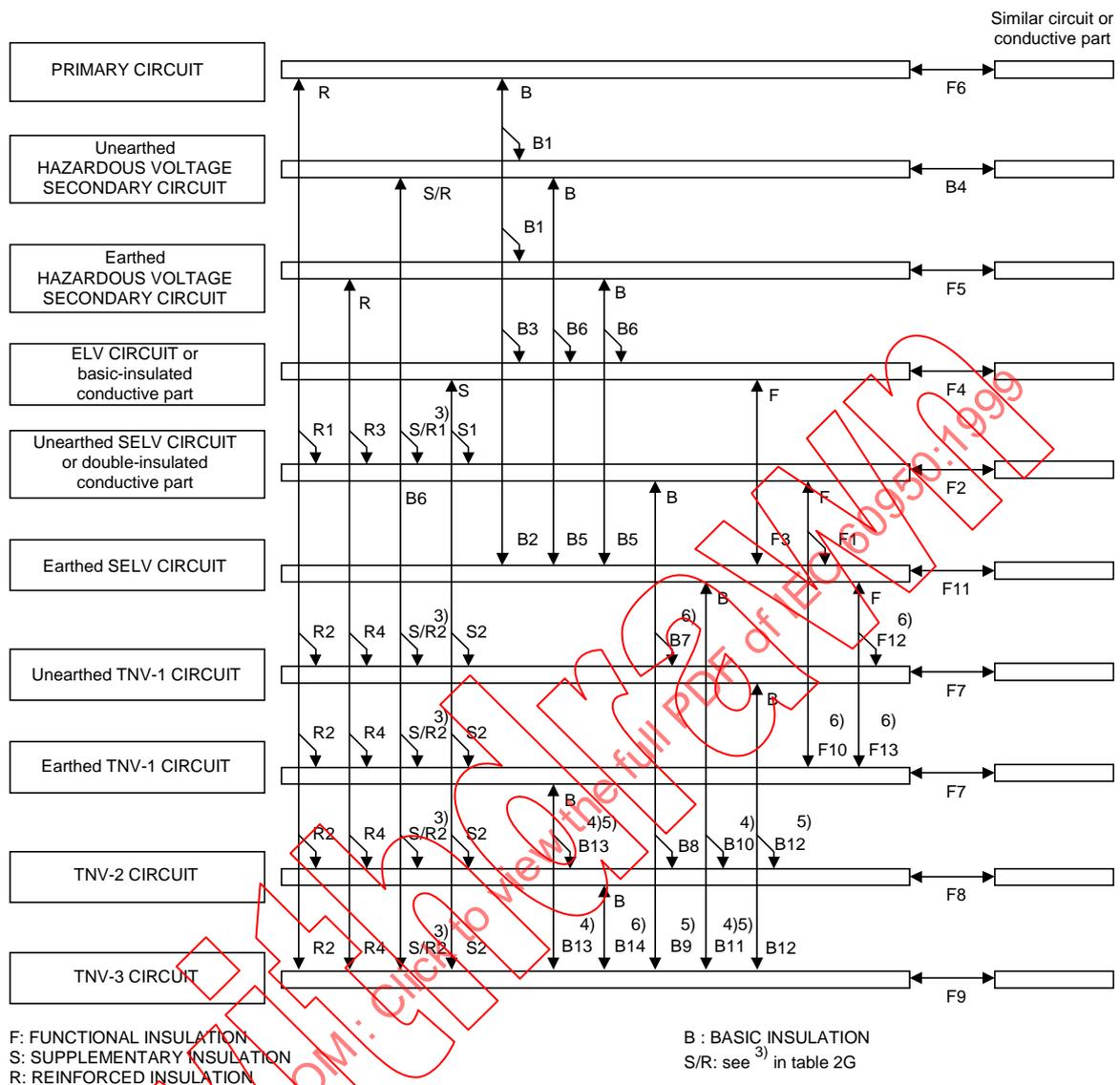


Figure 2F – Examples of application of insulation

2.10 Clearances, creepage distances and distances through insulation

2.10.1 General

CLEARANCES shall be so dimensioned that overvoltage transients which may enter the equipment, and peak voltages which may be generated within the equipment, do not break down the CLEARANCE. Detailed requirements are given in 2.10.3.

CREEPAGE DISTANCES shall be so dimensioned that, for a given WORKING VOLTAGE and Pollution Degree, no flashover or breakdown (tracking) of insulation will occur. Detailed requirements are given in 2.10.4.

Les méthodes de mesure des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE sont données à l'annexe F.

L'isolation solide doit être:

- dimensionnée de telle façon que les surtensions transitoires qui entrent dans le matériel, et les tensions crête qui peuvent être générées à l'intérieur du matériel, ne détruisent pas l'isolation solide; et
- pour les couches minces d'isolation, arrangée de telle façon que le risque d'avoir des micro-trous alignés soit limité.

Les prescriptions détaillées sont données en 2.10.5.

Les prescriptions données en 2.10 sont pour des fréquences inférieures ou égales à 30 kHz. Il est permis d'utiliser les mêmes prescriptions pour une isolation fonctionnant à des fréquences supérieures à 30 kHz jusqu'à ce que des données supplémentaires soient disponibles.

NOTE – Pour des informations sur le comportement de l'isolation en fonction de la fréquence, voir la CEI 60664-1 et la CEI 60664-4.

Pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE, des LIGNES DE FUITE et des DISTANCES DANS L'AIR inférieures à celles qui sont spécifiées en 2.10 sont admises, sous réserve que les prescriptions de 5.3.4 b) ou 5.3.4 c) soient respectées.

Il est permis que les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE soient divisées par interposition de parties conductrices non connectées (flottantes), telles que les contacts non utilisés d'un connecteur, pourvu que la somme des distances individuelles satisfasse aux prescriptions minimales spécifiées (voir figure F.13).

Les valeurs minimales de DISTANCES DANS L'AIR et de LIGNES DE FUITE données pour différents degrés de pollution s'appliquent comme suit:

- le degré de pollution 1 pour les composants et les ensembles qui sont scellés afin d'empêcher l'entrée de la poussière et de l'humidité (voir 2.10.7).
- le degré de pollution 2 généralement pour les matériels couverts par le domaine d'application de la présente norme.
- le degré de pollution 3 lorsqu'un environnement interne local à l'intérieur du matériel est soumis à une pollution conductrice ou à une pollution sèche non conductrice qui pourrait devenir conductrice par suite d'une condensation attendue.

2.10.2 Détermination de la tension de service

Pour la détermination des TENSIONS DE SERVICE, toutes les prescriptions suivantes s'appliquent (voir aussi 1.4.7):

- la valeur de la TENSION NOMINALE ou de la tension supérieure de la PLAGE NOMINALE DE TENSIONS doit être:
 - utilisée pour la TENSION DE SERVICE entre un CIRCUIT PRIMAIRE et la terre; et
 - prise en compte pour la détermination de la TENSION DE SERVICE entre un CIRCUIT PRIMAIRE et un CIRCUIT SECONDAIRE; et
- les parties conductrices accessibles non mises à la terre doivent être supposées l'être; et

The methods of measuring CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES are given in annex F.

Solid insulation shall be:

- so dimensioned that overvoltage transients that enter the equipment and peak voltages that may be generated within the equipment, do not break down the solid insulation; and
- for thin layers of insulation, so arranged that the likelihood of having pinholes aligned is limited.

Detailed requirements are given in 2.10.5.

The insulation requirements given in 2.10 are for frequencies up to 30 kHz. It is permitted to use the same requirements for insulation operating at frequencies over 30 kHz until additional data is available.

NOTE – For information on insulation behaviour in relation to frequency see IEC 60664-1 and IEC 60664-4.

For FUNCTIONAL INSULATION, CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES smaller than those specified in 2.10 are permitted subject to the requirements of 5.3.4 b) or 5.3.4 c).

It is permitted for CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES to be divided by intervening, unconnected (floating) conductive parts, such as unused contacts of a connector, provided that the sum of the individual distances meets the specified minimum requirements (see figure F.13).

The minimum CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE values given for various Pollution Degrees apply as follows:

- Pollution Degree 1 for components and assemblies which are sealed so as to exclude dust and moisture (see 2.10.7).
- Pollution Degree 2 generally for equipment covered by the scope of this standard.
- Pollution Degree 3 where a local internal environment within the equipment is subject to conductive pollution or to dry non-conductive pollution which could become conductive due to expected condensation.

2.10.2 Determination of working voltage

In determining the WORKING VOLTAGES, all of the following requirements apply (see also 1.4.7):

- the value of the RATED VOLTAGE or the upper voltage of the RATED VOLTAGE RANGE shall be:
 - used for WORKING VOLTAGE between a PRIMARY CIRCUIT and earth; and
 - taken into account for determination of the WORKING VOLTAGE between a PRIMARY CIRCUIT and a SECONDARY CIRCUIT; and
- unearthed accessible conductive parts shall be assumed to be earthed; and

- lorsqu'un enroulement d'un transformateur ou une autre partie est flottant, c'est-à-dire n'est pas relié à un circuit qui fixe son potentiel par rapport à la terre, il doit être supposé relié à la terre au point par lequel la plus haute TENSION DE SERVICE est obtenue; et
- lorsque la DOUBLE ISOLATION est utilisée, la TENSION DE SERVICE à travers l'ISOLATION PRINCIPALE doit être déterminée en imaginant un court-circuit à travers l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE et vice versa. Pour l'isolation entre les enroulements d'un transformateur, le court-circuit doit être supposé avoir lieu au point par lequel la plus haute TENSION DE SERVICE est produite dans l'autre isolation; et
- à l'exception de ce qui est permis en 2.10.10, pour l'isolation entre deux enroulements de transformateur, la plus haute tension entre deux points quelconques dans les deux enroulements doit être utilisée en tenant compte des tensions externes auxquelles les enroulements peuvent être reliés; et
- à l'exception de ce qui est permis en 2.10.10, pour l'isolation entre un enroulement de transformateur et une autre partie, la tension la plus haute entre un point quelconque de l'enroulement et l'autre partie doit être utilisée.

2.10.3 Distances dans l'air

2.10.3.1 Généralités

Il est permis d'utiliser soit la méthode suivante soit la variante de l'annexe G pour un composant ou un sous ensemble particulier ou pour le matériel complet.

NOTE 1 – Les avantages de l'annexe G sont les suivants:

- Les DISTANCES DANS L'AIR sont alignées sur la publication fondamentale de sécurité CEI 60664-1 et sont donc harmonisées avec d'autres publications de sécurité (par exemple pour les transformateurs).
- Une plus grande souplesse est donnée au concepteur du fait de l'amélioration de la méthode d'interpolation par rapport à celle de 2.10.3 dans laquelle les valeurs sont prises d'une ligne à la ligne suivante dans les tableaux 2H, 2J et 2K.
- L'atténuation des transitoires à l'intérieur du matériel est prise en considération, y compris l'atténuation des transitoires dans les CIRCUITS PRIMAIRES.
- Les incohérences dans le tableau 2H sont corrigées (4 000 V_{crête} nécessite 2,0 mm ou 2,5 mm pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE et 3,2 mm pour l'ISOLATION PRINCIPALE.).

NOTE 2 – Les prescriptions concernant les DISTANCES DANS L'AIR et la rigidité diélectrique sont basées sur les surtensions transitoires prévues qui peuvent entrer dans le matériel à partir de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF. Selon la CEI 60664-1, l'amplitude de ces transitoires est déterminée par la tension d'alimentation normale et les dispositions d'alimentation. Ces transitoires sont classées conformément à la CEI 60664-1 en quatre groupes comme catégories de surtension I à IV (connues aussi comme catégories d'installation I à IV). L'annexe G couvre les quatre catégories de surtension. Dans les autres parties de cette norme la catégorie II est considérée.

NOTE 3 – convient de coordonner la conception d'une isolation solide et des DISTANCES DANS L'AIR de telle façon que, si une surtension transitoire incidente dépasse les limites de la catégorie de surtension II, l'isolation solide puisse supporter une tension supérieure à celle que supportent les DISTANCES DANS L'AIR.

Pour tous les schémas d'alimentation en courant alternatif, la tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF dans les tableaux 2H, 2J et 2K est la tension ligne-neutre.

NOTE 4 – En Norvège, du fait du système de distribution d'alimentation IT utilisé (voir annexe V, figure V.7), la tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF est considérée comme égale à la tension entre lignes, et restera égale à 230 V en cas de premier défaut.

Les DISTANCES DANS L'AIR spécifiées sont soumises aux valeurs minimales suivantes:

- 10 mm pour un intervalle d'air assurant une ISOLATION RENFORCÉE entre une partie sous TENSION DANGEREUSE et une partie conductrice accessible de l'ENVELOPPE d'un matériel reposant sur le sol ou de la surface supérieure non verticale d'un matériel à poser sur un bureau;

- where a transformer winding or other part is floating, i.e. not connected to a circuit which establishes its potential relative to earth, it shall be assumed to be earthed at the point by which the highest WORKING VOLTAGE is obtained; and
- where DOUBLE INSULATION is used, the WORKING VOLTAGE across the BASIC INSULATION shall be determined by imagining a short circuit across the SUPPLEMENTARY INSULATION, and vice versa. For DOUBLE INSULATION between transformer windings, the short circuit shall be assumed to take place at the point by which the highest WORKING VOLTAGE is produced in the other insulation; and
- except as permitted in 2.10.10, for insulation between two transformer windings, the highest voltage between any two points in the two windings shall be used, taking into account external voltages to which the windings will be connected; and
- except as permitted in 2.10.10, for insulation between a transformer winding and another part, the highest voltage between any point on the winding and the other part shall be used.

2.10.3 Clearances

2.10.3.1 General

It is permitted to use either the following method or the alternative method in annex G for a particular component or subassembly or for the whole equipment.

NOTE 1 – The advantages of annex G are as follows:

- CLEARANCES are aligned with the basic safety publication IEC 60664-1 and are therefore harmonized with other safety publications (e.g. for transformers).
- Additional flexibility is provided for the designer due to an improved interpolation method compared to the method in 2.10.3 where steps are taken from one line to the next in tables 2H, 2J and 2K.
- Attenuation of transients within the equipment is considered, including attenuation of transients in PRIMARY CIRCUITS.
- Inconsistencies in table 2H are corrected (4 000 V_{peak} requires 2,0 mm or 2,5 mm for FUNCTIONAL INSULATION and 3,2 mm for BASIC INSULATION).

NOTE 2 – CLEARANCE and electric strength requirements are based on the expected overvoltage transients which may enter the equipment from the AC MAINS SUPPLY. According to IEC 60664-1, the magnitude of these transients is determined by the normal supply voltage and the supply arrangements. These transients are categorized according to IEC 60664-1 into four groups as Overvoltage Categories I to IV (also known as installation categories I to IV). Annex G covers all four Overvoltage Categories. Elsewhere in this standard Overvoltage Category II is assumed.

NOTE 3 – The design of solid insulation and CLEARANCES should be coordinated in such a way that if an incident overvoltage transient exceeds the limits of Overvoltage Category II, the solid insulation can withstand a higher voltage than the CLEARANCES.

For all a.c. power systems, the AC MAINS SUPPLY voltage in tables 2H, 2J and 2K is the line-to-neutral voltage.

NOTE 4 – In Norway, due to the IT power distribution system used (see annex V, figure V.7), the AC MAINS SUPPLY voltage is considered to be equal to the line-to-line voltage, and will remain 230 V in case of a single earth fault.

The specified CLEARANCES are subject to the following minimum values:

- 10 mm for an air gap serving as REINFORCED INSULATION between a part at HAZARDOUS VOLTAGE and an accessible conductive part of the ENCLOSURE of floor-standing equipment or of the non-vertical top surface of desk top equipment;

- 2 mm pour un intervalle d'air assurant une ISOLATION PRINCIPALE entre une partie sous TENSION DANGEREUSE et une partie conductrice accessible mise à la terre de l'ENVELOPPE extérieure d'un MATÉRIEL DE TYPE A RACCORDÉ PAR PRISE DE COURANT.

Les DISTANCES DANS L'AIR spécifiées ne sont pas applicables à la distance entre les contacts de THERMOSTATS, de COUPE-CIRCUIT THERMIQUES, de dispositifs de protection contre les surcharges, d'interrupteurs à faible distance d'ouverture des contacts et dispositifs analogues, lorsque la DISTANCE DANS L'AIR varie avec les contacts.

NOTE 5 – Pour la distance entre les contacts des interrupteurs de verrouillage, voir 2.8.7.1. Pour la distance entre les contacts des dispositions de déconnexion, voir 3.4.2.

NOTE 6 – Il convient que les DISTANCES DANS L'AIR ne soient pas réduites par les tolérances de fabrication, les déformations qui peuvent survenir pendant la manutention, les chocs et les vibrations susceptibles de se produire pendant la fabrication, le transport et l'utilisation normale.

La conformité à 2.10.3 est vérifiée par mesurage, en tenant compte de l'annexe F. Les conditions suivantes sont applicables. Il n'y a pas d'essai diélectrique pour vérifier les DISTANCES DANS L'AIR.

Les parties mobiles doivent être placées dans la position la plus défavorable.

Lorsque les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUIE à partir d'une ENVELOPPE en matière isolante sont mesurées à travers une fente ou une ouverture dans l'ENVELOPPE, la surface accessible doit être considérée comme conductrice comme si elle était recouverte d'une feuille de métal partout où elle peut être touchée par le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1), appliqué sans force appréciable (voir figure F.12, point B).

Lors de la mesure des DISTANCES DANS L'AIR, 4.2.2, 4.2.3 et 4.2.4 s'appliquent.

2.10.3.2 Distances dans l'air dans les circuits primaires

Les DISTANCES DANS L'AIR dans les CIRCUITS PRIMAIRES doivent satisfaire aux dimensions minimales du tableau 2H et, lorsque c'est approprié, du tableau 2J.

Le tableau 2H est applicable aux matériels qui ne seront pas soumis aux transitoires dépassant la catégorie d'installation II suivant la CEI 60664-1. Les valeurs des TENSIONS TRANSITOIRES SUR LE RÉSEAU appropriées sont données entre parenthèses dans chacune des colonnes des tensions nominales de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF. Lorsque des transitoires plus élevés sont prévus, une protection supplémentaire peut être nécessaire dans le réseau d'alimentation du matériel ou de l'installation.

NOTE 1 – L'annexe G donne d'autres méthodes pour des transitoires plus élevés.

Pour les CIRCUITS PRIMAIRES fonctionnant sous des tensions nominales de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF inférieures ou égales à 300 V, lorsque la TENSION DE SERVICE CRÊTE dans le circuit dépasse la valeur de crête de la tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, la DISTANCE DANS L'AIR minimale pour l'isolation concernée est la somme des deux valeurs suivantes:

- la valeur de DISTANCE DANS L'AIR minimale du tableau 2H pour une TENSION DE SERVICE égale à la tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF; et
- la valeur de DISTANCE DANS L'AIR supplémentaire appropriée du tableau 2J.

- 2 mm for an air gap serving as BASIC INSULATION between a part at HAZARDOUS VOLTAGE and an earthed accessible conductive part of the external ENCLOSURE of PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A.

The specified CLEARANCES are not applicable to the air gap between the contacts of THERMOSTATS, THERMAL CUT-OUTS, overload protection devices, switches of microgap construction, and similar components where the CLEARANCE varies with the contacts.

NOTE 5 – For air gaps between contacts of interlock switches, see 2.8.7.1. For air gaps between contacts of disconnect switches, see 3.4.2.

NOTE 6 – CLEARANCES should not be reduced by manufacturing tolerances or by deformation which can occur due to handling, shock and vibration likely to be encountered during manufacture, transport and normal use.

Compliance with 2.10.3 is checked by measurement, taking into account annex F. The following conditions are applicable. There is no electric strength test to verify CLEARANCES.

Movable parts shall be placed in the most unfavourable position.

When measuring CLEARANCES from an ENCLOSURE of insulating material through a slot or opening in the ENCLOSURE, the accessible surface shall be considered to be conductive as if it were covered by metal foil wherever it can be touched by the test finger, figure 2A (see 2.1.1.1), applied without appreciable force (see figure F.12, point B).

When measuring CLEARANCES, 4.2.2, 4.2.3 and 4.2.4 apply.

2.10.3.2 Clearances in primary circuits

CLEARANCES in PRIMARY CIRCUITS shall comply with the minimum dimensions in table 2H and, where appropriate, table 2J.

Table 2H is applicable to equipment that will not be subjected to transients exceeding overvoltage category II according to IEC 60664-1. The appropriate MAINS TRANSIENT VOLTAGES are given in parentheses in each nominal AC MAINS SUPPLY voltage column. If higher transients are expected, additional protection might be necessary in the supply to the equipment or in the installation.

NOTE 1 – Annex G provides an alternative design method for higher transients.

For PRIMARY CIRCUITS operating on nominal AC MAINS SUPPLY voltages up to 300 V, if the PEAK WORKING VOLTAGE in the circuit exceeds the peak value of the AC MAINS SUPPLY voltage, the minimum CLEARANCE for the insulation under consideration is the sum of the following two values:

- the minimum CLEARANCE value from table 2H for a WORKING VOLTAGE equal to the AC MAINS SUPPLY voltage; and
- the appropriate additional CLEARANCE value from table 2J.

Pour une TENSION DE SERVICE à utiliser pour la détermination des DISTANCES DANS L'AIR dans les CIRCUITS PRIMAIRES conformément au tableau 2H:

- la valeur de crête de toute ondulation superposée sur une TENSION CONTINUE, doit être incluse;
- les transitoires non répétitifs (dus, par exemple, aux perturbations atmosphériques) ne doivent pas être pris en compte.

NOTE 2 – Il est supposé qu'aucun transitoire non répétitif dans un CIRCUIT SECONDAIRE ne dépassera les caractéristiques de TENSION TRANSITOIRE SUR LE RÉSEAU du CIRCUIT PRIMAIRE.

- la tension de tout CIRCUIT TBT, CIRCUIT TBTS ou CIRCUIT TRT (y compris la tension de sonnerie) doit être considérée comme égale à zéro;

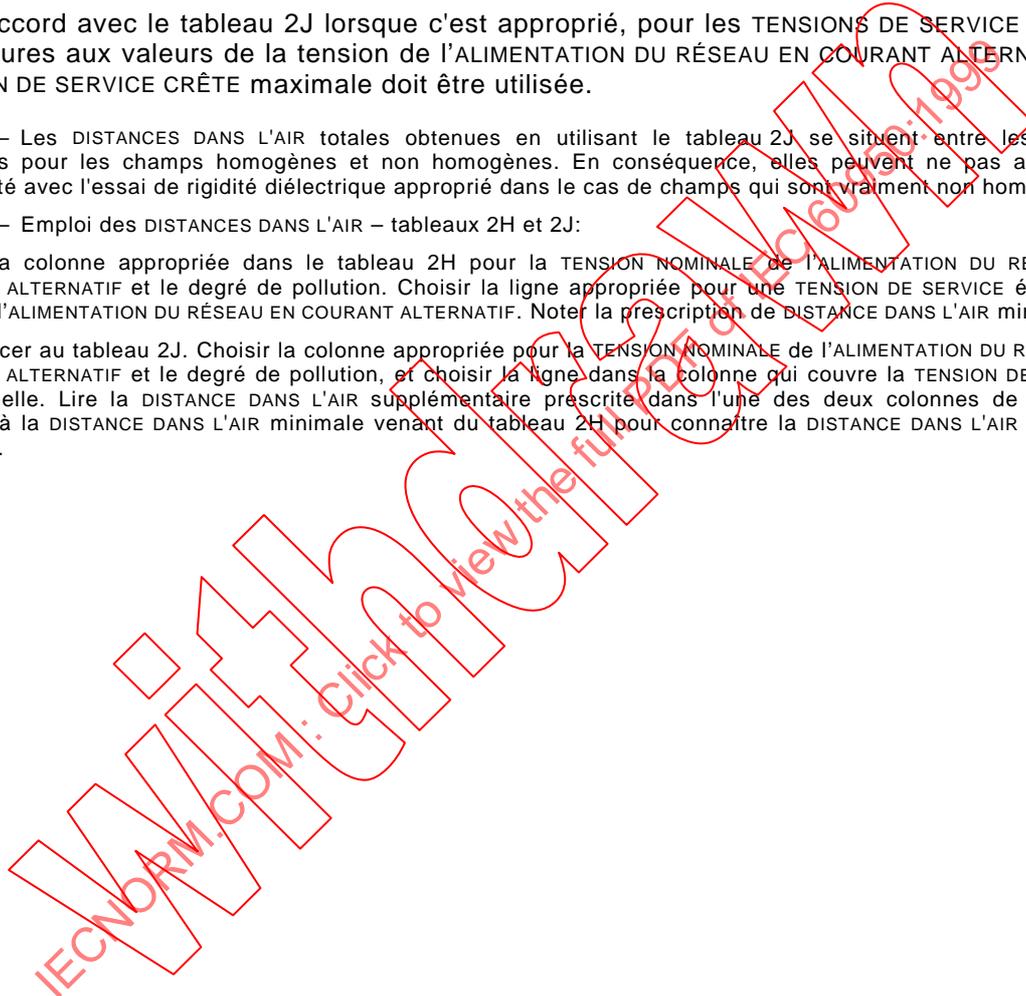
et en accord avec le tableau 2J lorsque c'est approprié, pour les TENSIONS DE SERVICE CRÊTES supérieures aux valeurs de la tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, la TENSION DE SERVICE CRÊTE maximale doit être utilisée.

NOTE 3 – Les DISTANCES DANS L'AIR totales obtenues en utilisant le tableau 2J se situent entre les valeurs prescrites pour les champs homogènes et non homogènes. En conséquence, elles peuvent ne pas assurer la conformité avec l'essai de rigidité diélectrique approprié dans le cas de champs qui sont vraiment non homogènes.

NOTE 4 – Emploi des DISTANCES DANS L'AIR – tableaux 2H et 2J:

Choisir la colonne appropriée dans le tableau 2H pour la TENSION NOMINALE de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF et le degré de pollution. Choisir la ligne appropriée pour une TENSION DE SERVICE égale à la tension d'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF. Noter la prescription de DISTANCE DANS L'AIR minimale.

Se déplacer au tableau 2J. Choisir la colonne appropriée pour la TENSION NOMINALE de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF et le degré de pollution, et choisir la ligne dans la colonne qui couvre la TENSION DE SERVICE CRÊTE réelle. Lire la DISTANCE DANS L'AIR supplémentaire prescrite dans l'une des deux colonnes de droite et l'ajouter à la DISTANCE DANS L'AIR minimale venant du tableau 2H pour connaître la DISTANCE DANS L'AIR minimale prescrite.



For a WORKING VOLTAGE to be used in determining CLEARANCES for PRIMARY CIRCUITS in accordance with table 2H:

- the peak value of any superimposed ripple on a DC VOLTAGE, shall be included;
- non-repetitive transients (due, for example, to atmospheric disturbances) shall not be taken into account;

NOTE 2 – It is assumed that any such non-repetitive transients in a SECONDARY CIRCUIT will not exceed the MAINS TRANSIENT VOLTAGE of the PRIMARY CIRCUIT.

- the voltage of any ELV CIRCUIT, SELV CIRCUIT or TNV CIRCUIT (including ringing voltage) shall be regarded as zero;

and in accordance with table 2J, where appropriate, for PEAK WORKING VOLTAGES exceeding the values of the AC MAINS SUPPLY voltage, the maximum PEAK WORKING VOLTAGE shall be used.

NOTE 3 – The total CLEARANCES obtained by the use of table 2J lie between the values required for homogeneous and inhomogeneous fields. As a result, they may not assure conformance with the appropriate electric strength test in case of fields which are substantially inhomogeneous.

NOTE 4 – Use of CLEARANCE – tables 2H and 2J:

Select the appropriate column in table 2H for the nominal AC MAINS SUPPLY voltage and Pollution Degree. Select the row appropriate to a WORKING VOLTAGE equal to the AC MAINS SUPPLY voltage. Note the minimum CLEARANCE requirement.

Go to table 2J. Select the appropriate column for the nominal AC MAINS SUPPLY voltage and Pollution Degree and choose the row in that column which covers the actual PEAK WORKING VOLTAGE. Read the additional CLEARANCE required from one of the two right hand columns and add this to the minimum CLEARANCE from table 2H to give the total minimum CLEARANCE.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999

Tableau 2H – Distances dans l'air minimales pour l'isolation dans les circuits primaires et entre circuits primaires et secondaires

DISTANCES DANS L'AIR en millimètres

TENSION DE SERVICE inférieure ou égale à		TENSION NOMINALE de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF ≤150 V (TENSION TRANSITOIRE SUR LE RÉSEAU 1 500 V)						TENSION NOMINALE de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF >150 V ≤ 300 V (TENSION TRANSITOIRE SUR LE RÉSEAU 2 500 V)						TENSION NOMINALE de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF >300 V ≤ 600 V (TENSION TRANSITOIRE SUR LE RÉSEAU 4 000 V)		
Tension de crête ou tension continue	Tension efficace (sinusoïdale)	Degrés de pollution 1 et 2			Degré de pollution 3			Degrés de pollution 1 et 2			Degré de pollution 3			Degrés de pollution 1, 2 et 3		
V	V	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R
71	50	0,4	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	0,8	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,0	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	1,3	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	2,0	3,2 (3,0)	6,4 (6,0)
210	150	0,5	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	0,8	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,4	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	1,5	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	2,0	3,2 (3,0)	6,4 (6,0)
420	300	F 1,5 B/S 2,0 (1,5) R 4,0 (3,0)												2,5	3,2 (3,0)	6,4 (6,0)
840	600	F 3,0 B/S 3,2 (3,0) R 6,4 (6,0)														
1 400	1 000	F/B/S 4,2 R 6,4														
2 800	2 000	F/B/S/R 8,4														
7 000	5 000	F/B/S/R 17, 5														
9 800	7 000	F/B/S/R 25														
14 000	10 000	F/B/S/R 37														
28 000	20 000	F/B/S/R 80														
42 000	30 000	F/B/S/R 130														
<p>1) Les valeurs du tableau sont applicables à l'ISOLATION FONCTIONNELLE (F), PRINCIPALE (B), SUPPLÉMENTAIRE (S) et RENFORCÉE (R).</p> <p>2) Les valeurs entre parenthèses sont applicables aux ISOLATIONS PRINCIPALE, SUPPLÉMENTAIRE ou RENFORCÉE uniquement si la fabrication est soumise à un programme de contrôle de la qualité qui fournit un niveau d'assurance au moins égal à celui de l'exemple donné dans l'annexe R.2. En particulier, les ISOLATIONS DOUBLE et RENFORCÉE doivent être soumises à un ESSAI INDIVIDUEL DE SÉRIE pour la rigidité diélectrique.</p> <p>3) Pour les TENSIONS DE SERVICE entre 2 800 V et 42 000 V crête ou continu, il est permis de procéder par interpolation linéaire entre les deux points les plus voisins, l'intervalle calculé étant arrondi à l'échelon de 0,1 mm immédiatement supérieur.</p>																

**Table 2H – Minimum clearances for insulation in primary circuits
and between primary and secondary circuits**

CLEARANCES in millimetres

WORKING VOLTAGE up to and including		Nominal AC MAINS SUPPLY voltage ≤150 V (MAINS TRANSIENT VOLTAGE 1 500 V)						Nominal AC MAINS SUPPLY voltage >150 V ≤ 300 V (MAINS TRANSIENT VOLTAGE 2 500 V)						Nominal AC MAINS SUPPLY voltage >300 V ≤ 600 V (MAINS TRANSIENT VOLTAGE 4 000 V)		
Voltage peak or d.c.	Voltage r.m.s. (sinu- soidal)	Pollution Degrees 1 and 2			Pollution Degree 3			Pollution Degrees 1 and 2			Pollution Degree 3			Pollution Degrees 1, 2 and 3		
		F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R
71	50	0,4	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	0,8	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,0	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	1,3	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	2,0	3,2 (3,0)	6,4 (6,0)
210	150	0,5	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	0,8	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,4	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	1,5	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	2,0	3,2 (3,0)	6,4 (6,0)
420	300	F 1,5 B/S 2,0 (1,5) R 4,0 (3,0)											2,5	3,2 (3,0)	6,4 (6,0)	
840	600	F 3,0 B/S 3,2 (3,0) R 6,4 (6,0)														
1 400	1 000	F/BS 4,2 R 6,4														
2 800	2 000	F/B/S/R 8,4														
7 000	5 000	F/B/S/R 17, 5														
9 800	7 000	F/B/S/R 25														
14 000	10 000	F/B/S/R 37														
28 000	20 000	F/B/S/R 80														
42 000	30 000	F/B/S/R 130														

1) The values in the table are applicable to FUNCTIONAL (F), BASIC (B), SUPPLEMENTARY (S) and REINFORCED (R) insulation.

2) The values in parentheses are applicable to BASIC, SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION only if manufacturing is subjected to a quality control programme that provides at least the same level of assurance as the example given in annex R.2. In particular, DOUBLE and REINFORCED INSULATION shall be subjected to ROUTINE TESTS for electric strength.

3) For WORKING VOLTAGES between 2 800 V peak or d.c. and 42 000 V peak or d.c., linear interpolation is permitted between the nearest two points, the calculated spacing being rounded up to the next higher 0,1 mm increment.

Tableau 2J – Distances dans l'air supplémentaires pour l'isolation dans les circuits primaires à tension de service crête supérieure à la valeur crête de la tension de l'alimentation du réseau en courant alternatif

TENSION NOMINALE de L'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF ≤150 V		TENSION NOMINALE de L'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF >150 V ≤ 300 V	DISTANCE DANS L'AIR supplémentaire mm	
Degrés de pollution 1 et 2	Degré de pollution 3	Degrés de pollution 1, 2 et 3	ISOLATION FONCTIONNELLE, PRINCIPALE OU SUPPLÉMENTAIRE	ISOLATION RENFORCÉE
TENSION DE SERVICE CRÊTE maximale V	TENSION DE SERVICE CRÊTE maximale V	TENSION DE SERVICE CRÊTE maximale V		
210 (210)	210 (210)	420 (420)	0	0
298 (288)	294 (293)	493 (497)	0,1	0,2
386 (366)	379 (376)	567 (575)	0,2	0,4
474 (444)	463 (459)	640 (652)	0,3	0,6
562 (522)	547 (541)	713 (729)	0,4	0,8
650 (600)	632 (624)	787 (807)	0,5	1,0
738 (678)	715 (707)	860 (884)	0,6	1,2
826 (756)	800 (790)	933 (961)	0,7	1,4
914 (839)		1 006 (1 039)	0,8	1,6
1 002 (912)		1 080 (1 116)	0,9	1,8
1 090 (990)		1 153 (1 193)	1,0	2,0
		1 226 (1 271)	1,1	2,2
		1 300 (1 348)	1,2	2,4
		— (1 425)	1,3	2,6

– Les valeurs entre parenthèses doivent être utilisées.
 – lorsque les valeurs entre parenthèses du tableau 2H sont utilisées conformément au point 2) du tableau 2H;
 – pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE.

2.10.3.3 Distances dans l'air dans les circuits secondaires

Les DISTANCES DANS L'AIR dans les CIRCUITS SECONDAIRES doivent satisfaire aux dimensions minimales du tableau 2K.

Pour une TENSION DE SERVICE à utiliser pour la détermination des DISTANCES DANS L'AIR pour les CIRCUITS SECONDAIRES conformément au tableau 2K:

- la valeur de crête de toute ondulation superposée à une TENSION CONTINUE doit être incluse;
- la valeur de crête doit être utilisée pour les tensions non sinusoïdales.

Table 2J – Additional clearances for insulation in primary circuits with peak working voltages exceeding the peak value of the nominal a.c. mains supply voltage

Nominal AC MAINS SUPPLY voltage ≤150 V		Nominal AC MAINS SUPPLY voltage >150 V ≤ 300 V	Additional CLEARANCE mm	
Pollution Degrees 1 and 2	Pollution Degree 3	Pollution Degrees 1, 2 and 3	FUNCTIONAL, BASIC OR SUPPLEMENTARY INSULATION	REINFORCED INSULATION
Maximum PEAK WORKING VOLTAGE V	Maximum PEAK WORKING VOLTAGE V	Maximum PEAK WORKING VOLTAGE V		
210 (210)	210 (210)	420 (420)	0	0
298 (288)	294 (293)	493 (497)	0,1	0,2
386 (366)	379 (376)	567 (575)	0,2	0,4
474 (444)	463 (459)	640 (652)	0,3	0,6
562 (522)	547 (541)	713 (729)	0,4	0,8
650 (600)	632 (624)	787 (807)	0,5	1,0
738 (678)	715 (707)	860 (884)	0,6	1,2
826 (756)	800 (790)	933 (961)	0,7	1,4
914 (839)		1 006 (1 039)	0,8	1,6
1 002 (912)		1 080 (1 116)	0,9	1,8
1 090 (990)		1 153 (1 193)	1,0	2,0
		1 226 (1 271)	1,1	2,2
		1 300 (1 348)	1,2	2,4
		– (1 425)	1,3	2,6

– The values in parentheses shall be used:
– when the values in parentheses in table 2H are used in accordance with item 2) of table 2H; and
– for FUNCTIONAL INSULATION.

2.10.3.3 Clearances in secondary circuits

CLEARANCES in SECONDARY CIRCUITS shall comply with the minimum dimensions of table 2K.

For a WORKING VOLTAGE to be used in determining CLEARANCES for SECONDARY CIRCUITS in accordance with table 2K:

- the peak value of any superimposed ripple on a DC VOLTAGE, shall be included;
- the peak value shall be used for non-sinusoidal voltages.

Les CIRCUITS SECONDAIRES seront normalement de la catégorie de surtension I quand le CIRCUIT PRIMAIRE est de la catégorie de surtension II; les transitoires maximaux pour les différentes tensions du RÉSEAU D'ALIMENTATION EN COURANT ALTERNATIF dans la catégorie de surtension I sont indiqués dans les en-têtes de colonnes du tableau 2K. Cependant un CIRCUIT SECONDAIRE flottant doit être soumis aux prescriptions des tableaux 2H et 2J applicables aux CIRCUITS PRIMAIRES à moins qu'il ne soit dans un matériel avec une borne de mise à la terre de protection, et

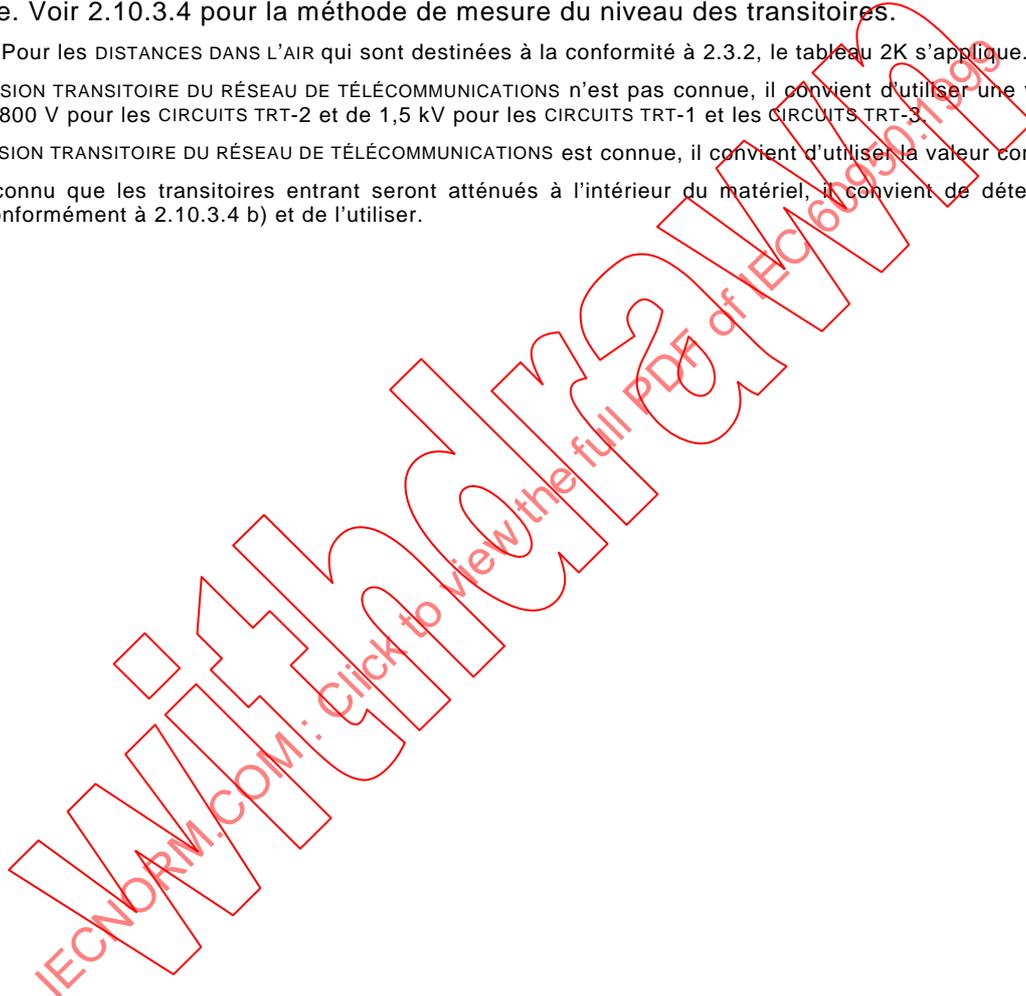
- qu'il ne soit séparé du CIRCUIT PRIMAIRE par un écran métallique mis à la terre; ou
- que les transitoires sur le CIRCUIT SECONDAIRE ne soient au-dessous des valeurs maximales permises pour la catégorie de surtension I, par exemple du fait de l'atténuation apportée par la connexion d'un composant tel qu'un condensateur, entre le CIRCUIT SECONDAIRE et la terre. Voir 2.10.3.4 pour la méthode de mesure du niveau des transitoires.

NOTE – Pour les DISTANCES DANS L'AIR qui sont destinées à la conformité à 2.3.2, le tableau 2K s'applique.

Si la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS n'est pas connue, il convient d'utiliser une valeur de crête de 800 V pour les CIRCUITS TRT-2 et de 1,5 kV pour les CIRCUITS TRT-1 et les CIRCUITS TRT-3.

Si la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est connue, il convient d'utiliser la valeur connue.

S'il est connu que les transitoires entrant seront atténués à l'intérieur du matériel, il convient de déterminer la valeur conformément à 2.10.3.4 b) et de l'utiliser.



SECONDARY CIRCUITS will normally be Overvoltage Category I if the PRIMARY CIRCUIT is Overvoltage Category II; the maximum transients for various AC MAINS SUPPLY voltages in Overvoltage Category I are shown in the column headings of table 2K. However, a floating SECONDARY CIRCUIT shall be subjected to the requirements for PRIMARY CIRCUIT in tables 2H and 2J unless it is in equipment with a protective earthing terminal and either:

- it is separated from the PRIMARY CIRCUIT by an earthed metal screen; or
- transients on the SECONDARY CIRCUIT are below the permitted maximum value for Overvoltage Category I (e.g. due to being attenuated by connecting a component, such as a capacitor, between the SECONDARY CIRCUIT and earth). See 2.10.3.4 for the method of measuring the transient level.

NOTE – For CLEARANCES which are provided for compliance with 2.3.2, table 2K applies.

If the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE is not known, an assumed transient rating of 800 V peak should be used for TNV-2 CIRCUITS and 1,5 kV peak for TNV-1 CIRCUITS and TNV-3 CIRCUITS.

If the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE is known, the known value should be used.

If it is known that the incoming transients will be attenuated within the equipment, the value should be determined in accordance with 2.10.3.4 b) and be used.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999

Withdram

Tableau 2K – Distances dans l'air minimales dans les circuits secondaires

DISTANCES DANS L'AIR en millimètres

TENSION DE SERVICE inférieure ou égale à		TENSION NOMINALE de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF ≤150 V (transitoire du CIRCUIT SECONDAIRE 800 V) voir 5)						TENSION NOMINALE de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF >150 V ≤ 300 V (transitoire du CIRCUIT SECONDAIRE 1 500 V) voir 5)						TENSION NOMINALE de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF >300 V ≤ 600 V (transitoire du CIRCUIT SECONDAIRE 2 500 V) voir 5)						Circuits non soumis aux surtensions transitoires voir 4)		
Tension de crête ou tension continue V	Tension efficace (sinusoïdale) V	Degrés de pollution 1 et 2			Degré de pollution 3			Degrés de pollution 1 et 2			Degré de pollution 3			Degrés de pollution 1, 2 et 3			Degrés de pollution 1 et 2					
		F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R			
71	50	0,4 (0,2)	0,7 (0,2)	1,4 (0,4)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	0,7 (0,5)	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	0,4 (0,2)	0,4 (0,2)	0,8 (0,4)			
140	100	0,6 (0,2)	0,7 (0,2)	1,4 (0,4)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	0,7 (0,5)	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	0,6 (0,2)	0,7 (0,2)	1,4 (0,4)			
210	150	0,6 (0,2)	0,9 (0,2)	1,8 (0,4)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	0,7 (0,5)	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	0,6 (0,2)	0,7 (0,2)	1,4 (0,4)			
280	200	F 1,1 (0,8) B/S 1,4 (0,8) R 2,8 (1,6)												1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	1,1 (0,2)	1,1 (0,2)	2,2 (0,4)			
420	300	F 1,6 (1,0) B/S 1,9 (1,0) R 3,8 (2,0)												1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	1,4 (0,2)	1,4 (0,2)	2,8 (0,4)			
700	500							F/B/S 2,5			R, 5,0											
840	600							F/B/S 3,2			R, 5,0											
1 400	1 000							F/B/S 4,2			R, 5,0											
2 800	2 000							F/B/S/R 8,4			Voir 6)											
7 000	5 000							F/B/S/R 17,5			Voir 6)											
9 800	7 000							F/B/S/R 25			Voir 6)											
14 000	10 000							F/B/S/R 37			Voir 6)											
26 000	20 000							F/B/S/R 80			Voir 6)											
42 000	30 000							F/B/S/R 130			Voir 6)											

1) Les valeurs du tableau sont applicables à l'ISOLATION FONCTIONNELLE (F), PRINCIPALE (B), SUPPLÉMENTAIRE (S) et RENFORCÉE (R).

2) Les valeurs entre parenthèses sont applicables aux ISOLATIONS PRINCIPALE, SUPPLÉMENTAIRE ou RENFORCÉE uniquement si la fabrication est soumise à un programme de contrôle de la qualité qui fournit un niveau d'assurance au moins égal à celui de l'exemple donné à l'annexe R.2. En particulier, les ISOLATIONS DOUBLE et RENFORCÉE doivent être soumises à un ESSAI INDIVIDUEL DE SÉRIE pour la rigidité diélectrique.

3) Pour les TENSIONS DE SERVICE entre 2 800 V et 42 000 V crête ou tension continue, il est permis de procéder par interpolation linéaire entre les deux points les plus voisins, la distance calculée étant arrondie à l'échelon de 0,1 mm immédiatement supérieur.

4) Les valeurs sont applicables aux CIRCUITS SECONDAIRES en courant continu qui sont reliés de façon sûre à la terre et qui ont un filtrage capacitif qui limite l'ondulation de crête à crête à 10 % de la TENSION CONTINUE.

5) Lorsque les transitoires dans le matériel dépassent cette valeur, la valeur de DISTANCE DANS L'AIR supérieure appropriée doit être utilisée.

6) La conformité à la valeur minimale de DISTANCE DANS L'AIR de 8,4 mm n'est pas prescrite si le chemin de la DISTANCE DANS L'AIR est:

- entièrement dans l'air;
- entièrement ou partiellement le long d'une surface d'un matériau isolant du groupe de matériau I;

et si l'isolation concernée satisfait à l'essai diélectrique conformément à 5.2.2, avec:

- une tension d'essai en courant alternatif dont la valeur efficace est égale à 1,06 fois la TENSION DE SERVICE CRÊTE, ou
- une tension d'essai continue égale à la valeur de crête de la tension d'essai en courant alternatif prescrite ci-dessus.

Si le chemin de la DISTANCE DANS L'AIR est partiellement le long d'une surface d'un matériau qui n'est pas du groupe de matériau I, l'essai de rigidité diélectrique est effectué sur l'intervalle d'air seulement.

Table 2K – Minimum clearances in secondary circuits

CLEARANCES in millimetres

WORKING VOLTAGE up to and including		Nominal AC MAINS SUPPLY voltage ≤ 150 V (transient rating for SECONDARY CIRCUIT 800 V) see 5)						Nominal AC MAINS SUPPLY voltage >150 V ≤ 300 V (transient rating for SECONDARY CIRCUIT 1 500 V) see 5)						Nominal AC MAINS SUPPLY voltage >300 V ≤ 600 V (transient rating for SECONDARY CIRCUIT 2 500 V) see 5)			Circuit not subject to transient overvoltages see 4)		
Voltage peak or d.c. V	Voltage r.m.s. (sinusoidal) V	Pollution Degrees 1 and 2			Pollution Degree 3			Pollution Degrees 1 and 2			Pollution Degree 3			Pollution Degrees 1, 2 and 3			Pollution Degrees 1 and 2 only		
		F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R	F	B/S	R
71	50	0,4 (0,2)	0,7 (0,2)	1,4 (0,4)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	0,7 (0,5)	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	0,4 (0,2)	0,4 (0,2)	0,8 (0,4)
140	100	0,6 (0,2)	0,7 (0,2)	1,4 (0,4)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	0,7 (0,5)	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	0,6 (0,2)	0,7 (0,2)	1,4 (0,4)
210	150	0,6 (0,2)	0,9 (0,2)	1,8 (0,4)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	0,7 (0,5)	1,0 (0,5)	2,0 (1,0)	1,0 (0,8)	1,3 (0,8)	2,6 (1,6)	1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	0,6 (0,2)	0,7 (0,2)	1,4 (0,4)
280	200	F 1,1 (0,8) B/S 1,4 (0,8) R 2,8 (1,6)												1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	1,1 (0,2)	1,1 (0,2)	2,2 (0,4)
420	300	F 1,6 (1,0) B/S 1,9 (1,0) R 3,8 (2,0)												1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	4,0 (3,0)	1,4 (0,2)	1,4 (0,2)	2,8 (0,4)
700	500													F/B/S 2,5			R, 5,0		
840	600													F/B/S 3,2			R, 5,0		
1 400	1 000													F/B/S 4,2			R, 5,0		
2 800	2 000													F/B/S/R 8,4			See 6)		
7 000	5 000													F/B/S/R 17,5			See 6)		
9 800	7 000													F/B/S/R 25			See 6)		
14 000	10 000													F/B/S/R 37			See 6)		
26 000	20 000													F/B/S/R 80			See 6)		
42 000	30 000													F/B/S/R 130			See 6)		

1) The values in the table are applicable to FUNCTIONAL (F), BASIC (B), SUPPLEMENTARY (S) and REINFORCED (R) INSULATION.

2) The values in parentheses are applicable to BASIC, SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION only if manufacturing is subjected to a quality control programme that provides at least the same level of assurance as the example given in annex R.2. In particular, DOUBLE and REINFORCED INSULATION shall be subjected to ROUTINE TESTS for electric strength.

3) For WORKING VOLTAGES between 2 800 V peak or d.c. and 42 000 V peak or d.c., linear interpolation is permitted between the nearest two points, the calculated spacing being rounded up to the next higher 0,1 mm increment.

4) The values are applicable to d.c. SECONDARY CIRCUITS which are reliably connected to earth and have capacitive filtering which limits the peak-to-peak ripple to 10 % of the DC VOLTAGE.

5) Where transients in the equipment exceed this value, the appropriate higher CLEARANCE shall be used.

6) Compliance with a CLEARANCE value of 8,4 mm or greater is not required if the CLEARANCE path is:

- entirely through air, or
- wholly or partly along the surface of an insulating material of Material Group I;
and the insulation involved passes an electric strength test according to 5.2.2 using:
 - an a.c. test voltage whose r.m.s. value is equal to 1,06 times the PEAK WORKING VOLTAGE, or
 - a d.c. test voltage equal to the peak value of the a.c. test voltage prescribed above.

If the CLEARANCE path is partly along the surface of a material that is not Material Group I, the electric strength test is conducted across the air gap only.

2.10.3.4 Mesures des niveaux de transitoires

Les essais suivants sont effectués uniquement s'il est demandé de déterminer si les tensions transitoires à travers la DISTANCE DANS L'AIR dans un circuit quelconque sont plus faibles que la normale, en raison, par exemple, de l'effet d'un filtre dans le matériel. La tension transitoire à travers la DISTANCE DANS L'AIR est mesurée à l'aide de la procédure d'essais suivante, et la DISTANCE DANS L'AIR doit être basée sur la valeur mesurée.

Pendant les essais, le matériel est relié à son unité d'alimentation séparée, si elle existe, mais n'est pas relié au réseau d'alimentation, ni à aucun RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS, et toutes les parasurtensions dans les CIRCUITS PRIMAIRES sont déconnectés.

Un dispositif de mesure de tension est connecté à travers la DISTANCE DANS L'AIR concernée.

a) Transitoires dus aux surtensions du réseau

Pour mesurer le niveau réduit de transitoires dus aux surtensions du réseau, le générateur d'essai en impulsions de l'annexe N est utilisé pour produire des impulsions de $1,2/50 \mu\text{s}$, avec U_c égal à la TENSION TRANSITOIRE SUR LE RESEAU donnée dans les en-têtes des colonnes du tableau 2H.

Trois à six impulsions de polarités alternées, avec des intervalles d'au moins 1 s entre les impulsions, sont appliquées entre tous les points suivants, lorsque c'est applicable:

- entre lignes;
- tous les conducteurs de ligne reliés galvaniquement ensemble et le neutre;
- tous les conducteurs de ligne reliés galvaniquement ensemble et la terre de protection;
- le neutre et la terre de protection.

b) Transitoires dus aux surtensions du RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS

Pour mesurer le niveau réduit de transitoires dus aux surtensions du RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS, le générateur d'essai en impulsions de l'annexe N est utilisé pour produire des impulsions de $10/700 \mu\text{s}$, avec U_c égal à la TENSION TRANSITOIRE SUR LE RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS.

Si la TENSION TRANSITOIRE SUR LE RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS n'est pas connue pour le RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS concerné, elle doit être prise comme:

- $1\,500 V_{\text{crête}}$ si le circuit relié au RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS est un CIRCUIT TRT 1 ou un CIRCUIT TRT 3; et
- $800 V_{\text{crête}}$ si le circuit relié au RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS est un CIRCUIT TBTS ou un CIRCUIT TRT 2.

Trois à six impulsions de polarités alternées, avec des intervalles d'au moins 1 s entre les impulsions, sont appliquées entre tous les points de connexion suivants du RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS:

- chaque paire de bornes dans une interface (par exemple A et B);
- toutes les bornes d'un type d'interface reliées ensemble et la terre.

2.10.3.4 Measurement of transient levels

The following tests are conducted only where it is required to determine whether or not transient voltages across the CLEARANCE in any circuit are lower than normal, due, for example, to the effect of a filter in the equipment. The transient voltage across the CLEARANCE is measured using the following test procedure, and the CLEARANCE shall be based on the measured value.

During the tests, the equipment is connected to its separate power supply unit, if any, but is not connected to the mains, nor to any TELECOMMUNICATION NETWORKS, and any surge suppressors in PRIMARY CIRCUITS are disconnected.

A voltage measuring device is connected across the CLEARANCE in question.

a) Transients due to mains overvoltages

To measure the reduced level of transients due to mains overvoltages, the impulse test generator of annex N is used to generate 1,2/50 μ s impulses, with U_c equal to the MAINS TRANSIENT VOLTAGE given in the column headings of table 2H.

Three to six impulses of alternating polarity, with intervals of at least 1 s between impulses, are applied between each of the following points where relevant:

- line-to-line;
- all line conductors joined together and neutral;
- all line conductors joined together and protective earth;
- neutral and protective earth.

b) Transients due to TELECOMMUNICATION NETWORK overvoltages

To measure the reduced level of transients due to TELECOMMUNICATION NETWORK overvoltages, the impulse test generator of annex N is used to generate 10/700 μ s impulses, with U_c equal to the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE.

If the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE is not known for the TELECOMMUNICATION NETWORK in question, it shall be taken as:

- 1 500 V_{peak} if the circuit connected to the TELECOMMUNICATION NETWORK is a TNV-1 CIRCUIT or a TNV-3 CIRCUIT; and
- 800 V_{peak} if the circuit connected to the TELECOMMUNICATION NETWORK is an SELV CIRCUIT or a TNV-2 CIRCUIT.

Three to six impulses of alternating polarity, with intervals of at least 1 s between impulses, are applied between each of the following TELECOMMUNICATION NETWORK connection points:

- each pair of terminals (e.g. A and B or tip and ring) in an interface;
- all terminals of a single interface type joined together and earth.

2.10.4 Lignes de fuite

Les LIGNES DE FUITE ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales appropriées spécifiées dans le tableau 2L, en tenant compte de la valeur de TENSION DE SERVICE, du degré de pollution et du groupe de matériau.

Pour l'ISOLATION RENFORCÉE, les valeurs pour les LIGNES DE FUITE sont le double des valeurs du tableau pour l'ISOLATION PRINCIPALE dans le tableau 2L.

Si la LIGNE DE FUITE provenant du tableau 2L est inférieure à la DISTANCE DANS L'AIR applicable provenant des tableaux 2H ou 2J ou du tableau 2K suivant le cas, la valeur pour cette DISTANCE DANS L'AIR doit être appliquée comme valeur minimale pour la LIGNE DE FUITE.

Il est permis d'utiliser des LIGNES DE FUITE minimales égales AUX DISTANCES DANS L'AIR applicables pour le verre, le mica, la céramique et des matériaux similaires.

Pour la TENSION DE SERVICE à utiliser dans la détermination des LIGNES DE FUITE:

- la valeur efficace vraie ou la valeur en courant continu doit être utilisée;
- si la valeur en courant continu est utilisée, aucune ondulation superposée ne doit être prise en compte;
- les conditions de courte durée (par exemple les signaux cadencés de sonnerie dans les CIRCUITS TRT) ne doivent pas être pris en compte;
- les perturbations de courte durée (par exemple les transitoires) ne doivent pas être prises en compte.

Lors de la détermination de la TENSION DE SERVICE pour un CIRCUIT TRT relié à un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS dont les caractéristiques ne sont pas connues, les tensions de fonctionnement normal doivent être supposées avoir les valeurs suivantes:

- 60 V en courant continu pour les CIRCUITS TRT-1;
- 120 V en courant continu pour les CIRCUITS TRT-2 et les CIRCUITS TRT-3.

Les groupes de matériau sont classés comme suit:

Groupe de matériau I	$600 \leq IRC$ (indice de résistance au cheminement)
Groupe de matériau II	$400 \leq IRC < 600$
Groupe de matériau IIIa	$175 \leq IRC < 400$
Groupe de matériau IIIb	$100 \leq IRC < 175$

Les valeurs de l'IRC se réfèrent aux données d'essai pour le matériau conformément à la CEI 60112 en utilisant 50 gouttes de la solution A.

Lorsque le groupe de matériau n'est pas connu, il est supposé être le groupe de matériau IIIb.

Si un IRC égal ou supérieur à 175 est nécessaire et si les données ne sont pas disponibles, le groupe de matériau peut être établi avec un essai pour l'indice de tenue au cheminement (ITC) comme détaillé dans la CEI 60112. Un matériau peut être inclus dans un groupe si son ITC établi par ces essais est égal ou supérieur à la valeur la plus faible de l'IRC spécifiée pour le groupe.

2.10.4 Creepage distances

CREEPAGE DISTANCES shall be not less than the appropriate minimum values specified in table 2L, taking into account the value of the WORKING VOLTAGE, the Pollution Degree and the material group.

For REINFORCED INSULATION, the values for CREEPAGE DISTANCE are twice the values for BASIC INSULATION in table 2L.

If the CREEPAGE DISTANCE derived from table 2L is less than the applicable CLEARANCE from tables 2H or 2J, or from table 2K, as appropriate, then the value for that CLEARANCE shall be applied for the minimum CREEPAGE DISTANCE.

It is permitted to use minimum CREEPAGE DISTANCES equal to the applicable CLEARANCES for glass, mica, ceramic or similar materials.

For the WORKING VOLTAGE to be used in determining CREEPAGE DISTANCES:

- the actual r.m.s. or d.c. value shall be used;
- if the d.c. value is used, any superimposed ripple shall not be taken into account;
- short-term conditions (e.g. in cadenced ringing signals in TNY CIRCUITS) shall not be taken into account;
- short-term disturbances (e.g. transients) shall not be taken into account.

When determining the WORKING VOLTAGE for a TNY CIRCUIT connected to a TELECOMMUNICATION NETWORK whose characteristics are not known, the normal operating voltages shall be assumed to be the following values:

- 60 V d.c. for TNY-1 circuits;
- 120 V d.c. for TNY-2 circuits and TNY-3 circuits.

Material Groups are classified as follows:

Material Group I	$600 \leq \text{CTI}$ (comparative tracking index)
Material Group II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
Material Group IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$
Material Group IIIb	$100 \leq \text{CTI} < 175$

The Material Group is verified by evaluation of the test data for the material according to IEC 60112 using 50 drops of solution A.

If the Material Group is not known, Material Group IIIb shall be assumed.

If a CTI of 175 or greater is needed, and the data is not available, the Material Group can be established with a test for proof tracking index (PTI) as detailed in IEC 60112. A material may be included in a group if its PTI established by these tests is equal to, or greater than, the lower value of the CTI specified for the group.

Tableau 2L – Lignes de fuite minimales

LIGNES DE FUITE en millimètres

TENSION DE SERVICE tension efficace ou tension continue V	ISOLATION FONCTIONNELLE, PRINCIPALE et SUPPLÉMENTAIRE						
	Degré de pollution 1	Degré de pollution 2			Degré de pollution 3		
	Groupe de matériaux	Groupe de matériaux			Groupe de matériaux		
	I, II, IIIa ou IIIb	I	II	IIIa ou IIIb	I	II	IIIa ou IIIb
≤50		0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9
100	Utiliser les DISTANCES DANS L'AIR appropriées du tableau concerné	0,7	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2
125		0,8	1,1	1,5	1,9	2,1	2,4
150		0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
200		1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
250		1,3	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
300		1,6	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0
400		2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
600		3,2	4,5	6,3	8,0	9,6	10,0
800		4,0	5,6	8,0	10,0	11,0	12,5
1000		5,0	7,1	10,0	12,5	14,0	16,0

Il est permis de procéder par interpolation linéaire entre les deux points les plus voisins, l'intervalle calculé étant arrondi à l'échelon de 0,1 mm immédiatement supérieur.

La vérification est effectuée par des mesures, en tenant compte de l'annexe F.

Les conditions suivantes sont applicables.

Les parties mobiles doivent être placées dans la position la plus défavorable.

Pour le matériel équipé de CÂBLES D'ALIMENTATION FIXES A DEMEURE ordinaires, les mesures de LIGNES DE FUITE sont effectuées avec des conducteurs d'alimentation de la plus forte section spécifiée en 3.3.4 et aussi sans conducteurs.

Lorsque les LIGNES DE FUITE à partir d'une ENVELOPPE en matière isolante sont mesurées à travers une fente ou une ouverture dans l'ENVELOPPE, la surface accessible doit être considérée comme conductrice comme si elle était recouverte d'une feuille de métal partout où elle peut être touchée par le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1), appliqué sans force appréciable (voir figure F. 12, point B).

2.10.5 Isolation solide

L'adéquation d'une isolation solide est vérifiée par les essais de rigidité diélectrique conformément à 5.2.

NOTE 1 – L'expression «isolation solide» se réfère à un matériau qui fournit l'isolation électrique entre deux surfaces opposées et non le long d'une surface extérieure. Ses propriétés prescrites sont spécifiées soit comme la distance minimale réelle à travers l'isolation (voir 2.10.5.1), soit par d'autres prescriptions et essais de la présente norme à la place d'une distance minimale.

NOTE 2 – Voir aussi 3.1.4.

Table 2L – Minimum creepage distances

CREEPAGE DISTANCES in millimetres

WORKING VOLTAGE V r.m.s or d.c	FUNCTIONAL, BASIC AND SUPPLEMENTARY INSULATION						
	Pollution Degree 1	Pollution Degree 2			Pollution Degree 3		
	Material Group	Material Group			Material Group		
	I, II, IIIa or IIIb	I	II	IIIa or IIIb	I	II	IIIa or IIIb
≤50		0,6	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9
100	Use the CLEARANCE from the appropriate table	0,7	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2
125		0,8	1,1	1,5	1,9	2,1	2,4
150		0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5
200		1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2
250		1,3	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0
300		1,6	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0
400		2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
600		3,2	4,5	6,3	8,0	9,6	10,0
800		4,0	5,6	8,0	10,0	11,0	12,5
1000		5,0	7,1	10,0	12,5	14,0	16,0

Linear interpolation is permitted between the nearest two points, the calculated spacing being rounded to the next higher 0,1 mm increment

Compliance is checked by measurement, taking into account annex F.

The following conditions are applicable.

Movable parts are placed in their most unfavourable positions.

For equipment incorporating ordinary NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS, CREEPAGE DISTANCE measurements are made with supply conductors of the largest cross-sectional area specified in 3.3.4, and also without conductors.

When measuring CREEPAGE DISTANCES from an ENCLOSURE of insulating material through a slot or opening in the ENCLOSURE, the accessible surface is considered to be conductive as if it were covered by metal foil wherever it can be touched by the test finger, figure 2A (see 2.1.1.1), applied without appreciable force (see figure F.12, point of B).

2.10.5 Solid insulation

The adequacy of solid insulation is verified by electric strength tests according to 5.2.

NOTE 1 – The term "solid insulation" refers to material that provides electrical insulation between two opposite surfaces, not along an outer surface. Its required properties are specified either as the actual minimum distance through the insulation (see 2.10.5.1), or by other requirements and tests in this standard instead of a minimum distance.

NOTE 2 – See also 3.1.4.

2.10.5.1 Distances minimales à travers l'isolation

Excepté lorsque 2.1.1.3 ou un autre paragraphe de 2.10.5 s'applique, les distances à travers l'isolation doivent être dimensionnées suivant la TENSION DE SERVICE CRÊTE et l'application de l'isolation (voir 2.9), et en tenant compte de ce qui suit:

- si la TENSION DE SERVICE CRÊTE ne dépasse pas 71 V, il n'y a pas de prescriptions pour la distance à travers l'isolation;
- si la TENSION DE SERVICE CRÊTE dépasse pas 71 V, les règles suivantes s'appliquent:
 - pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE et l'ISOLATION PRINCIPALE, il n'y a pas de prescriptions pour la distance à travers l'isolation quelle que soit la TENSION DE SERVICE CRÊTE;
 - l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCÉE doivent avoir une épaisseur minimale de 0,4 mm;

Les prescriptions de 2.10.5.1 s'appliquent aussi aux diélectriques en gel tels que ceux qui sont utilisés dans certains opto-coupleurs.

Il n'y a pas de prescriptions pour la distance à travers l'isolation pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCÉE consistant en un composant isolant remplissant complètement le boîtier d'un composant à semi-conducteur (par exemple un opto-coupleur), si bien que les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUIE n'existent plus, si le composant:

- satisfait aux essais et aux critères d'examen de 2.10.8; et
- est soumis à des ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE pour la rigidité diélectrique pendant la fabrication, avec la valeur appropriée de tension d'essai de 5.2.2.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par un essai.

2.10.5.2 Matériaux en couches minces

NOTE – Les prescriptions pour les composants bobinés sont données en 2.10.5.4.

L'isolation par des matériaux en couches minces est permise, quelle que soit son épaisseur, pourvu qu'elle soit utilisée à l'intérieur de l'ENVELOPPE du matériel et ne soit pas soumise à une manipulation ou à une abrasion lors du service de l'OPÉRATEUR, et que l'une des conditions suivantes s'applique:

- l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE comprend au moins deux couches de matériau, chacune d'elles satisfaisant à l'essai de rigidité diélectrique pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE; ou
- l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE comprend trois couches de matériau dans lesquelles toutes les combinaisons de deux couches ensemble satisfont à l'essai de rigidité diélectrique pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE; ou
- l'ISOLATION RENFORCÉE comprend au moins deux couches de matériau, chacune d'elles satisfaisant à l'essai diélectrique pour l'ISOLATION RENFORCÉE; ou
- l'ISOLATION RENFORCÉE comprend trois couches de matériau dans lesquelles toutes les combinaisons de deux couches ensemble satisfont à l'essai de rigidité diélectrique pour l'ISOLATION RENFORCÉE.

Il n'est pas prescrit que toutes les couches d'isolation doivent être faites du même matériau.

Les revêtements émaillés à base de solvant ne sont pas considérés comme étant une isolation en couches minces.

La vérification est effectuée par examen et par un essai de rigidité diélectrique.

2.10.5.1 Minimum distance through insulation

Except where 2.1.1.3 or another subclause of 2.10.5 applies, distances through insulation shall be dimensioned according to PEAK WORKING VOLTAGE and to the application of the insulation (see 2.9) and as follows:

- if the PEAK WORKING VOLTAGE does not exceed 71 V, there is no requirement for distance through insulation;
- if the PEAK WORKING VOLTAGE exceeds 71 V, the following rules apply:
 - for FUNCTIONAL INSULATION and BASIC INSULATION there is no requirement at any PEAK WORKING VOLTAGE for distance through insulation;
 - SUPPLEMENTARY INSULATION or REINFORCED INSULATION shall have a minimum distance through insulation of 0,4 mm.

The requirements of 2.10.5.1 also apply to gel dielectrics such as are used in some opto-couplers.

There is no distance through insulation requirement for SUPPLEMENTARY INSULATION or REINFORCED INSULATION consisting of an insulating compound completely filling the casing of a semiconductor component (e.g. an opto-coupler), so that CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES do not exist, if the component:

- passes the tests and inspection criteria of 2.10.8; and
- is subjected to ROUTINE TESTS for electric strength during manufacturing, using the appropriate value of the test voltage in 5.2.2.

Compliance is checked by inspection, measurement and test.

2.10.5.2 Thin sheet material

NOTE – The requirements for wound components are given in 2.10.5.4.

Insulation in thin sheet materials is permitted, irrespective of its thickness, provided that it is used within the equipment ENCLOSURE and is not subject to handling or abrasion during OPERATOR servicing, and one of the following applies:

- SUPPLEMENTARY INSULATION comprises at least two layers of material, each of which will pass the electric strength test for SUPPLEMENTARY INSULATION; or
- SUPPLEMENTARY INSULATION comprises three layers of material for which all combinations of two layers together will pass the electric strength test for SUPPLEMENTARY INSULATION; or
- REINFORCED INSULATION comprises at least two layers of material, each of which will pass the electric strength test for REINFORCED INSULATION; or
- REINFORCED INSULATION comprises three layers of material for which all combinations of two layers together will pass the electric strength test for REINFORCED INSULATION.

There is no requirement for all layers of insulation to be of the same material.

Solvent-based enamel coatings are not considered to be insulation in thin sheet material.

Compliance is checked by inspection and by an electric strength test.

2.10.5.3 Cartes imprimées

Pour les couches internes des cartes imprimées multicouches, la distance entre deux pistes adjacentes sur la même couche est traitée comme une distance à travers l'isolation (voir 2.10.5.1).

L'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE et l'ISOLATION RENFORCÉE entre les couches conductrices dans les cartes imprimées monocouches double face, les cartes imprimées multicouches et les cartes imprimées à noyau métallique doivent avoir une épaisseur minimale de 0,4 mm ou satisfaire aux prescriptions conformément au tableau 2M.

Tableau 2M – Isolation dans les cartes imprimées

Isolation	ESSAI DE TYPE ¹⁾	ESSAI INDIVIDUEL DE SÉRIE pour l'essai de rigidité diélectrique ³⁾
Deux couches de matériau isolant en couches y compris le prepreg ²⁾	Non	Oui
Trois couches ou plus de matériau isolant en couches y compris le prepreg ²⁾	Non	Non
Revêtement en céramique qui est traité à ≥ 500 °C	Non	Oui
Système d'isolation avec deux revêtements ou plus, qui est traité à < 500 °C	Oui	Oui
1) Vieillessement thermique et essai de cycles thermiques de 2.10.6 suivis de l'essai de rigidité diélectrique de 5.2.2. 2) Les couches de prepreg sont comptées avant le traitement. 3) L'essai de rigidité diélectrique est effectué sur la carte imprimée finie. NOTE – Prepreg est le terme utilisé pour une couche de tissu de verre imprégné d'une résine préconditionnée.		

La vérification est effectuée par examen et par des mesures et par les essais de rigidité diélectrique.

Lorsque des ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE sont prescrits, la tension d'essai est la tension d'essai applicable de 5.2.2. Les essais de rigidité diélectrique s'appliquent à l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE OU RENFORCÉE totale.

2.10.5.4 Composants bobinés

Lorsqu'une ISOLATION PRINCIPALE, SUPPLÉMENTAIRE OU RENFORCÉE est prescrite entre les enroulements, ils doivent être séparés par une isolation intercouche conforme à 2.10.5.1 ou 2.10.5.2, ou aux deux, à moins que l'une des constructions de fils suivantes a), b) ou c) ne soit utilisée.

- a) Fil qui a une isolation, autre que de l'émail à base de solvant, satisfaisant à 2.10.5.1.
- b) Fil qui a une isolation multicouche extrudée ou enroulée en spirale (lorsque les couches peuvent être essayées individuellement pour l'essai de rigidité diélectrique) conforme à 2.10.5.2 et qui satisfait aux essais de l'annexe U.
- c) Fil qui a une isolation multicouche extrudée ou enroulée en spirale (lorsque seul le fil fini peut être essayé) et satisfait aux essais de l'annexe U.

NOTE 1 – Voir aussi 6.2.1.

2.10.5.3 Printed boards

For the inner layers of multi-layer boards, the distance between two adjacent tracks on the same layer of a printed circuit board is treated as distance through insulation (see 2.10.5.1).

SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION between conductor layers in double-sided, single-layer printed boards, multi-layer printed boards and metal core printed boards, shall have a minimum thickness of 0,4 mm or meet the requirements according to table 2M.

Table 2M – Insulation in printed boards

Insulation	Type tests ¹⁾	ROUTINE TESTS for electric strength ³⁾
Two layers of sheet insulating material including pre-preg ²⁾	No	Yes
Three or more layers of sheet insulating material including pre-preg ²⁾	No	No
A ceramic coating that is cured at ≥ 500 °C	No	Yes
An insulation system, with two or more coatings, that is cured at < 500 °C	Yes	Yes
<p>1) Thermal ageing and thermal cycling of 2.10.6 followed by the electric strength test of 5.2.2.</p> <p>2) Layers of pre-preg are counted before curing.</p> <p>3) Electric strength testing is carried out on the finished printed circuit board.</p> <p>NOTE – Pre-preg is the term used for a layer of glass cloth impregnated with a partially cured resin.</p>		

Compliance is checked by inspection and measurement and by electric strength tests.

Where ROUTINE TESTS are required, the test voltage is the relevant test voltage of 5.2.2. The electric strength tests apply to the overall SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION.

2.10.5.4 Wound components

Where BASIC, SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION is required between windings, they shall be separated by interleaved insulation complying with 2.10.5.1 or 2.10.5.2, or both, unless one of the following wire constructions a), b) or c) is used.

- Wire that has insulation, other than solvent-based enamel, complying with 2.10.5.1.
- Wire that has multi-layer extruded or spirally wrapped insulation (where the layers can be individually tested for electric strength) complying with 2.10.5.2 and passes the tests of annex U.
- Wire that has multi-layer extruded or spirally wrapped insulation (where only the finished wire can be tested) and passes the tests of annex U.

NOTE 1 – See also 6.2.1.

En 2.10.5.4 c) le nombre minimal de couches de construction appliquées sur le conducteur doit être le suivant:

- ISOLATION PRINCIPALE: deux couches enroulées ou une couche extrudée;
- ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE: deux couches, enroulées ou extrudées;
- ISOLATION RENFORCÉE: trois couches, enroulées ou extrudées.

En 2.10.5.4 b) et 2.10.5.4 c), pour les isolations enroulées en spirale lorsque les LIGNES DE FUITE entre les couches, lorsqu'elles sont enroulées, sont inférieures aux valeurs données dans le tableau 2L pour le degré de pollution 1, le chemin entre couches doit être scellé comme indiqué en 2.10.8 et les tensions d'essai de l'ESSAI DE TYPE de l'article U.2 doivent être augmentées à 1,6 fois leur valeur en normale

NOTE 2 – Une couche de matériau bobiné avec plus de 50 % de recouvrement est considérée comme deux couches.

Lorsque deux conducteurs isolés ou lorsqu'un conducteur nu et un conducteur isolé sont en contact à l'intérieur d'un composant bobiné et se croisent avec un angle compris entre 45° et 90° et soumis à la tension de l'enroulement, une protection contre les contraintes mécaniques doit être prévue. Ceci peut être obtenu, par exemple, en fournissant une séparation physique sous la forme d'un manchon isolant ou d'un matériau en feuille, ou en utilisant le double du nombre de couches d'isolants prescrit.

Le composant fini doit satisfaire à un ESSAI INDIVIDUEL DE SÉRIE pour la rigidité diélectrique en utilisant les valeurs appropriées de tensions d'essai de 5.2.2

La vérification est effectuée par examen et par mesure, et, si c'est applicable, comme spécifié à l'annexe U. Toutefois, il n'est pas nécessaire de répéter les essais lorsque les feuilles de données des matériaux confirment la conformité à l'annexe U.

2.10.6 Cartes imprimées revêtues

2.10.6.1 Généralités

Pour les cartes imprimées dont les conducteurs sont revêtus d'un enduit approprié, les distances minimales de séparation du tableau 2N sont applicables aux conducteurs avant qu'ils ne soient revêtus en tenant compte des prescriptions suivantes.

L'une ou l'autre des deux, ou les deux parties conductrices, et au minimum 80 % de la distance sur la surface entre les parties conductrices doivent être revêtues. Entre deux parties conductrices non revêtues quelconques ainsi que sur la face extérieure du revêtement, les distances minimales des tableaux 2H, 2J et 2K s'appliquent.

Les valeurs du tableau 2N doivent être utilisées seulement si la fabrication est soumise à un programme de contrôle de la qualité qui fournit un niveau d'assurance au moins égal à celui de l'exemple donné à l'article R.1. En particulier, les ISOLATIONS DOUBLE et RENFORCÉE doivent être conformes à l'ESSAI INDIVIDUEL DE SÉRIE pour la rigidité diélectrique.

En cas de non satisfaction aux conditions ci-dessus, les prescriptions en 2.10.1, 2.10.2, 2.10.3 et 2.10.4 doivent s'appliquer.

Le mode de revêtement, le matériau de revêtement et le matériau de base doivent être tels qu'une qualité uniforme soit assurée et que les distances d'isolation considérées soient effectivement protégées.

La vérification est effectuée par les mesures, en tenant compte de la figure F.11, et par les essais suivants.

In 2.10.5.4 c), the minimum number of constructional layers applied to the conductor shall be as follows:

- BASIC INSULATION: two wrapped layers or one extruded layer;
- SUPPLEMENTARY INSULATION: two layers, wrapped or extruded;
- REINFORCED INSULATION: three layers, wrapped or extruded.

In 2.10.5.4 b) and 2.10.5.4 c), for spirally wrapped insulation where the CREEPAGE DISTANCES between layers, as wrapped, are less than those given in table 2L for pollution degree 1, the path between layers shall be sealed as for a cemented joint in 2.10.8 and the test voltages of the TYPE TESTS in clause U.2 are increased to 1,6 times their normal values.

NOTE 2 – One layer of material wound with more than 50 % overlap is considered to constitute two layers.

Where two insulated wires or one bare and one insulated wire are in contact inside the wound component, crossing each other at an angle between 45° and 90° and subject to winding tension, protection against mechanical stress shall be provided. This protection can be achieved, for example, by providing physical separation in the form of insulating sleeving or sheet material, or by using double the required number of insulation layers.

The finished component shall pass ROUTINE TESTS for electric strength using the appropriate value of test voltages in 5.2.2.

Compliance is checked by inspection and measurement and, if applicable, as specified in annex U. However, the tests of annex U are not repeated if the material data sheets confirm compliance.

2.10.6 Coated printed boards

2.10.6.1 General

For printed boards whose surface conductors are coated with a suitable coating material, the minimum separation distances of table 2N are applicable to conductors before they are coated, subject to the following requirements.

Either one or both conductive parts and at least 80 % of the distances over the surface between the conductive parts shall be coated. Between any two uncoated conductive parts and over the outside of the coating, the minimum distances in tables 2H, 2J or 2K apply.

The values in table 2N shall be used only if manufacturing is subject to a quality control programme that provides at least the same level of assurance as the example given in clause R.1. In particular, DOUBLE and REINFORCED INSULATION shall pass ROUTINE TESTS for electric strength.

In default of the above conditions, the requirements of 2.10.1, 2.10.2, 2.10.3 and 2.10.4 shall apply.

The coating process, the coating material and the base material shall be such that uniform quality is assured and the separation distances under consideration are effectively protected.

Compliance is checked by measurement taking into account figure F.11, and by the following tests.

2.10.6.2 Préparation des échantillons et examen préliminaire

Trois cartes échantillons (ou, pour 2.10.9, deux composants et une carte) identifiées comme échantillons 1, 2 et 3 sont nécessaires. L'emploi de cartes réelles ou d'échantillons fabriqués spécialement avec un revêtement représentatif et les séparations minimales est permis. Chaque carte échantillon doit être représentative des séparations minimales utilisées et est revêtue. Chaque carte échantillon est soumise à la séquence totale des opérations de fabrication, y compris le soudage et le nettoyage, auxquelles la carte est normalement soumise pendant l'assemblage du matériel.

Lors de l'examen visuel, les cartes ne doivent présenter ni micro-trous ni bulles dans le revêtement ni rupture des pistes conductrices aux coins.

Tableau 2N – Distances minimales de séparation pour les cartes imprimées revêtues

TENSION DE SERVICE tension efficace ou tension continue V		ISOLATION FONCTIONNELLE, PRINCIPALE OU SUPPLÉMENTAIRE mm	ISOLATION RENFORCÉE mm
	Jusqu'à et y compris 63	0,1	0,2
De	63 jusqu'à et y compris 125	0,2	0,4
De	125 jusqu'à et y compris 160	0,3	0,6
De	160 jusqu'à et y compris 200	0,4	0,8
De	200 jusqu'à et y compris 250	0,6	1,2
De	250 jusqu'à et y compris 320	0,8	1,6
De	320 jusqu'à et y compris 400	1,0	2,0
De	400 jusqu'à et y compris 500	1,3	2,6
De	500 jusqu'à et y compris 630	1,8	3,6
De	630 jusqu'à et y compris 800	2,4	3,8
De	800 jusqu'à et y compris 1 000	2,8	4,0
De	1 000 jusqu'à et y compris 1 250	3,4	4,2
De	1 250 jusqu'à et y compris 1 600	4,1	4,6
De	1 600 jusqu'à et y compris 2 000	5,0	5,0
De	2 000 jusqu'à et y compris 2 500	6,3	6,3
De	2 500 jusqu'à et y compris 3 200	8,2	8,2
De	3 200 jusqu'à et y compris 4 000	10	10
De	4 000 jusqu'à et y compris 5 000	13	13
De	5 000 jusqu'à et y compris 6 300	16	16
De	6 300 jusqu'à et y compris 8 000	20	20
De	8 000 jusqu'à et y compris 10 000	26	26
De	10 000 jusqu'à et y compris 12 500	33	33
De	12 500 jusqu'à et y compris 16 000	43	43
De	16 000 jusqu'à et y compris 20 000	55	55
De	20 000 jusqu'à et y compris 25 000	70	70
De	25 000 jusqu'à et y compris 30 000	86	86

Pour les tensions entre 2 000 V et 30 000 V, une interpolation linéaire est permise entre les deux points les plus voisins, l'intervalle calculé étant arrondi au 0,1 mm supérieur.

2.10.6.2 Sample preparation and preliminary inspection

Three sample boards (or, for 2.10.9, two components and one board) identified as samples 1, 2 and 3 are required. It is permitted to use either actual boards or specially produced samples with representative coating and minimum separations. Each sample board shall be representative of the minimum separations used, and coated. Each sample is subjected to the full sequence of manufacturing processes, including soldering and cleaning, to which it is normally subjected during equipment assembly.

When visually inspected, the boards shall show no evidence of pinholes or bubbles in the coating or breakthrough of conductive tracks at corners.

Table 2N – Minimum separation distances for coated printed boards

WORKING VOLTAGE		FUNCTIONAL, BASIC OR SUPPLEMENTARY INSULATION		REINFORCED INSULATION
V r.m.s. or d.c.		mm		mm
	Up to and including	63	0,1	0,2
Over	63 up to and including	125	0,2	0,4
Over	125 up to and including	160	0,3	0,6
Over	160 up to and including	200	0,4	0,8
Over	200 up to and including	250	0,6	1,2
Over	250 up to and including	320	0,8	1,6
Over	320 up to and including	400	1,0	2,0
Over	400 up to and including	500	1,3	2,6
Over	500 up to and including	630	1,8	3,6
Over	630 up to and including	800	2,4	3,8
Over	800 up to and including	1 000	2,8	4,0
Over	1 000 up to and including	1 250	3,4	4,2
Over	1 250 up to and including	1 500	4,1	4,6
Over	1 600 up to and including	2 000	5,0	5,0
Over	2 000 up to and including	2 500	6,3	6,3
Over	2 500 up to and including	3 200	8,2	8,2
Over	3 200 up to and including	4 000	10	10
Over	4 000 up to and including	5 000	13	13
Over	5 000 up to and including	6 300	16	16
Over	6 300 up to and including	8 000	20	20
Over	8 000 up to and including	10 000	26	26
Over	10 000 up to and including	12 500	33	33
Over	12 500 up to and including	16 000	43	43
Over	16 000 up to and including	20 000	55	55
Over	20 000 up to and including	25 000	70	70
Over	25 000 up to and including	30 000	86	86

For voltages between 2 000 V and 30 000 V, linear interpolation is permitted between the nearest two points, the calculated spacing being rounded up to the next higher 0,1 mm increment.

2.10.6.3 Cycles thermiques

L'échantillon 1 est soumis 10 fois au cycle thermique suivant:

- 68 h à $T_1 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 1 h à $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 2 h à $0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;
- au moins 1 h à $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

$T_1 = T_2 + T_{mra} - T_{amb} + 10 \text{ K}$, mesurées conformément à 1.4.5, et lorsque c'est applicable à 1.4.13, ou $100 \text{ }^\circ\text{C}$, suivant la valeur la plus élevée. Toutefois la marge de 10 K n'est pas ajoutée si la température est mesurée par un thermocouple enfoui.

T_2 est la température des parties mesurée pendant l'essai de 4.5.1.

La signification de T_{mra} et T_{amb} est donnée en 1.4.12.

Le temps nécessaire pour la transition d'une température à une autre n'est pas spécifiée, mais il est permis que la transition soit graduelle.

2.10.6.4 Vieillissement thermique

L'échantillon 2 doit être vieilli dans une étuve ventilée à une température et pendant une durée choisies sur la figure 2G, en utilisant la ligne d'indice de température qui correspond à la température maximale de fonctionnement de la carte imprimée. La température de l'étuve doit être maintenue à la température spécifiée $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. La température utilisée pour déterminer la ligne d'indice de température est la température la plus élevée sur la carte lorsque la sécurité est impliquée.

Lorsqu'on utilise la figure 2G, il est permis d'effectuer une interpolation entre les deux lignes d'indice de température les plus proches.

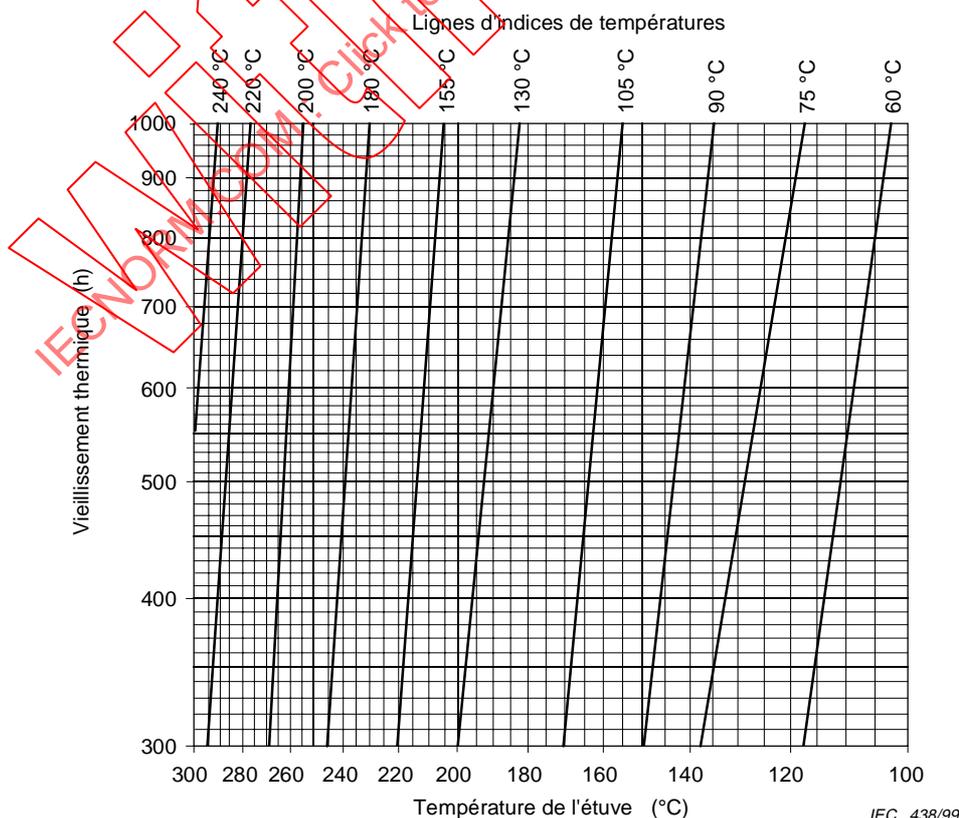


Figure 2G – Durée de vieillissement thermique

2.10.6.3 Thermal cycling

Sample 1 is subjected 10 times to the following sequence of temperature cycles:

68 h at $T_1 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;

1 h at $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;

2 h at $0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;

not less than 1 h at $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

$T_1 = T_2 + T_{\text{mra}} - T_{\text{amb}} + 10 \text{ K}$, measured in accordance with 1.4.5 and, where relevant, 1.4.13, or $100 \text{ }^\circ\text{C}$, whichever is higher. However, the 10 K margin is not added if the temperature is measured by an embedded thermocouple.

T_2 is the temperature of the parts measured during the test of 4.5.1.

The significances of T_{mra} and T_{amb} are as given in 1.4.12.

The period of time taken for the transition from one temperature to another is not specified, but the transition is permitted to be gradual.

2.10.6.4 Thermal ageing

Sample 2 shall be aged in a full draught oven at a temperature and for a time duration chosen from the graph of figure 2G using the temperature index line that corresponds to the maximum operating temperature of the coated board. The temperature of the oven shall be maintained at the specified temperature $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. The temperature used to determine the temperature index line is the highest temperature on the board where safety is involved.

When using figure 2G, interpolation is permitted between the nearest two temperature index lines.

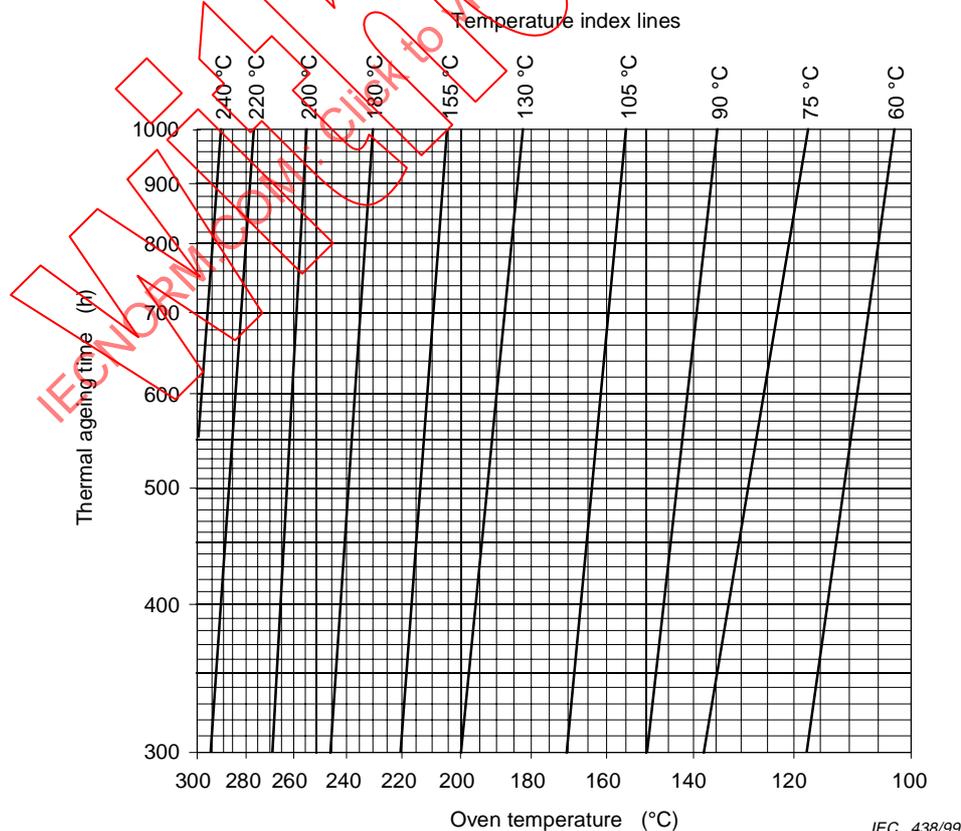


Figure 2G – Thermal ageing time

2.10.6.5 Essai de rigidité diélectrique

Les échantillons 1 et 2 sont ensuite soumis à l'épreuve hygroscopique de 2.9.2 (traitement de 48 h) puis doivent satisfaire à l'essai applicable de rigidité diélectrique entre conducteurs de 5.2.2.

2.10.6.6 Essai de résistance à l'abrasion

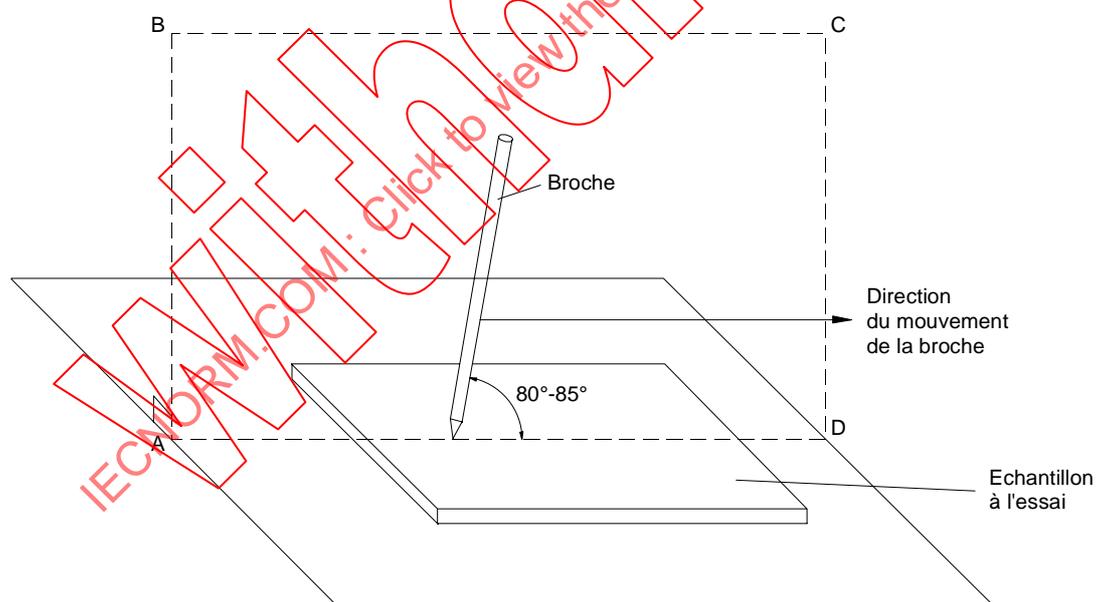
La carte échantillon 3 est soumise à l'essai suivant.

Des rayures sont faites à travers cinq paires de parties conductrices et les séparations intermédiaires aux points où les séparations seront soumises à la différence de potentiel maximale pendant les essais.

Les rayures sont faites au moyen d'une broche d'acier trempé dont l'extrémité a la forme d'un cône ayant un angle au sommet de 40° , la pointe étant arrondie et polie, avec un rayon de $0,25 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$.

Les rayures sont faites en déplaçant la broche sur la surface dans un plan perpendiculaire aux conducteurs à une vitesse de $20 \text{ mm/s} \pm 5 \text{ mm/s}$ comme indiqué sur la figure 2H. La broche est appuyée de telle sorte que la force exercée suivant son axe soit de $10 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$. Les rayures doivent être distantes d'au moins 5 mm et sont à au moins 5 mm du bord de l'échantillon.

Après cet essai, la couche de revêtement ne doit ni s'être relâchée ni s'être percée, et elle doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique, entre les conducteurs, comme spécifié en 5.2.2. Dans le cas de cartes imprimées à noyau métallique, le substrat est l'un des conducteurs.



NOTE – La broche est dans le plan ABCD qui est perpendiculaire à l'échantillon à l'essai.

Figure 2H – Essai de résistance à l'abrasion pour les couches de revêtement

2.10.6.5 Electric strength test

Samples 1 and 2 are then subjected to the humidity conditioning of 2.9.2 (48 h) and shall withstand the relevant electric strength test of 5.2.2 between conductors.

2.10.6.6 Abrasion resistance test

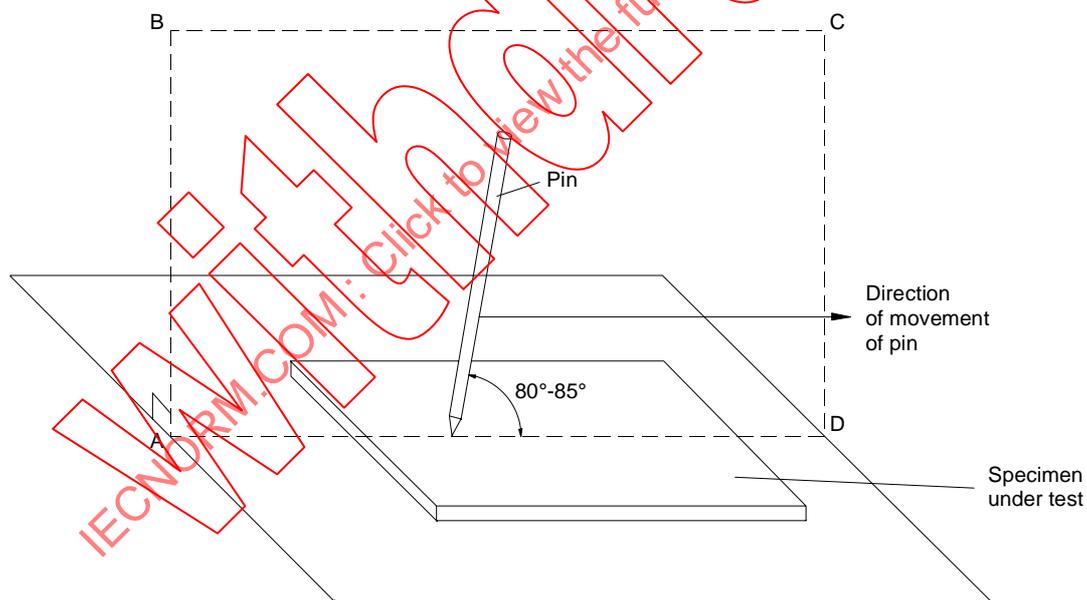
Sample board 3 is subjected to the following test.

Scratches are made across five pairs of conducting parts and the intervening separations at points where the separations will be subject to the maximum potential gradient during the tests.

The scratches are made by means of a hardened steel pin, the end of which has the form of a cone having a tip angle of 40° , its tip being rounded and polished, with a radius of $0,25 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$.

Scratches are made by drawing the pin along the surface in a plane perpendicular to the conductor edges at a speed of $20 \text{ mm/s} \pm 5 \text{ mm/s}$ as shown in figure 2H. The pin is so loaded that the force exerted along its axis is $10 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$. The scratches shall be at least 5 mm apart and at least 5 mm from the edge of the specimen.

After this test, the coating layer shall neither have loosened nor have been pierced, and it shall withstand an electric strength test as specified in 5.2.2 between conductors. In the case of metal core printed boards, the substrate is one of the conductors.



IEC 439/99

NOTE – The pin is in the plane ABCD which is perpendicular to the specimen under test.

Figure 2H – Abrasion resistance test for coating layers

2.10.7 Parties enfermées et scellées

Pour les composants ou sous-ensembles qui sont enfermés de façon adéquate par enveloppement ou par scellement hermétique pour empêcher la pénétration de la poussière ou de l'humidité, les valeurs pour le degré de pollution 1 s'appliquent aux DISTANCES DANS L'AIR et aux LIGNES DE FUITE internes.

NOTE – Les parties situées dans des boîtes scellées hermétiquement par un adhésif ou un autre moyen, et les parties enveloppées dans un revêtement épais, sont quelques exemples de telles constructions.

La vérification est effectuée par examen depuis l'extérieur, par des mesures et, si nécessaire, par essais. Un composant ou un sous-ensemble est considéré comme enfermé de façon adéquate si un échantillon satisfait à la séquence d'essais suivante.

L'échantillon est soumis 10 fois au cycle thermique suivant:

	68 h à	$T_1 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C};$
	1 h à	$25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C};$
	2 h à	$0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C};$
au moins	1 h à	$25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}.$

$T_1 = T_2 + T_{\text{mra}} - T_{\text{amb}} + 10 \text{ K}$, mesurées conformément à 1.4.5 et, lorsque c'est applicable, à 1.4.13, ou $85 \text{ }^\circ\text{C}$, suivant la valeur la plus élevée. Toutefois la marge de 10 K n'est pas ajoutée si la température est mesurée par un thermocouple enfoui ou par la méthode par résistance.

T_2 est la température des parties mesurée pendant l'essai de 4.5.1.

La signification de T_{mra} et T_{amb} est donnée en 1.4.12.

Le temps nécessaire pour le passage d'une température à une autre n'est pas spécifié, mais il est permis que le passage soit graduel.

Après refroidissement jusqu'à la température ambiante l'échantillon est soumis à l'épreuve hygroscopique de 2.9.2, suivie immédiatement de l'essai de rigidité diélectrique applicable de 5.2.2.

Pour les transformateurs, les coupleurs magnétiques et les dispositifs analogues, dans lesquels la sécurité dépend de l'isolation, une tension de 500 V efficace et de 50 Hz à 60 Hz est appliquée entre les enroulements pendant l'essai de cycles thermiques. Il ne doit pas se produire de perforation de l'isolation pendant cet essai.

2.10.8 Espaces remplis par un composé isolant

Lorsque les distances entre les parties conductrices sont remplies effectivement par un composé isolant, y compris lorsqu'elles sont scellées de façon sûre avec un composé isolant de façon qu'il n'y ait ni DISTANCES DANS L'AIR ni LIGNES DE FUITE, seules les prescriptions de 2.10.5.1 pour les distances à travers l'isolation s'appliquent.

NOTE 1 – Quelques exemples d'un tel traitement sont connus sous les termes d'enrobage, mise sous boîtier rempli et imprégnation sous vide.

NOTE 2 – Les formes de construction acceptables comprennent;

- les composants ou les sous-ensembles qui sont traités avec un composé isolant qui remplit les vides;
- l'isolation interne des cartes imprimées multicouches.

2.10.7 Enclosed and sealed parts

For components or subassemblies which are adequately enclosed by enveloping or hermetic sealing to prevent ingress of dirt and moisture, the values for Pollution Degree 1 apply to internal CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES.

NOTE – Some examples of such construction include parts in boxes that are hermetically sealed by adhesive or otherwise, and parts enveloped in a dip coat.

Compliance is checked by inspection from the outside, measurement and, if necessary, by test. A component or subassembly is considered to be adequately enclosed if a sample passes the following sequence of tests.

The sample is subjected 10 times to the following sequence of temperature cycles:

68 h at $T_1 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;

1 h at $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;

2 h at $0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;

not less than 1 h at $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

$T_1 = T_2 + T_{\text{mra}} - T_{\text{amb}} + 10 \text{ K}$, measured in accordance with 1.4.5 and, where relevant, 1.4.13, or $85 \text{ }^\circ\text{C}$, whichever is higher. However, the 10 K margin is not added if the temperature is measured by an embedded thermocouple or by the resistance method.

T_2 is the temperature of the parts measured during the test of 4.5.1.

The significance of T_{mra} and T_{amb} are as given in 1.4.12.

The period of time taken for the transition from one temperature to another is not specified, but the transition is permitted to be gradual.

The sample is allowed to cool to room temperature and is subjected to the humidity conditioning of 2.9.2, followed immediately by the electric strength tests of 5.2.2.

For transformers, magnetic couplers and similar devices, where insulation is relied upon for safety, a voltage of 500 V r.m.s at 50 Hz to 60 Hz is applied between windings during the thermal cycling conditioning. No evidence of insulation breakdown shall occur during this test.

2.10.8 Spacings filled by insulating compound

Where distances between conductive parts are filled with insulating compound, including where insulation is reliably cemented together with insulating compound, so that CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES do not exist, only the requirements for distance through insulation of 2.10.5.1 apply.

NOTE 1 – Some examples of such treatment are variously known as potting, encapsulation and vacuum impregnation.

NOTE 2 – Acceptable forms of construction include:

- components or subassemblies which are treated with an insulating compound that fills voids; and
- internal insulation of multi-layer printed boards.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par un essai. Il n'y a pas de mesures des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE si les échantillons satisfont à l'essai de cycles thermiques, à l'épreuve hygroscopique et à l'essai de rigidité diélectrique de 2.10.7, appliqués comme suit:

- pour les composants dans lesquels le composé isolant forme une isolation solide entre les parties conductrices, un seul composant fini est essayé. Les essais sont suivis d'un examen, comprenant le sectionnement, et de mesurages. Il ne doit y avoir ni craquelures ni vides dans le composé isolant, qui risqueraient d'affecter la conformité à 2.10.5.1;
- pour les composants avec des joints scellés entre les parties isolantes, trois échantillons sont soumis aux essais de rigidité diélectrique appliqués directement aux joints scellés. Si un enroulement d'un fil revêtu d'un émail à base de solvant est utilisé dans le composant, il est remplacé pour l'essai par une feuille métallique ou par quelques spires d'un fil non isolé, placé tout près du joint scellé. Les trois échantillons sont alors essayés comme suit:
 - un des échantillons est soumis à l'essai applicable de rigidité diélectrique de 5.2.2, effectué immédiatement après la dernière période à la température la plus haute de l'essai de cycles thermiques, avec la tension d'essai multipliée par 1,6;
 - les autres échantillons sont soumis à l'essai applicable de rigidité diélectrique de 5.2.2 après l'épreuve hygroscopique, avec la tension d'essai multipliée par 1,6.

2.10.9 Terminaisons externes des composants

Les prescriptions de 2.10.1, 2.10.2, 2.10.3, et 2.10.4 sont applicables aux espaces entre les terminaisons externes des composants à l'exception du cas où ils sont revêtus d'un matériau conforme aux prescriptions de 2.10.6, y compris les prescriptions de contrôle de la qualité dont un exemple est donné à l'article R.1. Dans ce cas, les distances minimales de séparation du tableau 2N (voir 2.10.6.1) doivent être applicables au composant avant qu'il ne soit revêtu. Entre deux parties conductrices quelconques non revêtues ainsi que sur l'extérieur du revêtement, les distances minimales des tableaux 2H, 2J, 2K et 2L doivent être appliquées.

Lorsque des revêtements sont utilisés sur des terminaisons pour augmenter les LIGNES DE FUITE et DISTANCES DANS L'AIR effectives, l'arrangement mécanique et la rigidité des terminaisons doivent être suffisants pour assurer que, pendant la manipulation normale, l'assemblage dans le matériel et l'utilisation ultérieure, les terminaisons ne seront pas soumises à des déformations qui risqueraient de craquer le revêtement ou de réduire les distances de séparation des parties conductrices, au-dessous des valeurs du tableau 2N (voir 2.10.6.1).

La vérification est effectuée par examen en tenant compte de la figure F.10, et en effectuant la séquence couverte par 2.10.6.2, 2.10.6.3, 2.10.6.4 et 2.10.6.5. Cet essai doit être effectué sur un ensemble complet comprenant le ou les composants.

L'essai de résistance à l'abrasion de 2.10.6.6 est effectué sur une carte de circuit imprimé spécialement préparée comme décrit pour l'échantillon 3 de 2.10.6.2, excepté que la séparation entre les parties conductrices doit être représentative des séparations minimales et des différences de potentiel maximales utilisées dans l'ensemble.

2.10.10 Isolation à dimensions variables

Si l'isolation d'un transformateur a différentes TENSIONS DE SERVICE sur la longueur de l'enroulement, il est permis de faire varier les DISTANCES DANS L'AIR, LIGNES DE FUITE et DISTANCES À TRAVERS L'ISOLATION en conséquence.

NOTE – Un exemple d'une telle construction est un enroulement de 30 kV constitué de bobines multiples connectées en série, et mis à la terre à une seule extrémité.

Compliance is checked by inspection, measurement and test. There is no measurement of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES if samples pass the thermal cycling, humidity conditioning and electric strength tests specified in 2.10.7, applied as follows:

- *for components where insulating compound forms solid insulation between conductive parts, a single finished component is tested. The tests are followed by inspection, including sectioning, and measurement. There shall be neither cracks nor voids in the insulating compound such as would affect compliance with 2.10.5.1.*
- *for components where insulating compound forms a cemented joint with other insulating parts, the reliability of the joint is checked by subjecting three samples to the electric strength tests applied directly to the cemented joint. If a winding of solvent-based enamelled wire is used in the component, it is replaced for the test by a metal foil or by a few turns of bare wire, placed close to the cemented joint. The three samples are then tested as follows:*
 - *one of the samples is subjected to the relevant electric strength test of 5.2.2, immediately after the last period at highest temperature during thermal cycling, except that the test voltage is multiplied by 1,6;*
 - *the other samples are subjected to the relevant electric strength test of 5.2.2 after the humidity conditioning, except that the test voltage is multiplied by 1,6.*

2.10.9 Component external terminations

The requirements of 2.10.1, 2.10.2, 2.10.3 and 2.10.4 are applicable to the spacings between external terminations of components unless they have a coating of material satisfying the requirements of 2.10.6 including the quality control requirements, an example of which is given in clause R.1. In such a case, the minimum separation distances of table 2N (see 2.10.6.1) apply to the component before coating. Between any two uncoated conductive parts and over the outside of the coating, the minimum distances of tables 2H, 2J, 2K and 2L shall be applied.

If coatings are used over terminations to increase effective CREEPAGE DISTANCES and CLEARANCES, the mechanical arrangement and rigidity of the terminations shall be adequate to ensure that, during normal handling, assembly into equipment and subsequent use, the terminations will not be subject to deformation which would crack the coating or reduce the separation distances between conductive parts below the values in table 2N (see 2.10.6.1).

Compliance is checked by inspection taking into account figure F.10, and by applying the sequence covered by 2.10.6.2, 2.10.6.3, 2.10.6.4 and 2.10.6.5. This test is carried out on a completed assembly including the component(s).

The abrasion resistance test of 2.10.6.6 is carried out on a specially prepared sample printed board as described for sample 3 in 2.10.6.2, except that the separation between the conductive parts shall be representative of the minimum separations and maximum potential gradients used in the assembly.

2.10.10 Insulation with varying dimensions

If the insulation of a transformer has different WORKING VOLTAGES along the length of the winding, it is permitted to vary CLEARANCES, CREEPAGE DISTANCES and distances through insulation accordingly.

NOTE – An example of such a construction is a 30 kV winding, consisting of multiple bobbins connected in series, and earthed at one end.

3 Câblage, connexions et alimentation

3.1 Généralités

3.1.1 Caractéristique nominale de courant et protection contre les surintensités

La section des conducteurs internes et des CÂBLES ASSURANT L'INTERCONNEXION doit être appropriée pour les courants qu'ils sont destinés à transporter lorsque le matériel fonctionne sous la CHARGE NORMALE de façon que la température maximale admissible pour leur isolation ne soit pas dépassée.

Tous les conducteurs internes (y compris les barres omnibus) et les CÂBLES ASSURANT L'INTERCONNEXION utilisés pour la distribution de l'alimentation primaire, doivent être protégés contre les surintensités et les courts-circuits par des dispositifs de protection de caractéristiques nominales appropriées.

Les conducteurs qui ne sont pas directement impliqués dans le parcours de distribution sont exemptés de cette prescription lorsqu'on peut montrer qu'il n'y a pas de risques dans le sens de la présente norme (par exemple circuits de signalisation).

NOTE 1 – Des dispositifs de protection contre les surcharges des composants peuvent également assurer la protection des conducteurs associés.

NOTE 2 – Des dérivations internes peuvent nécessiter une protection individuelle compte tenu de la réduction de la section et de la longueur des conducteurs.

La vérification est effectuée par examen et par les essais appropriés de 4.5.1.

3.1.2 Protection contre un dommage mécanique

Les passages empruntés par les conducteurs doivent être lisses et ne doivent pas présenter d'arêtes vives. Les conducteurs doivent être protégés de façon qu'ils n'entrent pas en contact avec des aspérités, des ailettes de refroidissement, des parties mobiles, etc., susceptibles d'endommager leur isolation. Les trous dans le métal pour le passage des conducteurs isolés doivent être convenablement arrondis ou munis de traversées.

Dans les ensembles électroniques, les fils peuvent être en contact très proche avec les broches recevant des connexions enroulées et analogues si une défaillance de l'isolation ne peut avoir pour résultat un état de risque, ou si une protection mécanique appropriée est prévue par le système d'isolation.

La vérification est effectuée par examen.

3.1.3 Fixation des conducteurs internes

Les conducteurs internes doivent être guidés, supportés, fixés ou assujettis de telle façon qu'ils empêchent:

- une contrainte excessive sur les conducteurs et sur le raccordement aux bornes;
- le desserrage du raccordement aux bornes;
- l'endommagement de l'isolation des conducteurs.

La vérification est effectuée par examen.

3 Wiring, connections and supply

3.1 General

3.1.1 Current rating and overcurrent protection

The cross-sectional area of internal wires and INTERCONNECTING CABLES shall be adequate for the current they are intended to carry when the equipment is operating under NORMAL LOAD such that the maximum permitted temperature of conductor insulation is not exceeded.

All internal wiring (including busbars) and INTERCONNECTING CABLES used in the distribution of PRIMARY CIRCUIT power shall be protected against overcurrent and short circuit by suitably rated protective devices.

Wiring not directly involved in the distribution path does not require protection if it can be shown that hazards in the meaning of this standard are unlikely (e.g. indicating circuits).

NOTE 1 – Devices for overload protection of components may also provide protection of associated wiring.

NOTE 2 – Internal circuits connected to the AC MAINS SUPPLY may require individual protection depending on reduced wire size and length of conductors.

Compliance is checked by inspection and, as appropriate, by the tests of 4.5.1.

3.1.2 Protection against mechanical damage

Wireways shall be smooth and free from sharp edges. Wires shall be protected so that they do not come into contact with burrs, cooling fins, moving parts, etc., which could cause damage to the insulation of conductors. Holes in metal, through which insulated wires pass, shall have smooth well-rounded surfaces or shall be provided with bushings.

It is permitted for wires to be in close contact with wire wrapping posts and the like if any breakdown of insulation will not create a hazard, or if adequate mechanical protection is provided by the insulation system.

Compliance is checked by inspection.

3.1.3 Securing of internal wiring

Internal wiring shall be routed, supported, clamped or secured in a manner that reduces the likelihood of:

- excessive strain on wire and on terminal connections; and
- loosening of terminal connections; and
- damage of conductor insulation.

Compliance is checked by inspection.

3.1.4 Isolation des conducteurs

Excepté ce qui est couvert par 2.1.1.3b), l'isolation des conducteurs individuels du câblage interne doit être conforme aux prescriptions de 2.10.5 et être capable de supporter l'essai applicable de rigidité diélectrique spécifié en 5.2.2.

Quand un câble d'alimentation dont les propriétés d'isolation satisfont aux types de câbles de 3.2.5 est utilisé à l'intérieur d'un matériel, soit comme une extension du câble d'alimentation extérieur soit comme un conducteur indépendant, sa gaine est considérée comme une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE dans le cadre de 3.1.4.

NOTE – Les prescriptions concernant les couleurs appropriées de l'isolation sont en 2.6.3.4.

La vérification est effectuée par examen et par évaluation des résultats des essais applicables montrant qu'il n'y a pas eu de perforation de l'isolation.

En l'absence de résultats d'essais applicables, la vérification est effectuée par l'essai de rigidité diélectrique effectué sur un échantillon d'environ 1 m de long auquel la tension d'essai correspondante est appliquée comme suit:

- *pour l'isolation d'un conducteur: suivant la méthode d'essai décrite à l'article 3 de la CEI 60885-1, en utilisant la tension d'essai de 5.2.2 de la présente norme correspondant au type de l'isolation étudiée; et*
- *pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE, par exemple une gaine enveloppant un groupe de conducteurs entre un conducteur inséré dans la gaine et une feuille métallique enroulée serrée autour de la gaine sur une longueur d'environ 100 mm.*

3.1.5 Perles isolantes et isolant céramique

Les perles isolantes et pièces similaires isolantes en matière céramique entourant des conducteurs doivent:

- être fixées ou supportées de façon à ne pas pouvoir changer leur position de telle façon qu'il pourrait se produire un risque; et
- ne doivent pas être posées sur des arêtes vives ou des angles aigus.

Si les perles isolantes sont placées à l'intérieur de conduits métalliques flexibles, elles doivent être revêtues d'une gaine isolante, sauf si le conduit est monté ou fixé de tel façon qu'un mouvement en usage normal ne produise pas de risque.

La vérification est effectuée par un examen, et si nécessaire, par l'essai suivant.

Une force de 10 N est appliquée à l'isolant ou sur le conduit. Le déplacement résultant, s'il y en a un, ne doit pas produire de risque au sens de la présente norme.

3.1.6 Vis exerçant une pression sur un contact électrique

Lorsqu'une pression est prescrite pour un contact électrique, une vis doit engager au moins deux filets complets dans une tôle métallique, un écrou métallique ou un insert métallique.

Les vis en matériau isolant ne doivent pas être utilisées lorsque les connexions électriques, y compris la mise à la terre de protection, sont concernées, ou lorsque leur remplacement par des vis métalliques peut affecter l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCÉE.

3.1.4 Insulation of conductors

Except as covered in 2.1.1.3 b), insulation of individual conductors of internal wiring shall fulfil the requirements of 2.10.5 and be capable of withstanding the applicable electric strength test specified in 5.2.2.

Where a power supply cord, whose insulating properties comply with those of the cord types of 3.2.5, is used inside the equipment, either as an extension of the external power supply cord or as an independent cable, the sheath of the power supply cord is considered to be adequate SUPPLEMENTARY INSULATION for the purpose of 3.1.4.

NOTE – Requirements regarding colours of insulation are in 2.6.3.4.

Compliance is checked by inspection and evaluation of test data showing that the insulation withstands the relevant test voltage.

If such applicable test data is not available, compliance is checked by applying the electric strength test using a sample of approximately 1 m in length and by applying the relevant test voltage as follows:

- *for insulation of a conductor: by the voltage test method given in clause 3 of IEC 60885-1, using the relevant test voltage in 5.2.2 in this standard for the grade of insulation under consideration; and*
- *for SUPPLEMENTARY INSULATION (e.g. sleeving around a group of conductors): between a conductor inserted into the sleeve and metal foil wrapped tightly round the sleeve for a length of at least 100 mm.*

3.1.5 Beads and ceramic insulators

Beads and similar ceramic insulators on conductors shall:

- be so fixed or supported that they cannot change their position in such a way that a hazard would be created; and
- not rest on sharp edges or sharp corners.

If beads are located inside flexible metal conduits, they shall be contained within an insulating sleeve, unless the conduit is mounted or secured in such a way that movement in normal use would not create a hazard.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by the following test.

A force of 10 N is applied to the insulators or to the conduit. The resulting movement, if any, shall not create a hazard in the meaning of this standard.

3.1.6 Screws for electrical contact pressure

Where electrical contact pressure is required, a screw shall engage at least two complete threads into a metal plate, a metal nut or a metal insert.

Screws of insulating material shall not be used where electrical connections, including protective earthing, are involved, or where their replacement by metal screws could impair SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION.

Lorsque des vis en matériau isolant contribuent à d'autres aspects de la sécurité, elles doivent avoir au moins deux filets complètement engagés.

NOTE – Voir également 2.6.5.7 pour les vis utilisées pour la liaison à la terre de protection.

La vérification est effectuée par examen.

3.1.7 Matériaux non métalliques dans les connexions électriques

Les connexions électriques, y compris celles pour la mise à la terre de protection (voir 2.6), doivent être conçues de façon que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matériaux isolants sauf si un retrait éventuel ou une déformation de la matière isolante sont susceptibles d'être compensés par une élasticité suffisante des parties métalliques.

La vérification est effectuée par examen.

3.1.8 Vis auto-taraudeuses et vis à grand pas

Les vis à grand pas ne doivent pas être utilisées pour la connexion des parties transportant le courant, sauf si elles serrent directement ces parties l'une contre l'autre et sont pourvues d'un dispositif de blocage approprié.

Les vis auto-taraudeuses (par enlèvement ou par repoussage de matière) ne doivent pas être utilisées pour la connexion électrique des parties transportant le courant, sauf si elles donnent naissance à un filetage normal. De plus, ces vis ne doivent pas être utilisées si elles sont manoeuvrées par l'UTILISATEUR ou l'installateur, à moins que le filetage ne soit formé par emboutissage.

NOTE – Voir également 2.6.5.7 pour les vis utilisées pour la liaison à la terre de protection.

La vérification est effectuée par examen.

3.1.9 Terminaisons des conducteurs

Les conducteurs doivent être munis de dispositifs (par exemple barrière ou écran de fixation), ou raccordés de telle manière, qu'ils ne puissent, eux et leurs connexions (par exemple bornes de sonnerie, bornes à connexion rapide, etc.) se placer, en utilisation normale, de telle façon que les DISTANCES DANS L'AIR ou les LIGNES DE FUITE soient réduites à des valeurs inférieures à celles spécifiées en 2.10.

Il est permis d'utiliser des connexions réalisées par soudage, brasage, sertissage, contacts à pousser (sans vis) et des terminaisons similaires pour la connexion des conducteurs. Dans le cas des connexions soudées, le conducteur doit être disposé ou fixé de façon que son maintien en position ne dépende pas seulement du soudage.

Dans les prises multi-contacts, et dans la mesure où un court-circuit pourrait se produire, le dispositif doit éviter un contact entre les CIRCUITS TBTS ou CIRCUITS TRT et les parties à TENSION DANGEREUSE dû au desserrage d'une borne ou à la cassure d'un fil de la terminaison.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, si nécessaire, par l'essai suivant.

Une force de 10 N est appliquée sur le conducteur près de ces points de connexion. Le conducteur ne doit pas se détacher ou pivoter dans sa connexion à tel point que les DISTANCES DANS L'AIR ou les LIGNES DE FUITE requises, soient réduites à des valeurs inférieures à celles prescrites en 2.10.

Where screws of insulating material contribute to other safety aspects, they shall be engaged by at least two complete threads.

NOTE – See also 2.6.5.7 for screws used for protective earthing continuity.

Compliance is checked by inspection.

3.1.7 Non-metallic materials in electrical connections

Electrical connections, including those for protective earthing functions (see 2.6), shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material unless there is sufficient resilience in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or distortion of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

3.1.8 Self-tapping and spaced thread screws

Spaced thread (sheet metal) screws shall not be used for the connection of current-carrying parts, unless they clamp these parts directly in contact with each other and are provided with a suitable means of locking.

Self-tapping (thread-cutting or thread-forming) screws shall not be used for the electrical connection of current-carrying parts, unless they generate a full form standard machine screw thread. Moreover, such screws shall not be used if they are operated by the USER or installer unless the thread is formed by a swaging action.

NOTE – See also 2.6.5.7 for screws used for protective earthing continuity.

Compliance is checked by inspection.

3.1.9 Termination of conductors

Conductors shall be provided with a means (e.g. barriers or fixing), or be so terminated, that they and their terminators (e.g. ring terminals, flat quick-connect terminals, etc.) cannot, in normal use, become so displaced that CLEARANCES or CREEPAGE DISTANCES are reduced to less than the values specified in 2.10.

It is permitted to use soldered, welded, crimped, screwless (push-in) and similar terminations for the connection of conductors. For soldered terminations, the conductor shall be positioned or fixed so that reliance is not placed upon the soldering alone to maintain the conductor in position.

In multiway plugs and sockets, and wherever shorting could otherwise occur, means shall be provided to prevent contact between parts in SELV CIRCUITS or TNV CIRCUITS and parts at HAZARDOUS VOLTAGE due to loosening of a terminal or breaking of a wire at a termination.

Compliance is checked by inspection, by measurement and, where necessary, by the following test.

A force of 10 N is applied to the conductor near its termination point. The conductor shall not break away or pivot on its terminal to the extent that required CLEARANCE or CREEPAGE DISTANCES are reduced below the values required in 2.10.

Pour l'évaluation de la conformité il est supposé que:

- *deux fixations indépendantes ne se desserreront pas simultanément; et*
- *les parties fixées par vis et écrous avec rondelles autobloquantes ou autres moyens de blocage ne sont pas susceptibles de prendre de jeu.*

NOTE – Les rondelles à ressort ou équivalent peuvent fournir un blocage satisfaisant.

Exemples de constructions respectant l'ensemble des prescriptions:

- *manchons ajustés, par exemple une gaine thermorétractable, appliqués autour des câbles et leurs connexions;*
- *conducteurs connectés par soudage et tenus en place près de la connexion, indépendamment de la soudure;*
- *conducteurs connectés par soudage et «crochetés» avant de souder, pourvu que le trou à travers lequel passe le conducteur, ne soit pas exagérément gros;*
- *conducteurs connectés par bornes à vis, avec une fixation supplémentaire près de la borne qui maintient, dans le cas de conducteurs à âme câblée, l'isolation et pas seulement les conducteurs;*
- *conducteurs connectés par bornes à vis et munis de terminaisons (par exemple cosse à oeillet sur les conducteurs ou équivalent) qui ne sont pas susceptibles de se libérer. Le pivotement de telles terminaisons est examiné;*
- *conducteurs courts et rigides qui restent en position lorsque la vis de fixation est perdue.*

3.1.10 Manchons sur les câbles

Lorsqu'un manchon est utilisé comme ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE sur des conducteurs internes, il doit être maintenu en position par des moyens efficaces.

La vérification est effectuée par examen.

Exemples qui sont considérés comme respectant cette prescription:

- *un manchon qui ne peut être retiré qu'en cassant ou en coupant le câble ou le manchon;*
- *un manchon qui est fixé à ses deux extrémités;*
- *un manchon thermorétractable qui renforce l'isolation d'un câble;*
- *un manchon qui est d'une longueur telle qu'il ne peut glisser.*

3.2 Raccordement à l'alimentation du réseau en courant alternatif

3.2.1 Moyens de connexion

Afin d'assurer une connexion sûre et fiable à une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, le matériel doit être pourvu d'un des moyens suivants:

- des bornes pour une connexion à demeure à l'alimentation;
- un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE pour une connexion permanente à l'alimentation ou pour un raccordement à l'alimentation par l'intermédiaire d'une fiche de prise de courant;

NOTE – Au Royaume-Uni, il est prescrit de fixer une fiche de prise de courant conforme à la BS 1363, au câble d'alimentation de certains matériels.

For the purpose of assessing compliance it is assumed that:

- *two independent fixings will not become loose at the same time; and*
- *parts fixed by means of screws or nuts provided with self-locking washers or other means of locking are not liable to become loose.*

NOTE – Spring washers and the like can provide satisfactory locking.

Examples of constructions regarded as meeting the requirements include:

- *close-fitting tubing (e.g. a heat shrink or synthetic rubber sleeve), applied over the wire and its termination;*
- *conductors connected by soldering and held in place near to the termination, independently of the soldered connection;*
- *conductors connected by soldering and "hooked in" before soldering, provided that the hole through which the conductor is passed is not unduly large;*
- *conductors connected to screw terminals, with an additional fixing near to the terminal that clamps, in the case of stranded conductors, the insulation and not only the conductors;*
- *conductors connected to screw terminals and provided with terminators which are unlikely to become free (e.g. ring lugs crimped onto the conductors). The pivoting of such terminators is considered;*
- *short rigid conductors that remain in position when the terminal screw is loosened.*

3.1.10 Sleeving on wiring

Where sleeving is used as SUPPLEMENTARY INSULATION on internal wiring, it shall be retained in position by positive means.

Compliance is checked by inspection.

Examples of constructions that are considered to meet the intent of this requirement include:

- *sleeving that can be removed only by breaking or cutting of either the wiring or sleeving;*
- *sleeving that is clamped at both ends;*
- *heat shrinkable sleeving that tightens against the wire insulation;*
- *sleeving that is of such length that it will not slip.*

3.2 Connection to a.c. mains supplies

3.2.1 Means of connection

For safe and reliable connection to an AC MAINS SUPPLY, equipment shall be provided with one of the following:

- terminals for permanent connection to the supply;
- a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD for permanent connection to the supply, or for connection to the supply by means of a plug;

NOTE – In the United Kingdom, it is required to fit a plug conforming to BS 1363 to the power cord of certain equipment.

- un socle connecteur pour le raccordement d'un CÂBLE D'ALIMENTATION NON FIXÉ À DEMEURE;
- une fiche de prise de courant qui est une partie d'un MATÉRIEL ENFICHABLE DIRECTEMENT.

La vérification est effectuée par examen.

3.2.2 Raccordements multiples à l'alimentation

Lorsque le matériel est muni de plus d'une possibilité de raccordement à l'alimentation (par exemple pour différentes tensions ou fréquences ou pour l'alimentation de secours), la conception doit être telle que toutes les conditions suivantes soient remplies:

- des moyens de raccordement séparés sont prévus pour les différents circuits; et
- les raccordements de la prise de courant de l'alimentation, s'il en existe, ne sont pas interchangeables, si un danger risque de survenir du fait d'un raccordement incorrect; et
- des parties nues d'un CIRCUIT TBT ou des parties sous TENSIONS DANGEREUSES, telles que les contacts des fiches, ne sont pas accessibles à un OPÉRATEUR lorsqu'on déconnecte une ou plusieurs prises mobiles de connecteurs.

La vérification est effectuée par examen et pour l'accessibilité, si nécessaire, par un essai avec le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1).

3.2.3 Matériel relié à demeure

Le MATÉRIEL RELIÉ À DEMEURE doit être muni:

- soit d'un ensemble de bornes comme spécifié en 3.3;
- soit d'un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE.

Le MATÉRIEL RELIÉ À DEMEURE ayant un ensemble de bornes doit:

- permettre le raccordement des conducteurs d'alimentation après que le matériel a été fixé sur son support; et
- être pourvu d'entrées de câbles, d'entrées de conduits, d'entrées défonçables ou de presse-étoupe, qui permettent le raccordement des types appropriés de câbles ou de conduits.

Pour le matériel de COURANT NOMINAL ne dépassant pas 16 A, les entrées de câbles doivent être appropriées pour des câbles ou des conduits ayant un diamètre externe indiqué dans le tableau 3A.

NOTE 1 – Dans certains pays, les dimensions entre parenthèses sont prescrites.

NOTE 2 – En Australie, des prescriptions supplémentaires s'appliquent.

Les entrées de conduits, les entrées de câbles et les entrées défonçables pour le raccordement au réseau doivent être conçues ou placées de façon que l'introduction du conduit ou du câble n'affecte pas la protection contre les chocs électriques ou n'abaisse pas les LIGNES DE FUITE et les DISTANCES DANS L'AIR au-dessous des valeurs spécifiées en 2.10.

La vérification est effectuée par examen, par un essai d'installation effective et par des mesures.

- an appliance inlet for connection of a DETACHABLE POWER SUPPLY CORD;
- a mains plug that is part of DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT.

Compliance is checked by inspection.

3.2.2 Multiple supply connections

If equipment is provided with more than one supply connection (e.g. with different voltages or frequencies or as backup power), the design shall be such that all of the following conditions are met:

- separate means of connection are provided for different circuits; and
- supply plug connections, if any, are not interchangeable if a hazard could be created by incorrect plugging; and
- bare parts of an ELV CIRCUIT or parts at HAZARDOUS VOLTAGES, such as plug contacts, are not accessible to an OPERATOR when one or more connectors are disconnected.

Compliance is checked by inspection and for accessibility, where necessary, by a test with the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1).

3.2.3 Permanently connected equipment

PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT shall be provided with either:

- a set of terminals as specified in 3.3; or
- a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD.

PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT having a set of terminals shall:

- permit the connection of the supply wires after the equipment has been fixed to its support; and
- be provided with cable entries, conduit entries, knock-outs or glands, which allow connection of the appropriate types of cables or conduits.

For equipment having a RATED CURRENT not exceeding 16 A, the cable entries shall be suitable for cables and conduits having an overall diameter as shown in table 3A.

NOTE 1 – In some countries the sizes of conduit in parentheses are required.

NOTE 2 – In Australia, additional requirements apply.

Conduit and cable entries and knock-outs for supply connections shall be so designed or located that the introduction of the conduit and cable does not affect the protection against electric shock, or reduce CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES below the values specified in 2.10.

Compliance is checked by inspection, by a practical installation test and by measurement.

**Tableau 3A – Dimensions des câbles et conduits
pour les matériels de courant nominal ne dépassant pas 16 A**

Nombre de conducteurs y compris le CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION lorsqu'il existe	Diamètre extérieur mm	
	Câble	Conduit
2	13,0	16,0 (23,0)
3	14,0	16,0 (23,0)
4	14,5	20,0 (29,0)
5	15,5	20,0 (29,0)

3.2.4 Socles de connecteurs

Les socles de connecteurs doivent être conformes à toutes les prescriptions suivantes:

- être situés ou enfermés de façon que des parties sous TENSIONS DANGEREUSES ne soient pas accessibles pendant l'introduction ou l'enlèvement de la prise mobile (les socles de connecteurs conformes à la CEI 60309 ou à la CEI 60320 sont considérés comme satisfaisant à cette prescription); et
- être placés de façon que la prise mobile puisse être introduite sans difficulté; et
- être placés de façon qu'après l'introduction de la prise mobile, le matériel ne soit pas supporté par la prise mobile quelle que soit sa position en usage normal sur une surface plane.

La vérification est effectuée par examen et, pour l'accessibilité, au moyen du doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1).

3.2.5 Câbles d'alimentation

Un câble d'alimentation pour le raccordement de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF doit être conforme à toutes les prescriptions suivantes, si c'est approprié:

- s'il a une isolation en caoutchouc, être en caoutchouc synthétique et ne pas être plus léger que les câbles souples sous gaine ordinaire de caoutchouc conformément à la CEI 60245 (désignation 60245 IEC 53); et
- s'ils ont une isolation en PVC:
 - pour les matériels équipés d'un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE, et de masse inférieure ou égale à 3 kg, ne pas être plus léger que les câbles souples sous gaine légère PVC conformément à la CEI 60227 (désignation 60227 IEC 52);
 - pour les matériels équipés d'un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE, et de masse supérieure à 3 kg, ne pas être plus léger que les câbles souples sous gaine ordinaire PVC conformément à la CEI 60227 (désignation 60227 IEC 53);
 - pour les matériels équipés d'un CÂBLE D'ALIMENTATION NON FIXÉ À DEMEURE, ne pas être plus léger que les câbles souples sous gaine légère PVC conformément à la CEI 60227 (désignation 60227 IEC 52).

NOTE 1 – Il n'y a pas de limite de masse pour les matériels qui sont prévus pour être utilisés avec un CÂBLE D'ALIMENTATION NON FIXÉ À DEMEURE.

- être pourvus, dans le cas d'un matériel mis à la terre de protection, d'un conducteur de protection de terre vert-et-jaune; et
- avoir des conducteurs dont les sections nominales ne soient pas inférieures aux sections spécifiées dans le tableau 3 B.

Table 3A – Sizes of cables and conduits for equipment having a rated current not exceeding 16 A

Number of conductors, including the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR where provided	Overall diameter mm	
	Cable	Conduit
2	13,0	16,0 (23,0)
3	14,0	16,0 (23,0)
4	14,5	20,0 (29,0)
5	15,5	20,0 (29,0)

3.2.4 Appliance inlets

Appliance inlets shall meet all of the following:

- be so located or enclosed that parts at HAZARDOUS VOLTAGE are not accessible during insertion or removal of the connector (appliance inlets complying with IEC 60309 or with IEC 60320 are considered to comply with this requirement); and
- be so located that the connector can be inserted without difficulty; and
- be so located that, after insertion of the connector, the equipment is not supported by the connector for any position of normal use on a flat surface.

Compliance is checked by inspection and, for accessibility, by means of the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1).

3.2.5 Power supply cords

A power supply cord for connection to the AC MAINS SUPPLY shall comply with all of the following, as appropriate:

- if rubber insulated, be of synthetic rubber and not lighter than ordinary tough rubber-sheathed flexible cord according to IEC 60245 (designation 60245 IEC 53); and
- if PVC insulated:
 - for equipment provided with a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD and having a mass not exceeding 3 kg, be not lighter than light PVC sheathed flexible cord according to IEC 60227 (designation 60227 IEC 52);
 - for equipment provided with a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD and having a mass exceeding 3 kg, be not lighter than ordinary PVC sheathed flexible cord according to IEC 60227 (designation 60227 IEC 53);
 - for equipment provided with a DETACHABLE POWER SUPPLY CORD, be not lighter than light PVC sheathed flexible cord according to IEC 60227 (designation 60227 IEC 52); and

NOTE 1 – There is no limit on the mass of the equipment if the equipment is intended for use with a DETACHABLE POWER SUPPLY CORD.

- include, for equipment required to have protective earthing, a PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR having green-and-yellow insulation; and
- have conductors with cross-sectional areas not less than those specified in table 3B.

NOTE 2 – En Australie, des prescriptions supplémentaires s'appliquent.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, pour les câbles blindés, par les essais de la CEI 60227. Toutefois, les essais de flexion ne sont nécessaires que sur les câbles d'alimentation blindés pour MATÉRIELS MOBILES.

NOTE 3 – Bien que les câbles blindés ne fassent pas partie du domaine d'application de la CEI 60227, les essais applicables de la CEI 60227 sont utilisés.

L'endommagement du blindage du câble est permis, à condition que:

- *au cours de l'essai de flexion, le blindage ne fasse contact avec aucun conducteur, et*
- *après l'essai de flexion, l'échantillon satisfasse à l'essai de rigidité diélectrique effectué entre le blindage et tous les conducteurs.*

Tableau 3B – Dimensions des conducteurs

COURANT NOMINAL du matériel A	Tailles minimales des conducteurs	
	Section nominale mm ²	AWG ou kcmil [section en mm ²] voir note 2
Jusqu'à 6 inclus	0,75 ¹⁾	18 [0,8]
Au-dessus de 6 jusqu'à 10 inclus	(0,75) ²⁾ 1,00	16 [1,3]
Au-dessus de 10 jusqu'à 13 inclus	(1,0) ³⁾ 1,25	16 [1,3]
Au-dessus de 13 jusqu'à 16 inclus	(1,0) ³⁾ 1,5	14 [2]
Au-dessus de 16 jusqu'à 25 inclus	2,5	12 [3]
Au-dessus de 25 jusqu'à 32 inclus	4	10 [5]
Au-dessus de 32 jusqu'à 40 inclus	6	8 [8]
Au-dessus de 40 jusqu'à 63 inclus	10	6 [13]
Au-dessus de 63 jusqu'à 80 inclus	16	4 [21]
Au-dessus de 80 jusqu'à 100 inclus	25	2 [33]
Au-dessus de 100 jusqu'à 125 inclus	35	1 [42]
Au-dessus de 125 jusqu'à 160 inclus	50	0 [53]
Au-dessus de 160 jusqu'à 190 inclus	70	000 [85]
Au-dessus de 190 jusqu'à 230 inclus	95	0000 [107]
Au-dessus de 230 jusqu'à 260 inclus	120	250 kcmil [126]
Au-dessus de 260 jusqu'à 300 inclus	150	300 kcmil [152]
Au-dessus de 300 jusqu'à 340 inclus	185	400 kcmil [202]
Au-dessus de 340 jusqu'à 400 inclus	240	500 kcmil [253]
Au-dessus de 400 jusqu'à 460 inclus	300	600 kcmil [304]

1) Pour un COURANT NOMINAL jusqu'à 3 A, une section nominale de 0,5 mm² est permise dans certains pays, pourvu que la longueur du câble ne dépasse pas 2 m.

2) La valeur entre parenthèses s'applique à des CÂBLES D'ALIMENTATION DÉTACHABLES équipés de prises mobiles de connecteurs de COURANT NOMINAL égal à 10 A conformément à la CEI 60320 (types C13, C15, C15A et C17), à condition que la longueur du câble ne dépasse pas 2 m.

3) La valeur entre parenthèses s'applique à des CÂBLES D'ALIMENTATION DÉTACHABLES équipés de prises mobiles de connecteurs de COURANT NOMINAL égal à 16 A conformément à la CEI 60320 (types C19, C21, et C23), à condition que la longueur du câble ne dépasse pas 2 m.

NOTE 1 – La CEI 60320 spécifie les combinaisons acceptables de raccordements de connecteurs et de câbles souples y compris ceux qui sont couverts par les points 1), 2) et 3). Toutefois, un certain nombre de pays ont indiqué qu'ils n'acceptent pas toutes les valeurs données dans le tableau 3 B, particulièrement les valeurs qui sont indiquées aux points 1), 2) et 3).

NOTE 2 – Les dimensions AWG et kcmil sont données pour information uniquement. Les sections associées, entre crochets, ont été arrondies pour ne montrer que des chiffres significatifs. Les AWG se réfèrent à l'American Wire Gauge et le terme «cmil» se réfère aux *mils circulaires* dans lesquels un *mil circulaire* est égal à la surface d'un cercle ayant un diamètre de un mil (un millième de pouce). Ces termes sont employés communément en Amérique du Nord pour désigner des tailles de conducteurs.

NOTE 2 – In Australia, additional requirements apply.

Compliance is checked by inspection and by measurement. In addition, for screened cords, compliance is checked by the tests of IEC 60227. However, flexing tests need be applied only to screened power supply cords for MOVABLE EQUIPMENT.

NOTE 3 – Although screened cords are not covered in the scope of IEC 60227, the relevant tests of IEC 60227 are used.

Damage to the screen is acceptable provided that:

- *during the flexing test the screen does not make contact with any conductor, and*
- *after the flexing test, the sample withstands the electric strength test between the screen and all other conductors.*

Table 3B – Sizes of conductors

RATED CURRENT of equipment A	Minimum conductor sizes	
	Nominal cross-sectional area mm ²	AWG or kcmil [Cross-sectional area in mm ²] see note 2
Up to and including 6	0,75 ¹⁾	18 [0,8]
Over 6 up to and including 10	(0,75) ²⁾	16 [1,3]
Over 10 up to and including 13	(1,0) ³⁾	16 [1,3]
Over 13 up to and including 16	(1,0) ³⁾	14 [2]
Over 16 up to and including 25	2,5	12 [3]
Over 25 up to and including 32	4	10 [5]
Over 32 up to and including 40	6	8 [8]
Over 40 up to and including 63	10	6 [13]
Over 63 up to and including 80	16	4 [21]
Over 80 up to and including 100	25	2 [33]
Over 100 up to and including 125	35	1 [42]
Over 125 up to and including 160	50	0 [53]
Over 160 up to and including 190	70	000 [85]
Over 190 up to and including 230	95	0000 [107]
Over 230 up to and including 260	120	250 kcmil [126]
Over 260 up to and including 300	150	300 kcmil [152]
Over 300 up to and including 340	185	400 kcmil [202]
Over 340 up to and including 400	240	500 kcmil [253]
Over 400 up to and including 460	300	600 kcmil [304]

1) For RATED CURRENT up to 3A, a nominal cross-sectional area of 0,5 mm² is permitted in some countries provided that the length of the cord does not exceed 2 m.

2) The value in parentheses applies to DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS fitted with the connectors rated 10 A in accordance with IEC 60320 (types C13, C15, C15A and C17) provided that the length of the cord does not exceed 2 m.

3) The value in parentheses applies to DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS fitted with the connectors rated 16 A in accordance with IEC 60320 (types C19, C21 and C23) provided that the length of the cord does not exceed 2 m.

NOTE 1 – IEC 60320 specifies acceptable combinations of appliance couplers and flexible cords, including those covered by items 1), 2) and 3). However, a number of countries have indicated that they do not accept all of the values listed in table 3B, particularly those covered by items 1), 2) and 3).

NOTE 2 – AWG and kcmil sizes are provided for information only. The associated cross-sectional areas, in square brackets, have been rounded to show significant figures only. AWG refers to the American Wire Gage and the term "cmil" refers to circular mils where one circular mil is equal to the area of a circle having a diameter of one mil (one thousandth of an inch). These terms are commonly used to designate wire sizes in North America.

3.2.6 Dispositifs d'arrêt de traction et relâchement des contraintes

Pour les matériels avec un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE, un dispositif d'arrêt de traction et de torsion doit être fourni de telle manière que:

- les points de connexion des conducteurs du câble soient protégés contre les contraintes; et
- le revêtement extérieur du câble soit protégé contre l'abrasion.

Il ne doit pas être possible de repousser le câble à l'intérieur du matériel à tel point que le câble ou ses conducteurs, ou les deux, ne soient endommagés ou que des parties internes du matériel ne soient déplacées.

Pour les CÂBLES D'ALIMENTATION FIXÉS À DEMEURE comportant un CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION, la construction doit être telle que, si le câble devait se libérer de son dispositif d'arrêt de traction et de torsion, provoquant une contrainte sur les conducteurs, le CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION soit le dernier à être soumis à la contrainte.

Le dispositif d'arrêt de traction et de torsion doit être fait d'un matériau isolant, ou bien être recouvert d'un matériau isolant conforme aux prescriptions pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE. Cependant, lorsque le dispositif d'arrêt de traction et de torsion est un manchon qui comprend la connexion électrique au blindage d'un câble blindé, cette prescription n'est pas applicable. La construction du dispositif d'arrêt de traction et de torsion doit être telle:

- que le remplacement du câble ne porte pas atteinte à la sécurité du matériel; et
- pour les câbles à remplacement ordinaire, que la façon de protéger contre les contraintes soit claire; et
- que le câble ne soit pas maintenu par une vis métallique qui appuie directement sur le câble, que le dispositif d'arrêt de traction et de torsion, y compris la vis, soit fait d'un matériau isolant et que la vis ait une taille comparable au diamètre du câble à maintenir; et
- que des méthodes telles qu'attacher le câble en faisant un noeud ou en mettant une ficelle, ne soient pas utilisées; et
- que le câble ne puisse tourner par rapport au corps du matériel à un point tel que des contraintes mécaniques soient imposées aux connexions électriques.

La vérification est effectuée par examen et par les essais suivants qui sont effectués avec le type de câble fourni avec le matériel.

Le câble est soumis 25 fois à une force de traction constante, dont la valeur est indiquée dans le tableau 3 C, appliquée dans la direction la plus défavorable, chaque fois pendant 1 s.

Pendant les essais, le câble ne doit pas être endommagé. Ceci est vérifié par examen visuel, et par essai de rigidité diélectrique entre les conducteurs du câble d'alimentation et les parties conductrices accessibles, sous la tension appropriée pour l'ISOLATION RENFORCÉE.

Après les essais, le câble d'alimentation ne doit pas d'être déplacé longitudinalement de plus de 2 mm et les connexions ne doivent pas être soumises à une contrainte appréciable et les LIGNES DE FUITE et DISTANCES DANS L'AIR ne doivent pas être réduites à des valeurs inférieures aux valeurs spécifiées en 2.10.

3.2.6 Cord anchorages and strain relief

For equipment with a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD, a cord anchorage shall be supplied such that:

- the connecting points of the cord conductors are relieved from strain; and
- the outer covering of the cord is protected from abrasion.

It shall not be possible to push the cord back into the equipment to such an extent that the cord or its conductors, or both, could be damaged or internal parts of the equipment could be displaced.

For NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS containing a PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR, the construction shall be such that if the cord should slip in its anchorage, placing a strain on conductors, the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR will be the last to take the strain.

The cord anchorage shall either be made of insulating material or have a lining of insulating material complying with the requirements for SUPPLEMENTARY INSULATION. However, where the cord anchorage is a bushing that includes the electrical connection to the screen of a screened power cord, this requirement shall not apply. The construction of the cord anchorage shall be such that:

- cord replacement does not impair the safety of the equipment; and
- for ordinary replacement cords, it is clear how relief from strain is to be obtained; and
- the cord is not clamped by a screw which bears directly on the cord, unless the cord anchorage, including the screw, is made of insulating material and the screw is of comparable size to the diameter of the cord being clamped; and
- methods such as tying the cord into a knot or tying the cord with a string are not used; and
- the cord cannot rotate in relation to the body of the equipment to such an extent that mechanical strain is imposed on the electrical connections.

Compliance is checked by inspection and by applying the following tests which are made with the type of power supply cord supplied with the equipment.

The cord is subjected to a steady pull of the value shown in table 3C, applied in the most unfavourable direction. The test is conducted 25 times, each time for a duration of 1 s.

During the tests, the power supply cord shall not be damaged. This is checked by visual inspection, and by an electric strength test between the power cord conductors and accessible conductive parts, at the test voltage appropriate for REINFORCED INSULATION.

After the tests, the power supply cord shall not have been longitudinally displaced by more than 2 mm nor shall there be appreciable strain at the connections, and CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall not be reduced below the values specified in 2.10.

Tableau 3C – Essais physiques sur les câbles d'alimentation

Masse (M) du matériel kg	Force de traction N
$M \leq 1$	30
$1 < M \leq 4$	60
$M > 4$	100

3.2.7 Protection contre les dommages mécaniques

Les câbles d'alimentation ne doivent pas être exposés à des arêtes vives ou des bords coupants à l'intérieur ou sur la surface du matériel ainsi qu'aux entrées de câble et aux traversées de câbles.

La gaine extérieure d'un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE doit pénétrer à l'intérieur du matériel à travers une traversée ou un dispositif de protection et doit dépasser le dispositif de serrage de l'arrêt de traction et de torsion d'au moins la moitié du diamètre du câble.

Les traversées, lorsqu'elles sont utilisées, doivent:

- être fixées de façon sûre; et
- ne pas pouvoir être enlevées sans l'aide d'un OUTIL.

Une traversée de câble sur une ENVELOPPE non métallique doit être en matériau isolant.

Une traversée de câble ou un dispositif de protection de câble sur une partie conductrice sans protection de terre doit satisfaire aux prescriptions pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

3.2.8 Protection des câbles

Un dispositif de protection doit être prévu à l'entrée du câble d'alimentation sur le matériel équipé d'un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE, et qui est portatif ou destiné à être déplacé pendant l'utilisation. En variante, l'entrée du câble ou la traversée doit être munie d'un orifice en forme de cloche, soigneusement arrondi, dont le rayon de courbure est au moins égal à 1,5 fois le diamètre extérieur du câble de la plus grande section à raccorder.

Les dispositifs de protection doivent:

- être conçus pour protéger le câble contre les pliages excessifs à l'entrée du matériel; et
- être en matière isolante; et
- être fixés de façon sûre; et
- dépasser à l'extérieur du matériel à partir de l'orifice d'entrée d'une longueur au moins égale à cinq fois le diamètre extérieur ou, pour les câbles plats, à cinq fois la plus grande dimension extérieure du câble.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, lorsque c'est nécessaire, par l'essai suivant avec le câble fourni par le constructeur.

Table 3C – Physical tests on power supply cords

Mass (M) of the equipment kg	Pull N
$M \leq 1$	30
$1 < M \leq 4$	60
$M > 4$	100

3.2.7 Protection against mechanical damage

Power supply cords shall not be exposed to sharp points or cutting edges within or on the surface of the equipment, or at the inlet opening or inlet bushing.

The overall sheath of a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD shall continue into the equipment through any inlet bushing or cord guard and shall extend by at least half the cord diameter beyond the clamp of the cord anchorage.

Inlet bushings, where used, shall:

- be reliably fixed; and
- not be removable without the use of a TOOL.

An inlet bushing in a non-metallic ENCLOSURE shall be of insulating material.

An inlet bushing or cord guard secured to a conductive part that is not protectively earthed shall meet the requirements for SUPPLEMENTARY INSULATION.

Compliance is checked by inspection and measurement.

3.2.8 Cord guards

A cord guard shall be provided at the power supply cord inlet opening of equipment which has a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD, and which is hand-held or intended to be moved while in operation. Alternatively, the inlet or bushing shall be provided with a smoothly rounded bell-mouthed opening having a radius of curvature equal to at least 1,5 times the overall diameter of the cord with the largest cross-sectional area to be connected.

Cord guards shall:

- be so designed as to protect the cord against excessive bending where it enters the equipment; and
- be of insulating material; and
- be fixed in a reliable manner; and
- project outside the equipment beyond the inlet opening for a distance of at least five times the overall diameter or, for flat cords, at least five times the major overall cross-sectional dimension of the cord.

Compliance is checked by inspection, by measurement and, where necessary, by the following test with the cord as delivered with the equipment.

Le matériel est placé de façon que l'axe du dispositif de protection, au point de sortie du câble, fasse saillie d'un angle de 45° lorsque le câble est exempt de contraintes. Une masse égale à $10 \times D^2$ g est alors attachée à l'extrémité libre du câble, D étant, en millimètres, le diamètre extérieur, ou, pour les câbles plats, la plus petite dimension extérieure du câble.

Si le dispositif de protection est fait dans une matière sensible à la température, l'essai est effectué à $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.

Les câbles plats sont pliés dans le plan de la moindre résistance.

Immédiatement après l'accrochage de la masse, le rayon de courbure du câble ne doit être en aucun endroit inférieur à 1,5 D.

3.2.9 Espace pour l'installation des câbles d'alimentation

L'espace pour l'installation des câbles d'alimentation prévu à l'intérieur, ou en tant que partie, du matériel pour la connexion à demeure ou pour la connexion d'un CÂBLE D'ALIMENTATION ordinaire FIXÉ À DEMEURE doit être conçu:

- pour permettre l'introduction et le raccordement facile des conducteurs; et
- de façon que l'extrémité non isolée d'un conducteur ne soit pas susceptible de se libérer de sa borne ou, si elle le fait, ne puisse venir en contact avec:
 - une partie conductrice accessible qui n'est pas reliée à la terre de protection, ou
 - une partie conductrice accessible d'un MATÉRIEL PORTATIF; et
- pour permettre de vérifier, avant la mise en place du couvercle éventuel, que les conducteurs sont correctement raccordés et disposés; et
- de façon que les couvercles éventuels puissent être mis en place sans risquer d'endommager les conducteurs d'alimentation ou leur isolation; et
- de façon que les couvercles éventuels donnant accès aux bornes puissent être enlevés avec un OUTIL d'emploi courant.

La vérification est effectuée par examen et par un essai d'installation avec des câbles de la plus forte section de la plage appropriée spécifiée en 3.3.4.

3.3 Bornes pour les conducteurs externes

Le paragraphe 3.3 spécifie les prescriptions pour les bornes utilisées pour les conducteurs de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF et le CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION qui va au matériel.

3.3.1 Bornes

Les MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE et les matériels équipés d'un CÂBLE D'ALIMENTATION ordinaire FIXÉ À DEMEURE doivent être pourvus de bornes dans lesquelles les connexions sont assurées au moyen de vis, d'écrous ou d'autres moyens aussi efficaces (voir aussi 2.6.4).

La vérification est effectuée par examen.

The equipment is so placed that the axis of the cord guard, where the cord leaves it, projects at an angle of 45° when the cord is free from stress. A mass equal to $10 \times D^2 g$ is then attached to the free end of the cord, where D is the overall diameter of, or for flat cords, the minor overall dimension of the cord, in millimetres.

If the cord guard is of temperature-sensitive material, the test is made at $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.

Flat cords are bent in the plane of least resistance.

Immediately after the mass has been attached, the radius of curvature of the cord shall nowhere be less than $1,5 D$.

3.2.9 Supply wiring space

The supply wiring space provided inside, or as part of, the equipment for permanent connection or for connection of ordinary NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS shall be designed:

- to allow the conductors to be introduced and connected easily; and
- so that the uninsulated end of a conductor is unlikely to become free from its terminal, or, should it do so, cannot come into contact with:
 - an accessible conductive part that is not protectively earthed; or
 - an accessible conductive part of HAND-HELD EQUIPMENT; and
- to permit checking before fitting the cover, if any, that the conductors are correctly connected and positioned; and
- so that covers, if any, can be fitted without risk of damage to the supply conductors or their insulation; and
- so that covers, if any, giving access to the terminals can be removed with a commonly available TOOL.

Compliance is checked by inspection and by an installation test with cords of the largest cross-sectional area of the appropriate range specified in 3.3.4.

3.3 Wiring terminals for connection of external conductors

Subclause 3.3 specifies requirements for wiring terminals used for the connection of AC MAINS SUPPLY conductors and the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR to the equipment.

3.3.1 Wiring terminals

PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT and equipment with ordinary NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS shall be provided with terminals in which connection is made by means of screws, nuts or equally effective devices (see also 2.6.4).

Compliance is checked by inspection.

3.3.2 Raccordement des câbles d'alimentation fixés à demeure

Pour les matériels équipés d'un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE, le raccordement des conducteurs individuels aux conducteurs internes du matériel doit être réalisé par tout moyen susceptible de fournir un raccordement mécanique et électrique fiable, sans dépasser les limites de température admissibles. (Voir aussi 3.1.9.)

La vérification est effectuée par examen, et en mesurant l'échauffement de la connexion, qui ne doit pas dépasser les valeurs de 4.5.1.

3.3.3 Bornes à vis

Les vis et écrous pour le serrage des conducteurs externes d'alimentation doivent avoir un filetage conforme à l'ISO 261 ou à l'ISO 262, ou un filetage ayant un pas et une résistance mécanique comparables (par exemple les filetages unifiés). Ils ne doivent pas servir à fixer d'autres composants. Toutefois, ils peuvent serrer aussi des conducteurs internes, pourvu que les conducteurs internes soient disposés de façon qu'ils ne soient pas susceptibles d'être déplacés lors du raccordement des conducteurs d'alimentation. Pour les bornes de protection de terre, voir aussi 2.6.4.1.

Il est permis d'utiliser les bornes d'un composant (par exemple un interrupteur) incorporé au matériel comme bornes pour les conducteurs externes d'alimentation, sous réserve qu'elles soient conformes aux prescriptions de 3.3.

La vérification est effectuée par examen.

3.3.4 Dimensions des conducteurs à raccorder

Les bornes doivent permettre le raccordement de conducteurs ayant les sections nominales indiquées dans le tableau 3D.

Lorsqu'il est fait usage de câbles avec des sections plus élevées, les bornes doivent être dimensionnées en conséquence.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par le raccordement de câbles de la plus petite et de la plus grande section de la plage appropriée spécifiée dans le tableau 3D.

Tableau 3D – Plage des dimensions des conducteurs à introduire dans les bornes

COURANT NOMINAL du matériel A	Section nominale mm ²	
	Câbles souples	Autres câbles
Jusqu'à 3 inclus	0,5 à 0,75	1 à 2,5
Au-dessus de 3 jusqu'à 6 inclus	0,75 à 1	1 à 2,5
Au-dessus de 6 jusqu'à 10 inclus	1 à 1,5	1 à 2,5
Au-dessus de 10 jusqu'à 13 inclus	1,25 à 1,5	1,5 à 4
Au-dessus de 13 jusqu'à 16 inclus	1,5 à 2,5	1,5 à 4
Au-dessus de 16 jusqu'à 25 inclus	2,5 à 4	2,5 à 6
Au-dessus de 25 jusqu'à 32 inclus	4 à 6	4 à 10
Au-dessus de 32 jusqu'à 40 inclus	6 à 10	6 à 16
Au-dessus de 40 jusqu'à 63 inclus	10 à 16	10 à 25

3.3.2 Connection of non-detachable power supply cords

For equipment with special NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS, the connection of the individual conductors to the internal wiring of the equipment shall be accomplished by any means that will provide a reliable electrical and mechanical connection without exceeding the permitted temperature limits while the equipment is operated under NORMAL LOAD. (See also 3.1.9.)

Compliance is checked by inspection and by measuring the temperature rise of the connection which shall not exceed the values of 4.5.1.

3.3.3 Screw terminals

Screws and nuts which clamp external power supply conductors shall have a thread conforming to ISO 261 or ISO 262, or a thread comparable in pitch and mechanical strength (e.g. unified threads). The screws and nuts shall not serve to fix any other component, except that they are permitted also to clamp internal conductors provided that the internal conductors are so arranged that they are unlikely to be displaced when fitting the supply conductors. For protective earthing terminals, see also 2.6.4.1.

The terminals of a component (e.g. a switch) built into the equipment are permitted for use as terminals for external power supply conductors, provided that they comply with the requirements of 3.3.

Compliance is checked by inspection.

3.3.4 Conductor sizes to be connected

Terminals shall allow the connection of conductors having nominal cross-sectional areas as shown in table 3D.

Where heavier gauge conductors are used, the terminals shall be sized accordingly.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by fitting cords of the smallest and largest cross-sectional areas of the appropriate range shown in table 3D.

Table 3D – Range of conductor sizes to be accepted by terminals

RATED CURRENT of equipment A	Nominal cross-sectional area mm ²	
	Flexible cords	Other cables
Up to and including 3	0,5 to 0,75	1 to 2,5
Over 3 up to and including 6	0,75 to 1	1 to 2,5
Over 6 up to and including 10	1 to 1,5	1 to 2,5
Over 10 up to and including 13	1,25 to 1,5	1,5 to 4
Over 13 up to and including 16	1,5 to 2,5	1,5 to 4
Over 16 up to and including 25	2,5 to 4	2,5 to 6
Over 25 up to and including 32	4 to 6	4 to 10
Over 32 up to and including 40	6 to 10	6 to 16
Over 40 up to and including 63	10 to 16	10 to 25

3.3.5 Dimensions des bornes pour les conducteurs

Les bornes pour les câbles doivent être conformes aux dimensions minimales du tableau 3E.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

Tableau 3E – Dimensions des bornes pour les conducteurs de l'alimentation en courant alternatif et pour les conducteurs de mise à la terre de protection

COURANT NOMINAL du matériel A	Diamètre nominal minimal de la partie filetée mm	
	Borne à trou ou à goujon fileté	Bornes à vis ¹⁾
Jusqu'à 10 inclus	3,0	3,5
Au-dessus de 10 jusqu'à 16 inclus	3,5	4,0
Au-dessus de 16 jusqu'à 25 inclus	4,0	5,0
Au-dessus de 25 jusqu'à 32 inclus	4,0	5,0
Au-dessus de 32 jusqu'à 40 inclus	5,0	5,0
Au-dessus de 40 jusqu'à 63 inclus	6,0	6,0

1) «Bornes à vis» signifie une borne qui fixe le conducteur sous la tête de la vis avec ou sans rondelle.

3.3.6 Conception des bornes pour les conducteurs

Les bornes doivent être conçues de façon que l'âme conducteur soit serrée entre des surfaces métalliques avec une pression de contact suffisante et sans dommage pour l'âme.

Les bornes doivent être conçues ou disposées de façon que l'âme du conducteur ne puisse s'échapper lors du serrage des vis ou écrous.

Les bornes doivent être pourvues des fixations appropriées des conducteurs, par exemple, écrous et rondelles.

Les bornes doivent être fixées de façon que lorsqu'on serre ou desserre l'organe de serrage du conducteur:

- la borne elle-même ne puisse pas prendre de jeu; et
- les conducteurs internes ne soient pas soumis à des contraintes; et
- les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE ne soient pas réduites au-dessous des valeurs spécifiées en 2.10.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

3.3.7 Groupement des bornes pour les conducteurs

Pour les CÂBLES D'ALIMENTATION FIXÉS À DEMEURE ordinaires, et pour les MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE, toutes les bornes de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF associées doivent être placées au voisinage l'une de l'autre et de la borne de terre de protection éventuelle.

La vérification est effectuée par examen.

3.3.5 Wiring terminal sizes

Wiring terminals shall comply with the minimum sizes in table 3E.

Compliance is checked by inspection and measurement.

Table 3E – Sizes of terminals for a.c. mains supply conductors and protective earthing conductors

RATED CURRENT of equipment A	Minimum nominal thread diameter mm	
	Pillar type or stud type	Screw type ¹⁾
Up to and including 10	3,0	3,5
Over 10 up to and including 16	3,5	4,0
Over 16 up to and including 25	4,0	5,0
Over 25 up to and including 32	4,0	5,0
Over 32 up to and including 40	5,0	5,0
Over 40 up to and including 63	6,0	6,0

¹⁾ "Screw type" refers to a terminal that clamps the conductor under the head of a screw, with or without a washer.

3.3.6 Wiring terminal design

Wiring terminals shall be so designed that they clamp the conductor between metal surfaces with sufficient contact pressure and without damage to the conductor.

Terminals shall be so designed or located that the conductor cannot slip out when the clamping screws or nuts are tightened.

Terminals shall be provided with appropriate fixing hardware for the conductors (e.g. nuts and washers).

Terminals shall be so fixed that, when the means of clamping the conductor is tightened or loosened:

- the terminal itself does not work loose; and
- internal wiring is not subjected to stress; and
- CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES are not reduced below the values specified in 2.10.

Compliance is checked by inspection and measurement.

3.3.7 Grouping of wiring terminals

For ordinary NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORDS and for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT, all associated AC MAINS SUPPLY terminals shall be located in proximity to each other and to the main protective earthing terminal, if any.

Compliance is checked by inspection.

3.3.8 Conducteur à âme câblée

L'extrémité d'un conducteur à âme câblée ne doit pas être consolidée avec de la soudure tendre aux endroits où le conducteur est soumis à une pression de contact, à moins que la méthode de fixation ne soit conçue de façon à prévenir le risque d'un mauvais contact dû au fluage à froid de la soudure.

Les bornes à ressort qui compensent le fluage à froid sont considérées comme satisfaisant à cette prescription.

Le fait d'empêcher les vis de blocage de tourner n'est pas considéré comme suffisant.

Les bornes doivent être placées, protégées ou isolées de façon que, si un brin d'un conducteur souple vient à se détacher après le raccordement du conducteur, il n'y ait pas de risque de contact accidentel entre le brin et:

- les parties conductrices accessibles, ou
- les parties conductrices non mises à la terre, séparées des parties conductrices accessibles par une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE seulement.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai suivant, à moins qu'un câble spécial ne soit préparé de façon à empêcher l'échappement de brins.

L'extrémité d'un conducteur souple ayant la section nominale appropriée est dépouillée de son enveloppe isolante sur une longueur d'environ 8 mm. Un brin du conducteur est décâblé et les autres brins sont introduits complètement et serrés dans la borne.

Le brin décâblé est plié, sans que l'enveloppe isolante soit déchirée, dans toutes les directions possibles, mais sans angles vifs le long de la protection.

Si le conducteur est sous une TENSION DANGEREUSE, le brin décâblé ne doit toucher aucune partie métallique accessible ou en liaison avec une partie métallique accessible ou, pour les matériels à DOUBLE ISOLATION, aucune partie métallique séparée des parties métalliques accessibles par une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE seulement.

Si le conducteur est relié à une borne de terre, le brin décâblé ne doit toucher aucune partie sous TENSION DANGEREUSE.

3.4 Séparation de l'alimentation du réseau en courant alternatif

3.4.1 Prescription générale

Un dispositif ou des dispositifs de sectionnement doivent être prévus pour séparer le matériel de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, en vue de l'entretien.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.2 Dispositifs de sectionnement

Les dispositifs de sectionnement doivent avoir une distance entre contacts d'au moins 3 mm et, lorsqu'ils sont incorporés dans le matériel, ils doivent être connectés aussi près que possible de l'arrivée de l'alimentation.

3.3.8 Stranded wire

The end of a stranded conductor shall not be consolidated by soft soldering at places where the conductor is subject to contact pressure unless the method of clamping is designed so as to reduce the likelihood of a bad contact due to cold flow of the solder.

Spring terminals that compensate for the cold flow are deemed to satisfy this requirement.

Preventing the clamping screws from rotating is not considered to be adequate.

Terminals shall be located, guarded or insulated so that, should a strand of a flexible conductor escape when the conductor is fitted, there is no likelihood of accidental contact between such a strand and:

- accessible conductive parts; or
- unearthed conductive parts separated from accessible conductive parts by SUPPLEMENTARY INSULATION only.

Compliance is checked by inspection and, unless a special cord is prepared in such a way as to prevent the escape of strands, by the following test.

A piece of insulation approximately 8 mm long is removed from the end of a flexible conductor having the appropriate nominal cross-sectional area. One wire of the stranded conductor is left free and the other wires are fully inserted into, and clamped in the terminal.

Without tearing the insulation back, the free wire is bent in every possible direction, but without making sharp bends around the guard.

If the conductor is at HAZARDOUS VOLTAGE, the free wire shall not touch any conductive part which is accessible or is connected to an accessible conductive part or, in the case of DOUBLE INSULATED equipment, any conductive part which is separated from accessible conductive parts by SUPPLEMENTARY INSULATION only.

If the conductor is connected to an earthing terminal, the free wire shall not touch any part at HAZARDOUS VOLTAGE.

3.4 Disconnection from the a.c. mains supply

3.4.1 General requirement

A disconnect device or devices shall be provided to disconnect the equipment from the AC MAINS SUPPLY for servicing.

Compliance is checked by inspection.

3.4.2 Disconnect devices

Disconnect devices shall have a contact separation of at least 3 mm and, when incorporated in the equipment, shall be connected as closely as practicable to the incoming supply.

Il est permis que les interrupteurs fonctionnels soient utilisés comme dispositifs de sectionnement pourvu qu'ils satisfassent à toutes les prescriptions pour les dispositifs de sectionnement. Cependant, ces prescriptions ne sont pas applicables aux interrupteurs fonctionnels lorsque d'autres moyens de sectionnement sont prévus.

Les types suivants de dispositifs de sectionnement sont permis:

- la fiche du câble d'alimentation;
- une fiche faisant partie d'un MATÉRIEL ENFICHABLE DIRECTEMENT;
- un connecteur;
- des interrupteurs sectionneurs;
- des disjoncteurs;
- tout dispositif équivalent.

NOTE – Les dispositifs de sectionnement conformes à la CEI 61058-1 sont des exemples de dispositifs considérés comme satisfaisant aux prescriptions de la présente norme.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.3 Matériels reliés à demeure

Pour les MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE, le dispositif de sectionnement doit être incorporé dans le matériel, à moins que celui-ci ne soit accompagné d'une notice d'installation conforme à 1.7.2 indiquant qu'un dispositif de sectionnement approprié doit être prévu comme partie de l'installation du bâtiment.

NOTE – Il n'est pas nécessaire de fournir les dispositifs de sectionnement externes avec le matériel.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.4 Parties qui restent sous tension

Les parties placées du côté alimentation d'un dispositif de sectionnement dans le matériel, qui restent sous tension lorsque le dispositif est coupé, doivent être protégées par une barrière pour éviter un contact accidentel du PERSONNEL D'ENTRETIEN.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.5 Interrupteurs dans les câbles souples

Les interrupteurs sectionneurs ne doivent pas être montés sur des câbles souples.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.6 Matériels monophasés

Pour un matériel monophasé, le dispositif de sectionnement doit déconnecter les deux pôles simultanément avec l'exception qu'un dispositif de sectionnement unipolaire peut être utilisé pour sectionner le conducteur actif lorsqu'il est possible d'être certain de l'identification du neutre dans l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF.

Functional switches are permitted to serve as disconnect devices provided that they comply with all the requirements for disconnect devices. However, these requirements do not apply to functional switches where other means of isolation are provided.

The following types of disconnect devices are permitted:

- the plug on the power supply cord;
- a mains plug that is part of DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT;
- an appliance coupler;
- isolating switches;
- circuit breakers;
- any equivalent device.

NOTE – Some disconnect devices complying with IEC 61058-1 are examples of those considered to comply with the requirements of this standard.

Compliance is checked by inspection.

3.4.3 Permanently connected equipment

For PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT, the disconnect device shall be incorporated in the equipment, unless the equipment is accompanied by installation instructions in accordance with 1.7.2, stating that an appropriate disconnect device shall be provided as part of the building installation.

NOTE – External disconnect devices will not necessarily be supplied with the equipment.

Compliance is checked by inspection.

3.4.4 Parts which remain energized

Parts on the supply side of a disconnect device in the equipment, which remain energized when the disconnect device is switched off, shall be guarded so as to reduce the likelihood of accidental contact by SERVICE PERSONNEL.

Compliance is checked by inspection.

3.4.5 Switches in flexible cords

Isolating switches shall not be fitted in flexible cords.

Compliance is checked by inspection.

3.4.6 Single-phase equipment

For single-phase equipment, the disconnect device shall disconnect both poles simultaneously, except that a single-pole disconnect device can be used to disconnect the line conductor where it is possible to rely on the identification of the neutral in the AC MAINS SUPPLY.

Pour les matériels équipés d'un dispositif de sectionnement unipolaire, les instructions d'installation doivent spécifier qu'un dispositif de sectionnement bipolaire doit être prévu dans l'installation du bâtiment lorsque le matériel est utilisé à un endroit où une identification du neutre dans l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF n'est pas possible.

NOTE – Les trois exemples suivants représentent des cas où un dispositif de sectionnement bipolaire est exigé:

- matériel alimenté à partir d'un schéma d'alimentation IT;
- MATÉRIEL RACCORDÉ PAR PRISE DE COURANT alimenté par un connecteur réversible ou par une fiche de prise de courant réversible (à moins que la fiche elle-même ou le connecteur ne soit utilisé comme dispositif de sectionnement);
- matériel alimenté au travers d'un socle de polarité indéterminé.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.7 Matériels triphasé

Pour un matériel triphasé, le dispositif de sectionnement doit déconnecter simultanément tous les conducteurs actifs de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF.

Pour un matériel nécessitant une connexion au neutre d'un système d'alimentation IT, le dispositif de sectionnement doit être un dispositif quadripolaire et doit déconnecter tous les conducteurs de phase et le conducteur de neutre; si ce dispositif quadripolaire n'est pas fourni dans le matériel, les instructions d'installation doivent spécifier la nécessité de le fournir comme partie de l'installation du bâtiment.

Si un dispositif de sectionnement coupe le neutre, il doit déconnecter simultanément tous les conducteurs de phase.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.8 Interrupteurs comme dispositifs de sectionnement

Lorsque le dispositif de sectionnement est un interrupteur incorporé dans le matériel, ses positions «MARCHE»/«ARRÊT» doivent être marquées conformément à 1.7.8.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.9 Fiches comme dispositifs de sectionnement

Lorsqu'une fiche sur le câble d'alimentation est utilisée comme dispositif de sectionnement, la notice d'installation doit être conforme à 1.7.2.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.10 Matériels interconnectés

Lorsqu'un groupe d'unités munies de moyens de connexion individuels est interconnecté de telle manière qu'il est possible que des TENSIONS DANGEREUSES ou des NIVEAUX D'ÉNERGIE DANGEREUX soient transmis entre unités, un dispositif de sectionnement doit être prévu pour couper les parties dangereuses susceptibles d'être touchées pendant l'entretien de l'unité considérée, à moins que ces parties ne soient protégées et ne portent des étiquettes d'avertissement appropriées. De plus, une étiquette en évidence doit être prévue sur chaque unité, donnant des instructions appropriées pour la coupure de toute l'alimentation de l'unité.

La vérification est effectuée par examen.

For equipment provided with a single-pole disconnect device, the installation instructions shall specify that an additional two-pole disconnect device is to be provided in the building installation if the equipment is used where identification of the neutral in the AC MAINS SUPPLY is not possible.

NOTE – Three examples of cases where a two-pole disconnect device is required are:

- on equipment supplied from an IT power system;
- on PLUGGABLE EQUIPMENT supplied through a reversible appliance coupler or a reversible plug (unless the appliance coupler or plug itself is used as the disconnect device);
- on equipment supplied from a socket-outlet with indeterminate polarity.

Compliance is checked by inspection.

3.4.7 Three-phase equipment

For three-phase equipment, the disconnect device shall disconnect simultaneously all line conductors of the AC MAINS SUPPLY.

For equipment requiring a neutral connection to an IT power system, the disconnect device shall be a four-pole device and shall disconnect all line conductors and the neutral conductor. If this four-pole device is not provided in the equipment, the installation instructions shall specify the need for the provision of the device as part of the building installation.

If a disconnect device interrupts the neutral conductor, it shall simultaneously interrupt all line conductors.

Compliance is checked by inspection.

3.4.8 Switches as disconnect devices

Where the disconnect device is a switch incorporated in the equipment, its "ON" and "OFF" positions shall be marked in accordance with 1.7.8.

Compliance is checked by inspection.

3.4.9 Plugs as disconnect devices

Where a plug on the power supply cord is used as the disconnect device, the installation instructions shall comply with 1.7.2.

Compliance is checked by inspection.

3.4.10 Interconnected equipment

Where a group of units having individual supply connections is interconnected in such a way that it is possible for HAZARDOUS VOLTAGE or HAZARDOUS ENERGY LEVELS to be transmitted between units, a disconnect device shall be provided to disconnect hazardous parts likely to be contacted while the unit under consideration is being serviced, unless these parts are guarded and marked with appropriate warning labels. In addition a prominent label shall be provided on each unit giving adequate instructions for the removal of all such power from the unit.

Compliance is checked by inspection.

3.4.11 Alimentations multiples

Lorsqu'une unité reçoit de l'énergie de plus d'une source (par exemple dans le cas de différentes tensions ou fréquences ou comme alimentation de secours), un marquage doit être placé en évidence sur chaque dispositif de sectionnement donnant des instructions appropriées pour la coupure de toute l'alimentation de l'unité.

La vérification est effectuée par examen.

3.5 Interconnexion des matériels

3.5.1 Prescriptions générales

Lorsqu'un matériel est destiné à être connecté électriquement à d'autres matériels, les circuits d'interconnexion doivent être choisis pour fournir une conformité continue aux prescriptions de 2.2 pour les CIRCUITS TBTS, et à celles de 2.3 pour les CIRCUITS TRT, après avoir effectué la connexion.

NOTE 1 – Ceci est généralement obtenu en connectant les CIRCUITS TBTS aux CIRCUITS TBTS, et les CIRCUITS TRT aux CIRCUITS TRT.

NOTE 2 – Il est permis qu'un CÂBLE D'INTERCONNEXION contienne plus d'un type de CIRCUITS (PAR EXEMPLE TBTS, À LIMITATION DE COURANT, TRT, TBT, ou SOUS TENSION DANGEREUSE) pourvu qu'ils soient séparés comme prescrit dans la présente norme.

3.5.2 Types de circuits d'interconnexion

Chaque circuit d'interconnexion doit être de l'un des types suivants:

- un CIRCUIT TBTS ou un CIRCUIT À LIMITATION DE COURANT, ou
- un CIRCUIT TRT-1, TRT-2 ou TRT-3; ou
- un circuit sous TENSION DANGEREUSE.

A l'exception de ce qui est permis en 3.5.3, les circuits d'interconnexion ne doivent pas être des CIRCUITS TBT.

La vérification est effectuée par examen.

3.5.3 Circuits TBT comme circuits d'interconnexion

Lorsqu'un matériel additionnel est spécifiquement complémentaire d'un matériel hôte (premier) (par exemple un collecteur pour une machine à photocopier) il est permis que des CIRCUITS TBT servent de circuits d'interconnexion entre les matériels, pourvu que les matériels continuent de satisfaire aux prescriptions de la présente norme lorsqu'ils sont connectés ensemble.

La vérification est effectuée par examen.

3.4.11 Multiple power sources

Where a unit receives power from more than one source (e.g. different voltages or frequencies, or as backup power), there shall be a prominent marking at each disconnect device giving adequate instructions for the removal of all power from the unit.

Compliance is checked by inspection.

3.5 Interconnection of equipment

3.5.1 General requirements

Where equipment is intended to be electrically connected to other equipment, interconnection circuits shall be selected to provide continued conformance to the requirements of 2.2 for SELV CIRCUITS, and with the requirements of 2.3 for TNV CIRCUITS, after making connections.

NOTE 1 – This is normally achieved by connecting SELV CIRCUITS to SELV CIRCUITS, and TNV CIRCUITS to TNV CIRCUITS.

NOTE 2 – It is permitted for an INTERCONNECTING CABLE to contain more than one type of CIRCUIT (e.g. SELV, LIMITED CURRENT, TNV, ELV or HAZARDOUS VOLTAGE) provided that they are separated as required by this standard.

3.5.2 Types of interconnection circuits

Each interconnection circuit shall be one of the following types:

- an SELV CIRCUIT or a LIMITED CURRENT CIRCUIT; or
- a TNV-1, TNV-2 or TNV-3 CIRCUIT; or
- a HAZARDOUS VOLTAGE circuit.

Except as permitted in 3.5.3, interconnection circuits shall not be ELV CIRCUITS.

Compliance is checked by inspection.

3.5.3 ELV circuits as interconnection circuits

Where additional equipment is specifically complementary to the host (first) equipment (e.g. a collator for a copying machine) ELV CIRCUITS are permitted as interconnection circuits between the equipments, provided that the equipments continue to meet the requirements of this standard when connected together.

Compliance is checked by inspection.

4 Prescriptions physiques

4.1 Stabilité

Dans les conditions d'utilisation normale, le matériel ne doit pas devenir mécaniquement instable au point de risquer de présenter un danger pour les OPÉRATEURS et le PERSONNEL D'ENTRETIEN.

Lorsque des unités sont prévues pour être attachées l'une à l'autre sur le site et non pour être utilisées individuellement, la stabilité des unités individuelles est exemptée des prescriptions de 4.1.

Les prescriptions de 4.1. ne s'appliquent pas lorsque les instructions pour l'installation d'une unité spécifient que le matériel doit être fixé à la structure du bâtiment avant la mise en fonctionnement.

Lorsque des moyens de stabilisation sont nécessaires dans des conditions d'utilisation par l'OPÉRATEUR, ils doivent automatiquement fonctionner lors de l'ouverture des portes, des tiroirs, etc.

Pendant les interventions du PERSONNEL D'ENTRETIEN, les moyens de stabilisation, s'ils sont nécessaires, doivent fonctionner automatiquement, ou alors un marquage doit être fourni pour indiquer au PERSONNEL D'ENTRETIEN qu'il doit déployer ces moyens de stabilisation.

La vérification est effectuée par les essais suivants, lorsqu'ils s'appliquent. Chaque essai est effectué séparément. Pendant les essais, les récipients contiennent la quantité de substance, dans la limite de leur capacité nominale, produisant les conditions les plus défavorables. Toutes les roulettes et tous les vérins, s'ils sont utilisés lors du fonctionnement normal sont mis dans leur position la plus défavorable, avec les roues et les organes analogues fermés ou bloqués. Cependant, si les roulettes sont destinées uniquement au transport de l'unité et s'il est prescrit dans les instructions d'installation que les vérins doivent être baissés après l'installation, alors les vérins (et pas les roulettes) sont utilisés dans cet essai; les vérins sont mis dans leur position la plus défavorable, compatible avec une mise à niveau raisonnable de l'unité.

- *Une unité ne doit pas se renverser lorsqu'elle est inclinée de 10° par rapport à sa position verticale normale. Les portes, tiroirs, etc., sont fermés pendant cet essai.*
- *Une unité reposant sur le sol, d'une masse au moins égale à 25 kg, ne doit pas se renverser lorsqu'une force égale à 20 % de son poids, mais ne dépassant pas 250 N, est appliquée dans n'importe quelle direction, sauf vers le haut, à la hauteur ne dépassant pas 2 m au-dessus du sol. Les portes, les tiroirs, etc., qui peuvent être déplacés pour l'entretien par l'OPÉRATEUR ou par le PERSONNEL D'ENTRETIEN, sont placés dans la position la plus défavorable, compatible avec les instructions d'installation.*
- *Une unité reposant sur le sol ne doit pas se renverser lorsqu'une force constante de 800 N, dirigée vers le bas, est appliquée au point de moment maximal, sur n'importe quelle surface horizontale d'au moins 12,5 cm par 20 cm, située à une hauteur jusqu'à 1 m au-dessus du sol. Les portes, tiroirs, etc., sont fermés pendant cet essai. La force de 800 N est appliquée avec un outil d'essai approprié ayant une surface plane d'environ 12,5 cm par 20 cm. La force dirigée vers le bas est appliquée avec la totalité de la surface plane de l'outil d'essai en contact avec le matériel à l'essai; il n'est pas nécessaire que l'outil d'essai soit entièrement en contact avec des surfaces irrégulières, par exemple des surfaces ondulées ou courbes.*

4 Physical requirements

4.1 Stability

Under conditions of normal use, units and equipment shall not become physically unstable to the degree that they could become a hazard to OPERATORS and SERVICE PERSONNEL.

If units are designed to be fixed together on site and not used individually, the stability of each individual unit is exempt from the requirements of 4.1.

The requirements of 4.1 are not applicable if the installation instructions for a unit specify that the equipment is to be secured to the building structure before operation.

Under conditions of OPERATOR use, a stabilizing means, if needed, shall be automatic in operation when drawers, doors, etc., are opened.

During operations performed by SERVICE PERSONNEL, the stabilizing means, if needed, shall either be automatic in operation, or a marking shall be provided to instruct SERVICE PERSONNEL to deploy the stabilizing means.

Compliance is checked by the following tests, where relevant. Each test is carried out separately. During the tests, containers are to contain the amount of substance within their rated capacity producing the most disadvantageous condition. All castors and jacks, if used in normal operation, are placed in their most unfavourable position, with wheels and the like locked or blocked. However, if the castors are intended only to transport the unit, and if the installation instructions require jacks to be lowered after installation, then the jacks (and not the castors) are used in this test; the jacks are placed in their most unfavourable position, consistent with reasonable levelling of the unit.

- *A unit shall not overbalance when tilted to an angle of 10° from its normal upright position. Doors, drawers, etc., are closed during this test.*
- *A floor-standing unit having a mass of 25 kg or more shall not tip over when a force equal to 20 % of the weight of the unit, but not more than 250 N, is applied in any direction except upwards, at a height not exceeding 2 m from the floor. Doors, drawers, etc., which may be moved for servicing by the OPERATOR or by SERVICE PERSONNEL, are placed in their most unfavourable position, consistent with the installation instructions.*
- *A floor-standing unit shall not overbalance when a constant downward force of 800 N is applied at the point of maximum moment to any horizontal surface of at least 12,5 cm by at least 20 cm, at a height up to 1 m from the floor. Doors, drawers, etc. are closed during this test. The 800 N force is applied by means of a suitable test tool having a flat surface of approximately 12,5 cm by 20 cm. The downward force is applied with the complete flat surface of the test tool in contact with the EUT; the test tool need not be in full contact with uneven surfaces, e.g. corrugated or curved surfaces.*

4.2 Résistance mécanique

4.2.1 Généralités

Les matériels doivent avoir une résistance mécanique appropriée et doivent être construits de façon à pouvoir rester sûrs dans le sens de cette norme lorsqu'ils sont manipulés dans des conditions attendues.

Les essais de résistance mécanique ne sont pas exigés sur une barrière interne, un écran interne ou un dispositif analogue, prévu pour satisfaire aux prescriptions de 4.6.2, si l'ENVELOPPE assure la protection mécanique.

Une ENVELOPPE MÉCANIQUE doit être suffisamment complète pour contenir ou détourner des parties qui, à cause d'une défaillance ou pour toute autre raison, pourraient se relâcher, se séparer ou être projetées à partir d'une partie mobile.

La vérification est effectuée par examen de la construction et des données disponibles et, lorsque c'est nécessaire, par les essais applicables de 4.2.2 à 4.2.7 comme spécifié.

Les essais ne sont pas effectués sur les poignées, leviers, boutons, le devant des tubes à rayons cathodiques (voir 4.2.8) ni sur les couvercles transparents ou translucides des dispositifs indicateurs ou des dispositifs de mesure à moins que des parties sous TENSIONS DANGEREUSES ne soient accessibles au moyen du doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1), si la poignée, le levier, le bouton ou le couvercle est enlevé.

Pendant les essais de 4.2.2, 4.2.3 et 4.2.4, les ENVELOPPES conductrices, mises à la terre ou non, ne doivent pas court-circuiter les parties entre lesquelles un NIVEAU D'ÉNERGIE DANGEREUX existe et ne doivent pas toucher une partie sous TENSION DANGEREUSE. Pour les tensions dépassant 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu, le contact n'est pas permis et il doit rester un intervalle d'air entre les parties sous TENSION DANGEREUSE et l'ENVELOPPE. Cet intervalle d'air doit être au moins égal à la DISTANCE DANS L'AIR minimale spécifiée en 2.10.3 pour une ISOLATION PRINCIPALE, ou alors résister à l'essai de rigidité diélectrique approprié de 5.2.2.

Après les essais de 4.2.2 à 4.2.7, l'échantillon doit satisfaire aux prescriptions de 2.1.1, 2.6.1, 2.10, 3.2.6 et 4.4.1. Il ne doit présenter aucun signe de perturbation des dispositifs de sécurité tels que COUPE-CIRCUIT THERMIQUES, dispositifs de protection contre les surintensités ou dispositifs de verrouillage. En cas de doute, l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCÉE est soumise à un essai de rigidité diélectrique comme spécifié en 5.2.2.

Les endommagements de finition, les fissures, les bosses et les écaillages ne sont pas pris en considération s'ils n'affectent pas la sécurité de façon défavorable.

NOTE – Si une ENVELOPPE séparée ou une partie d'ENVELOPPE est utilisée pour un essai, il peut être nécessaire de la réassembler dans le matériel dans le but de vérifier la conformité.

4.2.2 Essai de force constante, 10 N

Les composants et les parties, autres que les parties servant d'ENVELOPPE (voir 4.2.3 et 4.2.4), sont soumis à une force constante de 10 N ± 1 N.

Les critères de conformité sont en 4.2.1.

4.2 Mechanical strength

4.2.1 General

Equipment shall have adequate mechanical strength and shall be so constructed as to remain safe in the meaning of this standard when subjected to handling as may be expected.

Mechanical strength tests are not required on an internal barrier, screen or the like, provided to meet the requirements of 4.6.2, if the ENCLOSURE provides mechanical protection.

A MECHANICAL ENCLOSURE shall be sufficiently complete to contain or deflect parts which, because of failure or for other reasons, might become loose, separated or thrown from a moving part.

Compliance is checked by inspection of the construction and available data and, where necessary, by the relevant tests of 4.2.2 to 4.2.7 as specified.

The tests are not applied to handles, levers, knobs, the face of cathode ray tubes (see 4.2.8) or to transparent or translucent covers of indicating or measuring devices, unless parts at HAZARDOUS VOLTAGE are accessible by means of the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1), if the handle, lever, knob or cover is removed.

During the tests of 4.2.2, 4.2.3 and 4.2.4, earthed or unearthed conductive ENCLOSURES shall not bridge parts between which a HAZARDOUS ENERGY LEVEL exists and shall not contact a bare part at HAZARDOUS VOLTAGE. For voltages exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c., contact is not permitted and there shall be an air gap between the part at HAZARDOUS VOLTAGE and the ENCLOSURE. This air gap shall either have a minimum length equal to the minimum CLEARANCE specified in 2.10.3 for BASIC INSULATION or withstand the relevant electric strength test in 5.2.2.

After the tests of 4.2.2 to 4.2.7, the sample shall continue to comply with the requirements of 2.1.1, 2.6.1, 2.10, 3.2.6 and 4.4.1. It shall show no signs of interference with the operation of safety features such as THERMAL CUT-OUTS, overcurrent protection devices or interlocks. In case of doubt, SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION is subjected to an electric strength test as specified in 5.2.2.

Damage to finish, cracks, dents and chips are disregarded if they do not adversely affect safety.

NOTE – If a separate ENCLOSURE or part of an ENCLOSURE is used for a test, it may be necessary to reassemble such parts on the equipment in order to check compliance.

4.2.2 Steady force test, 10 N

Components and parts, other than parts serving as an ENCLOSURE (see 4.2.3 and 4.2.4), are subjected to a steady force of 10 N \pm 1 N.

Compliance criteria are in 4.2.1.

4.2.3 Essai de force constante, 30 N

Les parties d'une ENVELOPPE située dans une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, qui sont protégées par un couvercle ou une porte satisfaisant aux prescriptions de 4.2.4, sont soumises pendant une durée de 5 s à une force constante de $30\text{ N} \pm 3\text{ N}$, appliquée au moyen d'une version droite et sans articulation du doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1), à la partie sur ou dans le matériel.

Les critères de conformité sont en 4.2.1.

4.2.4 Essai de force constante, 250 N

Les ENVELOPPES externes sont soumises pendant une durée de 5 s à une force de $250\text{ N} \pm 10\text{ N}$ appliquée tour à tour sur le dessus, le fond et les côtés de l'ENVELOPPE fixée au matériel, au moyen d'un outil d'essai convenable assurant un contact sur une surface plane circulaire de 30 mm de diamètre. Cependant, cet essai n'est pas applicable à l'ENVELOPPE des matériels de masse supérieure à 18 kg.

Les critères de conformité sont dans 4.2.1.

4.2.5 Essai de choc

Pour les matériels autres que les matériels identifiés en 4.2.6, les surfaces externes des ENVELOPPES dont la défaillance permettrait l'accès à des parties dangereuses sont essayées comme suit:

Un échantillon, constitué de l'ENVELOPPE complète ou d'une partie de celle-ci représentant la plus grande surface non renforcée, est fixé dans sa position normale. Une sphère massive d'acier poli, d'environ 50 mm de diamètre et d'une masse de $500\text{ g} \pm 25\text{ g}$, tombe librement sur l'échantillon d'une hauteur de (H) 1,3 m (voir figure 4A) en partant du repos. (Les surfaces verticales sont exemptées de cet essai.)

De plus, la sphère d'acier est suspendue par une corde et balancée comme un pendule tombant d'une hauteur verticale (H) de 1,3 m, dans le but d'appliquer un choc horizontal (voir figure 4A). (Les surfaces horizontales sont exemptées de cet essai). En variante, l'échantillon est tourné de 90° autour de chacun de ses axes horizontaux et la sphère est lâchée comme dans l'essai du choc vertical.

L'essai n'est pas effectué sur les écrans plats, sur les glaces des matériels (par exemple les machines à photocopier).

Les critères de conformité sont en 4.2.1.

4.2.3 Steady force test, 30 N

Parts of an ENCLOSURE located in an OPERATOR ACCESS AREA, which are protected by a cover or door meeting the requirements of 4.2.4, are subjected to a steady force of $30\text{ N} \pm 3\text{ N}$ for a period of 5 s, applied by means of a straight unjointed version of the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1), to the part on or within the equipment.

Compliance criteria are in 4.2.1.

4.2.4 Steady force test, 250 N

External ENCLOSURES are subjected to a steady force of $250\text{ N} \pm 10\text{ N}$ for a period of 5 s, applied in turn to the top, bottom and sides of the ENCLOSURE fitted to the equipment, by means of a suitable test tool providing contact over a circular plane surface 30 mm in diameter. However, this test is not applied to the bottom of an ENCLOSURE of equipment having a mass of more than 18 kg.

Compliance criteria are in 4.2.1.

4.2.5 Impact test

Except for equipment identified in 4.2.6, external surfaces of ENCLOSURES, the failure of which would give access to hazardous parts, are tested as follows:

A sample consisting of the complete ENCLOSURE, or a portion thereof representing the largest unreinforced area, is supported in its normal position. A solid smooth steel ball, approximately 50 mm in diameter and with a mass of $500\text{ g} \pm 25\text{ g}$, is permitted to fall freely from rest through a vertical distance (H) of 1,3 m (see figure 4A) onto the sample. (Vertical surfaces are exempt from this test.)

In addition, the steel ball is suspended by a cord and swung as a pendulum in order to apply a horizontal impact, dropping through a vertical distance (H) of 1,3 m (see figure 4A). (Horizontal surfaces are exempt from this test). Alternatively, the sample is rotated 90° about each of its horizontal axes and the ball dropped as in the vertical impact test.

The test is not applied to flat panel displays or to the platen glass of equipment (e.g. copying machines).

Compliance criteria are in 4.2.1.

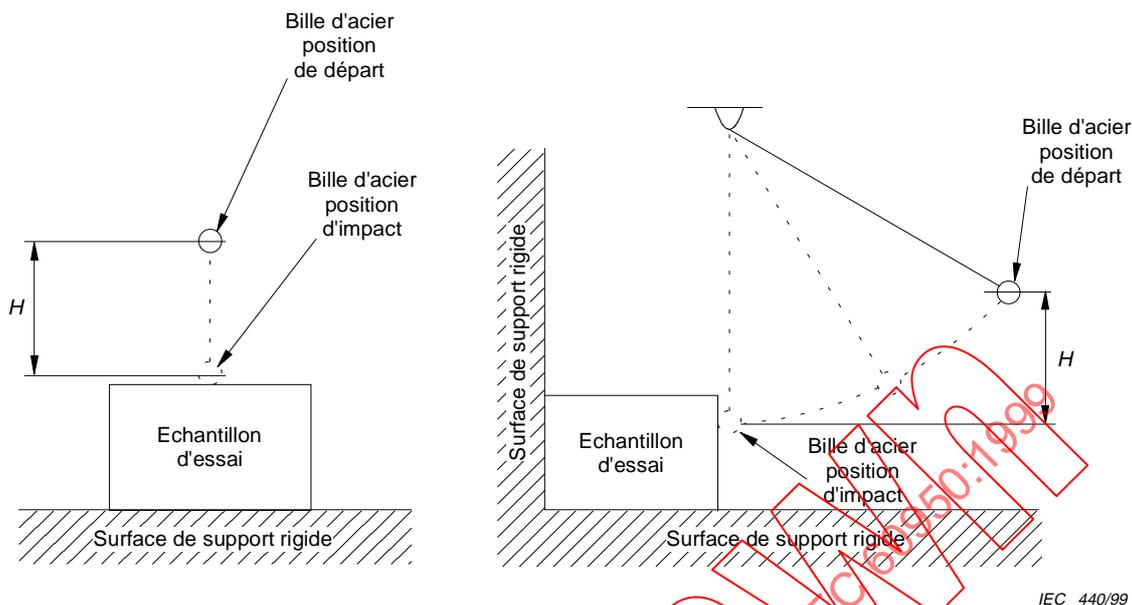


Figure 4A – Essai de choc utilisant la sphère d'acier

4.2.6 Essai de chute

Les matériels suivants sont soumis à un essai de chute:

- MATÉRIELS PORTATIFS;
- MATÉRIELS ENFICHABLES DIRECTEMENT;
- MATÉRIELS TRANSPORTABLES;
- matériels de masse inférieure ou égale à 5 kg, à poser sur un bureau et destinés à fonctionner avec un des sous ensembles suivants:
 - un combiné de téléphone relié par un câble, ou
 - un autre accessoire avec une fonction acoustique, tenu dans la main lors de son utilisation et relié par un câble, ou
 - un casque.

Un échantillon du matériel complet est soumis à trois impacts provoqués par leur chute sur une surface horizontale dans les positions susceptibles d'entraîner les résultats les plus défavorables.

La hauteur de chute doit être de:

- 750 mm ± 10 mm pour les matériels à poser sur un bureau comme décrits ci-dessus;
- 1 000 mm ± 10 mm pour les MATÉRIELS PORTATIFS, les MATÉRIELS ENFICHABLES DIRECTEMENT et les MATÉRIELS TRANSPORTABLES.

La surface horizontale est en bois dur d'au moins 13 mm d'épaisseur et montée sur deux couches de contre-plaqué ayant chacune une épaisseur de 19 mm à 20 mm, le tout étant posé sur un sol en béton ou en matériau non élastique équivalent.

Les critères de conformité sont en 4.2.1.

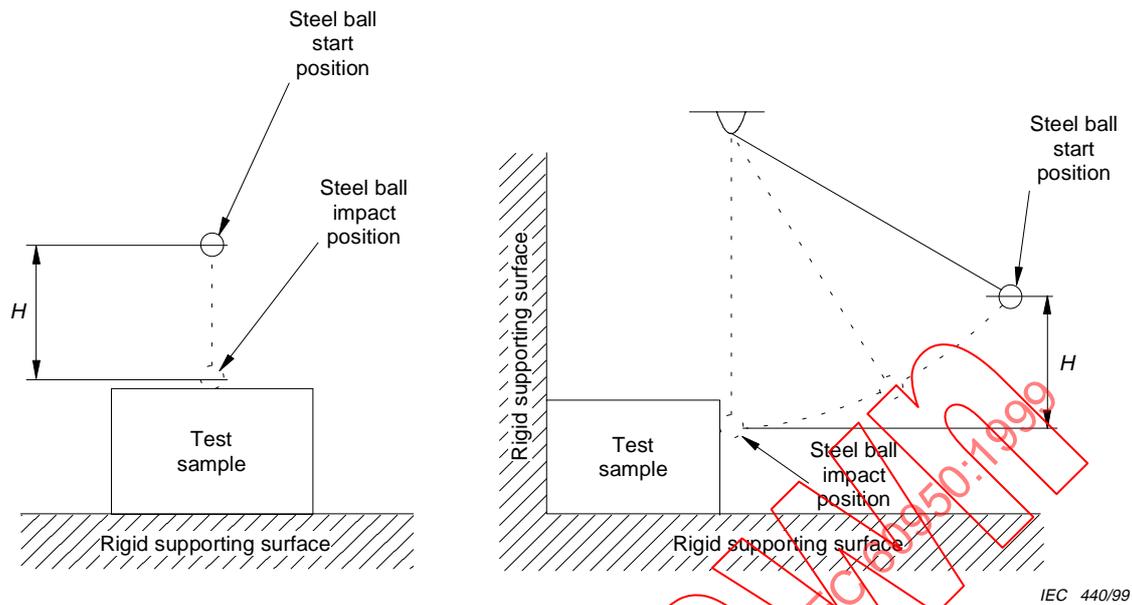


Figure 4A – Impact test using a steel ball

4.2.6 Drop test

The following equipment is subjected to a drop test:

- HAND-HELD EQUIPMENT;
- DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT;
- TRANSPORTABLE EQUIPMENT;
- desk-top equipment having a mass of 5 kg or less that is intended for use with any one of the following.
 - a cord-connected telephone handset, or
 - another cord-connected hand-held accessory with an acoustic function, or
 - a headset.

A sample of the complete equipment is subjected to three impacts that result from being dropped onto a horizontal surface in positions likely to produce the most adverse results.

The height of the drop shall be:

- 750 mm ± 10 mm for desk-top equipment as described above;
- 1 000 mm ± 10 mm for HAND-HELD EQUIPMENT, DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT and TRANSPORTABLE EQUIPMENT.

The horizontal surface consists of hardwood at least 13 mm thick, mounted on two layers of plywood each 19 mm to 20 mm thick, all supported on a concrete or equivalent non-resilient floor.

Compliance criteria are in 4.2.1.

4.2.7 Essai de relâchement des contraintes

Les ENVELOPPES réalisées en matières plastiques thermomoulées ou thermoformées doivent être construites de façon que toute contraction ou déformation du matériau due au relâchement des contraintes internes entraînées par les opérations de moulage ou de formage ne risque pas de provoquer l'exposition de parties dangereuses ou de réduire les DISTANCES DANS L'AIR ou les LIGNES DE FUITE en dessous du minimum obligatoire.

La vérification est effectuée par l'essai de relâchement des contraintes de l'article A.10 ou par examen de la construction et des données disponibles.

Si l'essai de relâchement des contraintes est effectué, les critères de conformité de 4.2.1 s'appliquent

4.2.8 Tubes à rayons cathodiques

Si un tube à rayons cathodiques dont la dimension maximale de l'écran est supérieure à 160 mm est inclus dans le matériel, le tube à rayons cathodiques ou le matériel, ou les deux, doivent satisfaire aux prescriptions de la CEI 60065 pour la résistance mécanique et la protection contre l'effet des implosions.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par les essais applicables de la CEI 60065.

4.2.9 Lampes à haute pression

L'ENVELOPPE MÉCANIQUE d'une lampe à haute pression doit avoir une résistance suffisante pour contenir une explosion de la lampe, de façon à empêcher tout danger pour un OPÉRATEUR ou une personne placée près du matériel pendant son utilisation normale ou l'entretien par l'OPÉRATEUR.

Dans le cadre de la présente norme une «lampe à haute pression» signifie une lampe dans laquelle la pression dépasse 0,2 MPa à froid ou 0,4 MPa en fonctionnement.

La vérification est effectuée par examen.

4.2.10 Matériels fixés au mur ou au plafond

Les moyens de fixation du matériel prévu pour être fixé au mur ou au plafond doivent être adéquats.

La vérification est effectuée par examen de la construction et des données disponibles, ou lorsque c'est nécessaire, par l'essai suivant.

Le matériel est fixé conformément aux instructions du fabricant. En plus du poids du matériel, une force supplémentaire est appliquée vers le bas pendant 1 min à travers le centre géométrique du matériel. La force supplémentaire doit être égale à trois fois le poids du matériel mais pas moins de 50 N. Pendant l'essai, le matériel et ses moyens de fixations associés ne doivent pas se dissocier.

4.3 Conception et construction

4.3.1 Bords et coins

Lorsque les bords et les coins pourraient présenter un risque pour l'OPÉRATEUR à cause de leur emplacement ou de leur application dans le matériel, ils doivent être arrondis et rendus lisses.

4.2.7 Stress relief

ENCLOSURES of moulded or formed thermoplastic materials shall be so constructed that any shrinkage or distortion of the material due to release of internal stresses caused by the moulding or forming operation does not result in the exposure of hazardous parts or in the reduction of CREEPAGE DISTANCES or CLEARANCES below the minimum required.

Compliance is checked by the stress relief conditioning of clause A.10 or by the inspection of the construction and the available data where appropriate.

If stress relief conditioning is conducted, the compliance criteria of 4.2.1 apply.

4.2.8 Cathode ray tubes

If a cathode ray tube having a maximum face dimension exceeding 160 mm is included in the equipment, the cathode ray tube or the equipment, or both, shall comply with the requirements of IEC 60065 for mechanical strength and protection against the effects of implosion.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the relevant tests of IEC 60065.

4.2.9 High pressure lamps

The MECHANICAL ENCLOSURE of a high pressure lamp shall have adequate strength to contain an explosion of the lamp so as to reduce the likelihood of a hazard to an OPERATOR or person near the equipment during normal use or OPERATOR servicing.

For the purpose of this standard, a "high pressure lamp" means one in which the pressure exceeds 0,2 MPa when cold or 0,4 MPa when operating.

Compliance is checked by inspection.

4.2.10 Wall or ceiling mounted equipment

The mounting means of equipment intended for wall or ceiling mounting shall be adequate.

Compliance is checked by inspection of the construction and of available data, or where necessary, by the following test.

The equipment is mounted in accordance with the manufacturer's instructions. A force in addition to the weight of the equipment is applied downwards through the geometric centre of the equipment, for 1 min. The additional force shall be equal to three times the weight of the equipment but not less than 50 N. The equipment and its associated mounting means shall remain secure during the test.

4.3 Design and construction

4.3.1 Edges and corners

Where edges or corners could be hazardous to OPERATORS because of location or application in the equipment, they shall be rounded or smoothed.

Cette prescription ne s'applique pas aux bords et coins nécessaires au bon fonctionnement du matériel.

La vérification est effectuée par examen.

4.3.2 Poignées et organes de contrôle manuels

Les poignées, les boutons, les manettes, les leviers et les organes analogues doivent être fixés de façon sûre de sorte qu'ils ne se desserrent pas en usage normal si cela peut entraîner un danger. Les matières de remplissage et les matières analogues autres que les résines durcissant à l'air ne doivent pas être utilisées pour éviter le desserrage.

Si les poignées, les boutons et les organes analogues sont utilisés pour indiquer la position des interrupteurs ou de composants analogues, ils ne doivent pas pouvoir être montés dans une position incorrecte si cela peut entraîner un danger.

La vérification est effectuée par examen, par un essai à la main et en essayant d'enlever la poignée, le bouton, la manette ou le levier par application pendant 1 min d'une force axiale comme indiqué ci-dessous.

Si la forme de ces parties est telle qu'il est improbable qu'un effort de traction axial soit appliqué en usage normal, la force est de:

- 15 N pour les organes de manoeuvre des composants électriques; et
- 20 N dans les autres cas.

Si la forme est telle qu'un effort de traction axial est susceptible d'être appliqué, la force est de:

- 30 N pour les organes de manoeuvre des composants électriques; et
- 50 N dans les autres cas.

4.3.3 Dispositifs de commande réglables

Le matériel doit être construit de façon que le réglage manuel d'un dispositif de contrôle, comme le dispositif de sélection des différentes tensions de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, nécessite l'aide d'un OUTIL si un danger peut résulter d'un mauvais réglage involontaire.

NOTE – Les prescriptions de marquage pour le réglage de la tension d'alimentation sont en 1.7.4.

La vérification est effectuée par un essai à la main.

4.3.4 Fixation des composants

Les vis, les écrous, les rondelles, les ressorts ou les pièces analogues doivent être fixés de façon fiable pour résister aux contraintes apparaissant lors d'un usage normal, si leur détachement ou leur desserrage risque de créer un danger ou si les LIGNES DE FUITE ou les DISTANCES DANS L'AIR risquent d'être réduites en dessous des valeurs spécifiées au 2.10.

NOTE 1 – Les prescriptions concernant les fixations des conducteurs sont en 3.1.9.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par un essai à la main.

This requirement does not apply to edges or corners that are required for proper functioning of the equipment.

Compliance is checked by inspection.

4.3.2 Handles and manual controls

Handles, knobs, grips, levers and the like shall be reliably fixed so that they will not work loose in normal use, if this might result in a hazard. Sealing compounds and the like, other than self-hardening resins, shall not be used to prevent loosening.

If handles, knobs and the like are used to indicate the position of switches or similar components, it shall not be possible to fix them in a wrong position if this might result in a hazard.

Compliance is checked by inspection, by manual test and by trying to remove the handle, knob, grip or lever by applying for 1 min an axial force as follows.

If the shape of these parts is such that an axial pull is unlikely to be applied in normal use, the force is:

- 15 N for the operating means of electrical components; and
- 20 N in other cases.

If the shape is such that an axial pull is likely to be applied, the force is:

- 30 N for the operating means of electrical components; and
- 50 N in other cases.

4.3.3 Adjustable controls

Equipment shall be so constructed that manual adjustment of a control device, such as a device for selection of different AC MAINS SUPPLY voltages, requires the use of a TOOL if incorrect setting or inadvertent adjustment might create a hazard.

NOTE – Marking requirements for supply voltage adjustment are in 1.7.4.

Compliance is checked by manual test.

4.3.4 Securing of parts

Screws, nuts, washers, springs or similar parts shall be secured so as to withstand mechanical stresses occurring in normal use if loosening would create a hazard, or if CLEARANCES or CREEPAGE DISTANCES over SUPPLEMENTARY INSULATION or REINFORCED INSULATION would be reduced to less than the values specified in 2.10.

NOTE 1 – Requirements regarding fixing of conductors are in 3.1.9.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by manual test.

Pour la vérification de la conformité:

- *il est supposé que deux fixations indépendantes ne se desserreront pas simultanément; et*
- *il est supposé que les parties fixées au moyen de vis ou d'écrous avec des rondelles de blocage ou d'autres moyens de blocage ne sont pas susceptibles de se desserrer.*

NOTE 2 – Des rondelles élastiques et organes analogues peuvent assurer un serrage satisfaisant.

4.3.5 Connexion des fiches et des socles

A l'intérieur d'une unité ou d'un système du fabricant, les fiches et les socles susceptibles d'être manipulés par l'OPÉRATEUR ou le PERSONNEL D'ENTRETIEN ne doivent pas être utilisés d'une manière susceptible de créer un danger par suite d'une mauvaise connexion. En particulier, les connecteurs satisfaisants à la CEI 60083 ou à la CEI 60320 ne doivent pas être utilisés dans des CIRCUITS TBTS ou des CIRCUITS TRT. Sont considérés comme satisfaisant à cette prescription, le clavetage, l'emplacement ou, dans le cas de connecteurs accessibles uniquement au PERSONNEL D'ENTRETIEN, un marquage en clair.

La vérification est effectuée par examen.

4.3.6 Matériels enfichables directement

Les MATÉRIELS ENFICHABLES DIRECTEMENT ne doivent pas imposer une contrainte excessive au socle de prise de courant. La partie fiche doit satisfaire à la norme pour les fiches applicables.

La vérification est effectuée par examen et, en cas de doute, par l'essai suivant.

Le matériel est introduit, comme en usage normal, dans un socle du type prévu par le fabricant, qui peut pivoter autour d'un axe horizontal coupant les axes des alvéoles à une distance de 8 mm en arrière de la surface d'engagement du socle. Le couple de torsion supplémentaire qui est appliqué au socle pour maintenir la surface d'engagement dans le plan vertical ne doit pas dépasser 0,25 N·m.

NOTE 1 – En Australie la conformité est vérifiée selon l'AS/NZS 3112.

NOTE 2 – Au Royaume Uni:

- l'essai de torsion est effectué en utilisant un socle conforme à la BS 1363, avec une borne de terre;
- la partie fiche du MATÉRIEL ENFICHABLE DIRECTEMENT est vérifiée conformément à la BS 1363 Partie 1, paragraphes 12.1, 12.2, 12.3, 12.9, 12.11, 12.12, 12.16 et 12.17, excepté que l'essai de 12.17 est effectué à une température supérieure ou égale à 125 °C.

4.3.7 Éléments chauffant dans un matériel mis à la terre

Les éléments chauffants dans un matériel qui est mis à la terre pour des raisons de sécurité doivent être protégés de façon que, dans les conditions de défaut de terre, il ne puisse y avoir un danger d'incendie par élévation excessive de température. Dans de tels matériels, les dispositifs thermosensibles, s'ils sont fournis, doivent être placés dans tous les conducteurs de phase alimentant les éléments chauffants.

Les dispositifs thermosensibles doivent aussi couper le conducteur de neutre pour chacun des cas suivants:

- a) sur le matériel alimenté à partir d'un schéma d'alimentation IT;
- b) sur le MATÉRIEL RACCORDÉ PAR PRISE DE COURANT alimenté par un connecteur ou par une fiche de prise de courant réversible;
- c) sur le matériel alimenté au travers d'un socle de polarité indéterminée.

For the purpose of assessing compliance:

- *it is assumed that two independent fixings will not become loose at the same time; and*
- *it is assumed that parts fixed by means of screws or nuts provided with self-locking washers or other means of locking are not liable to become loose.*

NOTE 2 – Spring washers and the like can provide satisfactory locking.

4.3.5 Connection of plugs and sockets

Within a manufacturer's unit of system, plugs and sockets likely to be used by the OPERATOR or by SERVICE PERSONNEL shall not be employed in a manner likely to create a hazard due to misconnection. In particular, connectors complying with IEC 60083 or IEC 60320 shall not be used for SELV CIRCUITS or TNV CIRCUITS. Keying, location or, in the case of connectors accessible only to SERVICE PERSONNEL, clear markings are permitted to meet the requirement.

Compliance is checked by inspection.

4.3.6 Direct plug-in equipment

DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT shall not impose undue strain on the socket-outlet. The mains plug part shall comply with the standard for the relevant mains plug.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by the following test.

The equipment is inserted, as in normal use, into a fixed socket-outlet of a configuration as intended by the manufacturer, which can be pivoted about a horizontal axis intersecting the centre lines of the contacts at a distance of 8 mm behind the engagement face of the socket-outlet. The additional torque which has to be applied to the socket-outlet to maintain the engagement face in the vertical plane shall not exceed 0,25 N · m.

NOTE 1 – In Australia, compliance is checked in accordance with AS/NZS 3112.

NOTE 2 – In the United Kingdom:

- the torque test is performed using a socket-outlet complying with BS 1363, with an earthing contact;
- the plug part of DIRECT PLUG-IN EQUIPMENT is assessed to BS 1363: Part 1, 12.1, 12.2, 12.3, 12.9, 12.11, 12.12, 12.16 and 12.17, except that the test in 12.17 is carried out at not less than 125 °C.

4.3.7 Heating elements in earthed equipment

Heating elements in equipment that is earthed for safety purposes shall be protected so that, under earth fault conditions, a fire hazard due to overheating is prevented. In such equipment, temperature sensing devices, if provided, shall be located in all line conductors supplying the heating elements.

The temperature sensing devices shall also disconnect the neutral conductor for each of the following cases:

- a) in equipment supplied from an IT power system;
- b) in PLUGGABLE EQUIPMENT supplied through a reversible appliance coupler or a reversible plug;
- c) in equipment supplied from a socket-outlet with indeterminate polarity.

Dans les cas b) et c), il est permis de satisfaire à cette prescription en connectant un THERMOSTAT dans un conducteur et un COUPE-CIRCUIT THERMIQUE dans l'autre conducteur.

Il n'est pas exigé de déconnecter tous les conducteurs simultanément.

La vérification est effectuée par examen.

4.3.8 Piles ou batteries

NOTE 1 – Les prescriptions concernant le marquage et les instructions sont données en 1.7.15.

Les matériels utilisant des piles ou des batteries doivent être conçus pour réduire le risque d'incendie et d'explosion et de fuites chimiques, dans des conditions d'utilisation normale et après un premier défaut dans le matériel (voir 1.4.14), y compris dans les circuits intégrés à la pile. Pour les piles remplaçables par l'UTILISATEUR, la conception doit réduire la probabilité d'installation en polarité inverse si cela risque de créer un danger.

Les circuits de la pile ou de la batterie doivent être conçus de façon que:

- les caractéristiques de sorties du circuit de recharge soient compatibles avec celles de la batterie rechargeable; et
- pour les piles non rechargeables, la décharge à un taux supérieur aux recommandations du fabricant et la charge non intentionnelle soient impossibles; et
- pour les batteries rechargeables, la charge et la décharge à un taux excédant les recommandations du fabricant, et la charge en polarité inverse soient impossibles.

NOTE 2 – La charge en polarité inverse d'une batterie rechargeable apparaît quand la polarité du circuit de recharge est inversée pour aider la décharge de la batterie.

La vérification est effectuée par examen de la construction et des données, concernant le taux de charge et de décharge, fournies par le fabricant du matériel et le fabricant de la pile ou de la batterie.

Lorsque les données appropriées ne sont pas disponibles, la vérification est effectuée par des essais. Toutefois, les batteries qui sont intrinsèquement sûres pour les conditions données ne sont pas essayées dans ces conditions. Les piles ordinaires carbone-zinc ou alcalines, non rechargeables sont considérées sûres dans les conditions de court-circuit et ne sont donc pas essayées pour les décharges; pas plus qu'elles ne le sont pour les fuites dans les conditions de stockage.

Une nouvelle pile non rechargeable ou une batterie complètement rechargée fournie avec le matériel ou recommandée pour l'utilisation avec le matériel, doit être utilisée pour chacun des essais suivants:

- pour l'évaluation de la surcharge d'une batterie rechargeable, une batterie est rechargée pendant 7 h sous chacune des conditions suivantes tour à tour:
 - avec le circuit de recharge ajusté à sa valeur maximale (si un tel ajustement existe); suivi de
 - tout premier défaut sur un composant qui pourrait survenir dans le circuit de recharge et qui résulterait en une surcharge de la batterie; et
- pour l'évaluation d'une recharge non intentionnelle d'une pile non rechargeable, une pile est chargée pendant 7 h avec tout premier défaut sur un composant qui pourrait survenir et qui résulterait en une recharge non intentionnelle; et
- pour l'évaluation d'une recharge en polarité inverse d'une batterie rechargeable, une batterie est chargée pendant 7 h avec tout premier défaut sur un composant qui pourrait survenir et qui résulterait en une recharge en polarité inverse; et

In cases b) and c), it is permitted to meet this requirement by connecting a THERMOSTAT in one conductor and a THERMAL CUT-OUT in the other conductor.

It is not required to disconnect the conductors simultaneously.

Compliance is checked by inspection.

4.3.8 Batteries

NOTE 1 – Requirements for markings or instructions are given in 1.7.15.

Equipment containing batteries shall be designed to reduce the risk of fire, explosion and chemical leaks under normal conditions and after a single fault in the equipment (see 1.4.14), including a fault in circuitry within the equipment battery pack. For USER-replaceable batteries, the design shall reduce the likelihood of reverse polarity installation if this would create a hazard.

Battery circuits shall be designed so that:

- the output characteristics of a battery charging circuit are compatible with its rechargeable battery; and
- for non-rechargeable batteries, discharging at a rate exceeding the battery manufacturer's recommendations, and unintentional charging, are prevented; and
- for rechargeable batteries, charging and discharging at a rate exceeding the battery manufacturer's recommendations, and reversed charging, are prevented.

NOTE 2 – Reversed charging of a rechargeable battery occurs when the polarity of the charging circuit is reversed, aiding the discharge of the battery.

Compliance is checked by inspection and by evaluation of the data provided by the equipment manufacturer and battery manufacturer for charging and discharging rates.

When appropriate data is not available, compliance is checked by test. However, batteries that are inherently safe for the conditions given are not tested under those conditions. Consumer grade, non-rechargeable carbon-zinc or alkaline batteries are considered safe under short-circuiting conditions and therefore are not tested for discharge; nor are such batteries tested for leakage under storage conditions.

A new non-rechargeable battery or fully charged rechargeable battery provided with, or recommended by the manufacturer for use with, the equipment shall be used for each of the following tests:

- *for evaluating the overcharging of a rechargeable battery, a battery is charged for a period of 7 h under each of the following conditions in turn:*
 - *with the battery charging circuit adjusted for its maximum charging rate (if such an adjustment exists); followed by*
 - *any single component failure that is likely to occur in the charging circuit and which would result in overcharging of the battery; and*
- *for evaluating the unintentional charging of a non-rechargeable battery, a battery is charged for 7 h with any single component failure that is likely to occur and which would result in unintentional charging of the battery; and*
- *for evaluating the reversed charging of a rechargeable battery, a battery is charged for 7 h with any single component failure that is likely to occur and which would result in reversed charging of the battery; and*

- pour l'évaluation de la décharge d'une pile à un taux excessif, une pile est soumise à une décharge en créant un défaut de circuit ouvert ou un court-circuit à un dispositif de limitation de courant ou de limitation de tension dans le circuit de charge de la pile à l'essai.

NOTE 3 – Certains essais spécifiés peuvent être dangereux pour le personnel les effectuant. Il convient de prendre toutes les mesures appropriées de protection contre des dangers chimiques ou d'explosion.

Ces essais ne doivent pas avoir comme résultat une des conséquences suivantes:

- des fuites chimiques provoquées par des fissures, des ruptures ou l'éclatement de l'enveloppe de la pile, si de telles fuites risquent d'altérer l'isolation prescrite; ou
- l'explosion de la pile si une telle explosion risque de blesser un UTILISATEUR; ou
- l'émission de flammes ou l'expulsion de métal fondu vers l'extérieur de l'ENVELOPPE du matériel.

A l'issue des essais, le matériel doit être soumis aux essais de rigidité diélectrique de 5.3.8.2.

4.3.9 Huiles et graisses

Lorsque les conducteurs internes, les enroulements, les collecteurs, les bagues et les organes analogues, et l'isolation en général, sont exposés à l'huile, à la graisse ou à des substances similaires, l'isolation doit avoir des propriétés adéquates pour résister à la détérioration dans ces conditions.

La vérification est effectuée par examen et par évaluation des données pour le matériau isolant.

4.3.10 Poussière, poudres, liquides et gaz

Les matériels produisant de la poussière (par exemple de la poussière de papier) ou utilisant des poudres, des liquides ou des gaz doivent être construits de telle façon qu'aucune concentration dangereuse de ces matières ne puisse exister et qu'aucun danger au sens de la présente norme ne soit créé par la condensation, la vaporisation, les fuites, le débordement ou la corrosion pendant le fonctionnement normal, le stockage, le remplissage ou la vidange. En particulier, les LIGNES DE FUITE et DISTANCES DANS L'AIR ne doivent pas être réduites à des valeurs inférieures aux prescriptions de 2.10.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, lorsque le débordement de liquides pourrait affecter l'isolation électrique pendant le remplissage, par l'essai suivant et, pour les liquides inflammables, par les essais de 4.3.12.

Les matériels doivent être prêts à être utilisés suivant les instructions d'installation, mais ils ne doivent pas être mis sous tension.

Le réservoir du matériel est complètement rempli du liquide spécifié par le constructeur et une quantité supplémentaire, égale à 15 % de la capacité du récipient, est versée graduellement en 1 min. Pour les réservoirs dont la capacité ne dépasse pas 250 ml et pour les réservoirs sans évacuation et pour lesquels il n'est pas possible d'observer le remplissage de l'extérieur, une quantité supplémentaire de liquide égale à la capacité du réservoir est versée graduellement en 1 min.

Immédiatement après cette épreuve, le matériel doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique comme spécifié en 5.2.2 sur toute isolation sur laquelle un débordement aurait pu se produire et l'examen doit montrer que le liquide n'a pas créé de danger dans le sens de la présente norme.

- *for evaluating an excessive discharging rate for any battery, a battery is subjected to rapid discharge by open-circuiting or short-circuiting any current-limiting or voltage-limiting components in the load circuit of the battery under test.*

NOTE 3 – Some of the tests specified can be hazardous to the persons carrying them out; all appropriate measures to protect personnel against possible chemical or explosive hazards should be taken.

These tests shall not result in any of the following:

- *chemical leaks caused by cracking, rupturing or bursting of the battery jacket, if such leakage could adversely affect required insulation; or*
- *explosion of the battery, if such explosion could result in injury to a USER; or*
- *emission of flame or expulsion of molten metal to the outside of the equipment ENCLOSURE.*

After completion of the tests, the equipment shall be subjected to the electric strength tests of 5.3.8.2.

4.3.9 Oil and grease

Where internal wiring, windings, commutators, slip-rings and the like, and insulation in general, are exposed to oil, grease or similar substances, the insulation shall have adequate properties to resist deterioration under these conditions.

Compliance is checked by inspection, and by evaluation of the data for the insulating material.

4.3.10 Dust, powders, liquids and gases

Equipment producing dust (e.g. paper dust) or using powders, liquids or gases shall be so constructed that no dangerous concentration of these materials can exist and that no hazard in the meaning of this standard is created by condensation, vaporization, leakage, spillage or corrosion during normal operation, storage, filling or emptying. In particular, CREEPAGE DISTANCES and CLEARANCES shall not be reduced below the requirements of 2.10.

Compliance is checked by inspection, measurement and, where spillage of liquid could affect electrical insulation during replenishment, by the following test and, for flammable liquids, by the tests of 4.3.12.

The equipment shall be ready to use according to its installation instructions, but not energized.

The liquid container of the equipment is completely filled with the liquid specified by the manufacturer and a further quantity, equal to 15 % of the capacity of the container is poured in steadily over a period of 1 min. For liquid containers having a capacity not exceeding 250 ml, and for containers without drainage and for which the filling cannot be observed from outside, a further quantity of liquid, equal to the capacity of the container, is poured in steadily over a period of 1 min.

Immediately after this treatment, the equipment shall withstand an electric strength test as specified in 5.2.2 on any insulation on which spillage could have occurred and inspection shall show that the liquid has not created a hazard in the meaning of this standard.

Il est permis de placer le matériel pendant 24 h dans une atmosphère normale de salle d'essais avant de subir un nouvel essai diélectrique.

4.3.11 Réservoir de liquides ou de gaz

Les matériels qui, en usage normal, contiennent un liquide ou un gaz doivent comporter des dispositions de sécurité appropriées contre l'apparition d'une pression excessive.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par un essai approprié.

4.3.12 Liquides inflammables

Si un liquide inflammable est utilisé dans le matériel, le liquide doit être gardé dans un réservoir fermé sauf la quantité nécessaire pour le fonctionnement du matériel. La quantité maximale de liquide inflammable stockée dans un matériel ne doit pas en général être supérieure à 5 l. Toutefois, si la consommation de liquide est telle que plus de 5 l sont consommés en 8 h, la quantité stockée peut être augmentée jusqu'à celle qui est nécessaire pour un fonctionnement de 8 h.

L'huile ou les fluides équivalents utilisés pour la lubrification ou dans un système hydraulique doivent avoir un point d'éclair au moins égal à 149 °C et leur réservoir doit être de construction hermétique. Le circuit doit être prévu pour permettre l'expansion du fluide et doit comporter des dispositifs pour la réduction de la pression. La présente prescription n'est pas applicable aux huiles de lubrification qui sont appliquées en des endroits de frottement en quantités qui ne constituent qu'un apport négligeable de combustible dans un incendie.

A l'exception des cas indiqués ci-dessous, les liquides qu'il faut recharger tels que les encres d'imprimerie doivent avoir un point d'éclair au moins égal à 60 °C, et ne doivent pas être soumis à une pression suffisante pour provoquer leur pulvérisation.

Il est permis d'utiliser des liquides inflammables qu'il faut recharger et qui ont un point d'éclair inférieur à 60 °C ou qui sont soumis à une pression suffisante pour provoquer leur pulvérisation, pourvu qu'un examen montre qu'il n'y a pas de risque de pulvérisations de liquide ou de formation de mélanges vapeur-air inflammables qui pourraient provoquer une explosion ou un risque d'incendie. Dans les conditions de fonctionnement normal, les matériels utilisant des liquides inflammables ne doivent produire aucun mélange vapeur-air avec une concentration dépassant un quart de la LIMITE D'EXPLOSION si le mélange est à proximité d'une source d'inflammation, ou la moitié de la LIMITE D'EXPLOSION si le mélange n'est pas à proximité d'une source d'inflammation. L'examen doit également prendre en compte l'intégrité du système de manutention du liquide. Le système de manutention du liquide doit être convenablement logé ou construit de façon à éviter le risque de feu ou d'explosion, même dans les conditions d'essai énumérées en 4.2.5.

La vérification est effectuée par examen et, si nécessaire, par l'essai suivant:

Le matériel est mis en fonctionnement conformément à 4.5.1 jusqu'à la stabilisation de sa température. Dans cette condition, le matériel est mis en fonctionnement d'une manière normale comme indiqué dans les instructions d'utilisation, et des échantillons de l'atmosphère au voisinage des composants électriques et autour du matériel sont prélevés pour permettre de déterminer la concentration de vapeurs inflammables présentes.

Les échantillons de l'atmosphère sont prélevés par intervalles de 4 min: quatre échantillons à prélever pendant le fonctionnement normal, puis sept échantillons après l'arrêt du matériel.

The equipment is permitted to stand in normal test-room atmosphere for 24 h before being subjected to any further electrical test.

4.3.11 Containers for liquids or gases

Equipment that, in normal use, contains liquids or gases shall incorporate adequate safeguards against build-up of excessive pressure.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by an appropriate test.

4.3.12 Flammable liquids

If a flammable liquid is used in equipment, the liquid shall be kept in a closed reservoir, except for the amount needed for the functioning of the equipment. The maximum quantity of flammable liquid stored in an equipment shall in general be not more than 5 l. If, however, the usage of liquid is such that more than 5 l is consumed in 8 h, the quantity stored is permitted to be increased to that required for an 8 h operation.

Oil or equivalent liquids used for lubrication or in a hydraulic system shall have a flash point of 149 °C or higher, and the reservoir shall be of sealed construction. The system shall have provision for expansion of the liquid and shall incorporate means for pressure relief. This requirement is not applicable to lubricating oils which are applied to points of friction in quantities which would contribute negligible fuel to a fire.

Except under conditions given below, replenishable liquids such as printing inks shall have a flash point of 60 °C or higher, and shall not be under sufficient pressure to cause atomisation.

Replenishable flammable liquids which have a flash point of less than 60 °C or which are under sufficient pressure to cause atomisation are permitted provided inspection shows that there is no likelihood of liquid sprays or build-up of flammable vapour-air mixtures which could cause explosion or fire hazard. Under normal operating conditions, equipment using a flammable liquid shall not generate a mixture with a concentration exceeding one quarter of the EXPLOSION LIMIT if the mixture is in proximity to an ignition source, or exceeding half the EXPLOSION LIMIT if the mixture is not in proximity to an ignition source. The investigation shall also take into account the integrity of the liquid handling system. The liquid handling system shall be suitably housed or constructed so as to avoid the risk of fire or explosion, even under the test conditions specified in 4.2.5.

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by the following test:

The equipment is operated in accordance with 4.5.1 until its temperature stabilizes. In this condition, the equipment is operated in a normal manner, as directed in the operating instructions, and samples of the atmosphere in the vicinity of the electrical components and around the equipment are taken to determine the concentration of flammable vapours present.

Samples of the atmosphere are taken at 4 min intervals; four samples to be taken during normal operation, then seven samples after the equipment has stopped.

Si, après l'arrêt du matériel, il apparaît que la concentration de vapeurs inflammables est en train d'augmenter, il faut continuer à faire des prélèvements à des intervalles de 4 min jusqu'à ce que les résultats montrent que la concentration va en décroissant.

S'il est possible que le matériel fonctionne de façon anormale avec l'un quelconque de ses ventilateurs arrêté, cette condition est simulée pendant l'essai de conformité.

4.3.13 Rayonnements

Les matériels pouvant produire des rayonnements ionisants ou de la lumière ultraviolette, ou qui utilisent un laser, ou dans lesquels se trouvent des dangers analogues, doivent être conçus de façon à empêcher des effets nuisibles pour les personnes et une détérioration des matériaux qui affectent la sécurité.

Pour les rayonnements ionisants, la vérification est effectuée par l'essai de l'annexe H.

Pour les matériels utilisant des lasers, la vérification est effectuée suivant la CEI 60825-1.

Pour les autres types de rayonnement, la vérification est effectuée par examen.

NOTE – Les prescriptions sur la lumière ultraviolette sont à l'étude.

4.4 Protection contre les parties mobiles dangereuses

4.4.1 Généralités

Les parties mobiles dangereuses des matériels, c'est-à-dire les parties mobiles qui peuvent potentiellement entraîner une blessure, doivent être disposées, enfermées ou protégées de façon que soit assurée une protection appropriée des personnes contre les risques d'accidents.

Des COUPE-CIRCUIT THERMIQUES À RÉENCLÈCHEMENT AUTOMATIQUE ou des dispositifs de protection contre les surintensités, des interrupteurs chronométriques à démarrage automatique, etc., ne doivent pas être incorporés si leur remise à zéro intempestive risque de créer un danger.

La vérification est effectuée par examen et comme détaillé en 4.4.2, 4.4.3 et 4.4.4.

4.4.2 Protection dans la zone d'accès de l'opérateur

Dans une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, la protection doit être assurée par une construction appropriée afin de réduire le risque d'accès aux parties mobiles dangereuses ou par une localisation des parties mobiles dans une ENVELOPPE pourvue d'un VERROUILLAGE DE SÉCURITÉ mécanique ou électrique qui supprime le danger lorsque l'accès a lieu.

Lorsqu'il n'est pas possible de satisfaire entièrement aux prescriptions sur les accès ci-dessus tout en permettant au matériel de fonctionner comme prévu, l'accès est permis pourvu que:

- la partie mobile dangereuse en question soit impliquée directement dans la fonction du matériel, par exemple les parties mobiles d'une machine à détruire les documents; et
- le danger associé à cette partie soit évident pour l'OPÉRATEUR; et

If, after the equipment has stopped, the concentration of flammable vapours appears to be increasing, samples shall continue to be taken at 4 min intervals until the concentration is shown to be decreasing.

If an abnormal operation of the equipment is possible with any of its fans not running, this condition is simulated during this compliance test.

4.3.13 Radiation

Equipment that can generate ionizing radiation or ultraviolet light, or that uses a laser, or in which similar hazards are present, shall be so designed that harmful effects to persons and damage to materials affecting safety are prevented.

For ionizing radiation compliance is checked by the test in annex H.

For equipment using lasers, compliance is checked according to IEC 60825-1.

For other types of radiation, compliance is checked by inspection.

NOTE – Requirements for ultraviolet light are under consideration

4.4 Protection against hazardous moving parts

4.4.1 General

Hazardous moving parts of equipment, i.e. moving parts which have the potential to cause injury, shall be so arranged, enclosed or guarded as to provide adequate protection against the risk of personal injury.

AUTOMATIC RESET THERMAL CUT-OUTS or overcurrent protection devices, automatic timer starting, etc., shall not be incorporated if unexpected resetting might create a hazard.

Compliance is checked by inspection and as detailed in 4.4.2, 4.4.3 and 4.4.4.

4.4.2 Protection in operator access areas

In an OPERATOR ACCESS AREA, protection shall be provided by a suitable construction reducing the likelihood of access to hazardous moving parts, or by locating the moving parts in an ENCLOSURE provided with mechanical or electrical SAFETY INTERLOCKS that remove the hazard when access is gained.

Where it is not possible to comply fully with the above access requirements and also allow the equipment to function as intended, access is permitted provided that:

- the hazardous moving part concerned is directly involved in the process (e.g. moving parts of a paper cutter); and
- the hazard associated with the part is obvious to the OPERATOR; and

- des mesures supplémentaires soient prises comme suit:
 - une indication doit être fournie dans la notice d'utilisation et un marquage doit être fixé sur le matériel, chacun contenant le texte suivant ou un texte similaire approprié:

ATTENTION
PARTIES MOBILES DANGEREUSES
TENIR ÉLOIGNÉS LES DOIGTS ET LES AUTRES PARTIES DU CORPS

- lorsque les doigts, les bijoux, les vêtements, etc. peuvent être happés par les parties mobiles, un moyen d'arrêter cette partie mobile doit être fourni à l'opérateur.

L'avertissement ci-dessus et le moyen d'arrêter la partie mobile, s'il existe, doivent être placés à un endroit en vue, rapidement visible et accessible à partir de l'endroit où le risque de blessure est le plus grand.

La vérification est effectuée par examen et lorsque c'est nécessaire par un essai avec le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1), après enlèvement des parties détachables par L'OPÉRATEUR, et avec ouverture des portes et couvercles accessibles à L'OPÉRATEUR.

A moins que des mesures supplémentaires n'aient été prises comme spécifiées ci-dessus, il ne doit pas être possible de toucher les parties mobiles dangereuses avec le doigt d'épreuve, appliqué sans force appréciable dans toutes les positions possibles.

Les ouvertures ne permettant pas l'entrée du doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1) sont, de plus, essayées au moyen d'un doigt d'épreuve de mêmes dimensions mais droit et sans jointures avec une force de 30 N. Si ce dernier doigt d'épreuve pénètre, l'essai avec le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1) est répété, le doigt étant enfoncé dans l'ouverture avec toute la force nécessaire, mais sans dépasser 30 N.

4.4.3 Protection dans un emplacement à accès restreint

Pour les matériels prévus pour être installés dans un EMBLEMMENT À ACCÈS RESTREINT, les prescriptions et les critères de conformité de 4.4.2, pour les ZONES ACCÈS DE L'OPÉRATEUR s'appliquent.

4.4.4 Protection dans une zone d'accès pour l'entretien

Dans une ZONE D'ACCÈS POUR L'ENTRETIEN, il doit y avoir une protection afin de réduire le risque de contact non intentionnel avec des parties mobiles dangereuses lors des opérations d'entretien impliquant d'autres parties du matériel.

La vérification est effectuée par examen.

4.5 Prescriptions thermiques

Le paragraphe 4.5 spécifie les prescriptions prévues pour empêcher:

- les parties touchables de dépasser certaines températures; et
- les composants, les parties, l'isolation et les matières plastiques de dépasser des températures qui pourraient dégrader les propriétés électriques, mécaniques ou autres propriétés lors d'une utilisation normale durant la vie entière du matériel.

- additional measures are taken as follows:
 - a statement shall be provided in the operating instructions and a marking shall be fixed to the equipment, each containing the following or a similar appropriate wording:

WARNING
HAZARDOUS MOVING PARTS
KEEP FINGERS AND OTHER BODY PARTS AWAY

- where the possibility exists that fingers, jewellery, clothing, etc., can be drawn into the moving parts, means shall be provided to enable the operator to stop the moving part.

The above warning notice and, where relevant, the means provided for stopping the moving part shall be placed in a prominent position, readily visible and accessible from the point where the risk of injury is greatest.

Compliance is checked by inspection and where necessary by a test with the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1), after removal of OPERATOR-detachable parts, and with OPERATOR access doors and covers open.

Unless additional measures have been taken as specified above, it shall not be possible to touch hazardous moving parts with the test finger, applied without appreciable force in every possible position.

Openings preventing the entry of the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1) are further tested by means of a straight unjointed version of the test finger applied with a force of 30 N. If the unjointed finger enters, the test with the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1) is repeated, except that the finger is pushed through the opening using any necessary force up to 30 N.

4.4.3 Protection in restricted access locations

For equipment to be installed in a RESTRICTED ACCESS LOCATION, the requirements and compliance criteria in 4.4.2 for OPERATOR ACCESS AREAS apply.

4.4.4 Protection in service access areas

In a SERVICE ACCESS AREA, protection shall be provided such that unintentional contact with hazardous moving parts is unlikely during servicing operations involving other parts of the equipment.

Compliance is checked by inspection.

4.5 Thermal requirements

Subclause 4.5 specifies requirements intended to prevent:

- touchable parts from exceeding certain temperatures; and
- components, parts, insulation and plastic materials from exceeding temperatures which may degrade electrical, mechanical, or other properties during normal use over the expected life of the equipment.

On doit prendre en considération le fait que, à long terme, les propriétés électriques et mécaniques de certains matériaux peuvent être détériorées (par exemple des plastifiants s'évaporant à des températures inférieures aux températures normales de ramollissement des matériaux), voir 2.9.1.

4.5.1 Echauffements

Les matériaux utilisés dans les composants ou dans la fabrication du matériel doivent être sélectionnés de façon que, dans une utilisation sous une CHARGE NORMALE, les températures ne dépassent pas des valeurs sûres au sens de la présente norme.

Les composants travaillant à haute température doivent être efficacement enveloppés ou isolés pour éviter les surchauffes des matériaux et composants avoisinants.

La vérification est effectuée par examen des données du matériau et par détermination et enregistrement des échauffements suivant 1.4.12 et 1.4.13.

En tenant compte des prescriptions de 1.4.5, le matériel ou les parties du matériel sont mis en fonctionnement sous la CHARGE NORMALE de la façon suivante:

- *pour le SERVICE CONTINU, jusqu'à l'obtention de l'état d'équilibre; et*
- *pour le SERVICE INTERMITTENT, jusqu'à l'obtention de l'état d'équilibre, adoptant les périodes nominales de fonctionnement et de repos; et*
- *pour le SERVICE TEMPORAIRE, pendant la DURÉE NOMINALE DE FONCTIONNEMENT.*

Il est permis d'essayer les composants et autres parties indépendamment sous réserve de respecter les conditions d'essai applicables au matériel.

Le matériel destiné à être encastré ou monté dans des baies, ou à être incorporé dans de plus grands équipements est essayé dans les conditions les plus défavorables, réelles ou simulées, autorisées par les instructions d'installation.

L'échauffement de l'isolation électrique (autre que celle des enroulements, voir 1.4.13) dont la défaillance pourrait provoquer un danger est mesuré sur la surface de l'isolation en un point proche de la source de chaleur, voir point 1) du tableau 4A. Pendant cet essai:

- *les COUPE CIRCUIT THERMIQUES et les dispositifs de protection contre les surintensités ne doivent pas fonctionner;*
- *il est permis que les THERMOSTATS fonctionnent à condition qu'ils n'interrompent pas le fonctionnement normal du matériel;*
- *il est permis que les LIMITEURS DE TEMPÉRATURE fonctionnent;*
- *les matières de remplissage, si elles existent, ne doivent pas couler.*

Les échauffements ne doivent pas être supérieurs aux valeurs indiquées dans le tableau 4A, première et deuxième parties.

Consideration shall be given to the fact that, on a long term basis, the electrical and mechanical properties of certain insulating materials may be adversely affected (e.g. by softeners evaporating at temperatures below the normal softening temperatures of the materials), see 2.9.1.

4.5.1 Temperature rises

Materials used in components and in the construction of the equipment shall be selected so that under NORMAL LOAD operation, temperatures do not exceed safe values in the meaning of this standard.

Components working at high temperature shall be effectively shielded or separated to avoid overheating of their adjacent materials and components.

Compliance is checked by inspection of material data sheets and by determining and recording the temperature rises in accordance with 1.4.12 and 1.4.13.

Taking into account the requirements of 1.4.5, the equipment or parts of the equipment are operated under NORMAL LOAD as follows:

- *for CONTINUOUS OPERATION, until steady conditions are established; and*
- *for INTERMITTENT OPERATION, until steady conditions are established, using the rated "ON" and "OFF" periods; and*
- *for SHORT-TIME OPERATION, for the RATED OPERATING TIME.*

It is permitted to test components and other parts independently provided that the test conditions applicable to the equipment are followed.

Equipment intended for building-in or rack-mounting, or for incorporation in larger equipment, is tested under the most adverse actual or simulated conditions permitted in the installation instructions.

The temperature rise of electrical insulation (other than that of windings, see 1.4.13) the failure of which could create a hazard, is measured on the surface of the insulation at a point close to the heat source, see item 1) of table 4A. During the test:

- *THERMAL CUT-OUTS and overcurrent protection devices shall not operate;*
- *THERMOSTATS are permitted to operate, provided that they do not interrupt the normal operation of the equipment;*
- *TEMPERATURE LIMITERS are permitted to operate;*
- *sealing compounds, if any, shall not flow out.*

The temperature rises shall not exceed the values shown in table 4A, parts 1 and 2.

**Tableau 4A – Limites d'échauffement
Première partie**

Parties	Echauffement maximal
	K
Isolations, y compris celles des enroulements: – en matériau de la classe A – en matériau de la classe E – en matériau de la classe B – en matériau de la classe F – en matériau de la classe H	75 ¹⁾ , 2), 5) 90 ¹⁾ , 2), 5) 95 ¹⁾ , 2), 5) 115 ¹⁾ , 2), 5) 140 ¹⁾ , 2), 5)
Isolation en caoutchouc synthétique ou PVC des conducteurs internes et externes y compris les câbles d'alimentation: – sans marquage de T – avec marquage de T	50 T – 25
Autres isolations thermoplastiques	30
Bornes, y compris les bornes de terre pour conducteurs externes de mise à la terre des MATÉRIELS FIXES à moins qu'elles ne soient munies d'un CÂBLE D'ALIMENTATION FIXÉ À DEMEURE	60
Parties en contact avec un liquide inflammable	Voir 4.3.12
Composants	Voir 1.5.1

**Limites d'échauffement
Deuxième partie**

Parties dans les ZONES D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR	Echauffement maximal		
	K		
	Métal	Verre, porcelaine et matière vitrifiée	Caoutchouc et matières plastiques ⁵⁾
Poignées, boutons, manettes, etc., tenus ou touchés pendant de courtes périodes seulement	35	45	60
Poignées, boutons, manettes, etc., tenus de façon continue en usage normal	30	40	50
Surfaces extérieures du matériel qui peuvent être touchées ⁴⁾	45	55	70
Parties à l'intérieur du matériel qui peuvent être touchées ⁶⁾	45	55	70

Tableau 4A (première et deuxième parties)

- 1) Si les échauffements des enroulements sont déterminés au moyen de thermocouples, ces valeurs sont réduites de 10 K, sauf dans le cas des moteurs.
- 2) La classification des matériaux isolants (classes A, E, B, F et H) est conforme à la CEI 60085.
- 3) En raison de leur grande variété, il n'est pas possible de spécifier des échauffements autorisés pour les matériaux thermoplastiques. Ceux-ci doivent satisfaire aux essais spécifiés en 4.5.2.
- 4) Pour les surfaces situées à l'extérieur du matériel et n'ayant aucune dimension dépassant 50 mm, et qui ne sont pas susceptibles d'être touchées en usage normal, des échauffements jusqu'à 75 K sont autorisés.
- 5) Pour chaque matériau, on doit tenir compte des données de ce matériau afin de déterminer l'échauffement maximal approprié.
- 6) Des échauffements dépassant les limites sont permis pourvu que les conditions suivantes soient remplies:
 - un contact non intentionnel avec une telle partie est improbable;
 - la partie porte un marquage indiquant que cette partie est chaude. Il est permis d'utiliser le symbole  (60417-2-IEC-5041), pour fournir cette information.

**Table 4A –Temperature rise limits
Part 1**

Part	Maximum temperature rise
	K
Insulation, including winding insulation:	
– of Class A material	75 ¹⁾ , 2), 5)
– of Class E material	90 ¹⁾ , 2), 5)
– of Class B material	95 ¹⁾ , 2), 5)
– of Class F material	115 ¹⁾ , 2), 5)
– of Class H material	140 ¹⁾ , 2), 5)
Synthetic rubber or PVC insulation of internal and external wiring, including power supply cords:	
– without T - marking	50
– with T - marking	T – 25
Other thermoplastic insulation	3)
Terminals, including earthing terminals for external earthing conductors of STATIONARY EQUIPMENT, unless provided with a NON-DETACHABLE POWER SUPPLY CORD	60
Parts in contact with a flammable liquid	See 4.3.12
Components	See 1.5.1

**Temperature rise limits
Part 2**

Parts in OPERATOR ACCESS AREAS	Maximum temperature rise		
	K		
	Metal	Glass, porcelain and vitreous material	Plastic and rubber ⁵⁾
Handles, knobs, grips, etc., held or touched for short periods only	35	45	60
Handles, knobs, grips, etc., continuously held in normal use	30	40	50
External surfaces of equipment which may be touched ⁴⁾	45	55	70
Parts inside the equipment which may be touched ⁶⁾	45	55	70

Table 4A (part one and part two)

- 1) If temperature rises of windings are determined by thermocouples, these figures are reduced by 10 K, except in the case of motors.
- 2) The classification of insulating materials (Classes A, E, B, F and H) is in accordance with IEC 60085.
- 3) Due to their wide variety, it is not possible to specify permitted temperature rises for thermoplastic materials. These shall pass the tests specified in 4.5.2.
- 4) For areas on the external surface of equipment and having no dimension exceeding 50 mm, and which are not likely to be touched in normal use, temperature rises up to 75 K are permitted.
- 5) For each material, account shall be taken of the data for that material to determine the appropriate maximum temperature rise.
- 6) Temperature rises exceeding the limits are permitted provided that the following conditions are met:
 - unintentional contact with such a part is unlikely;
 - the part has a marking indicating that this part is hot. It is permitted to use the symbol  (60417-2-IEC-5041) to provide this information.

Pour les matériels destinés à être installés dans un EMBLEMMENT À ACCÈS RESTREINT, les limites d'échauffement indiquées dans le tableau 4A, première et deuxième parties, s'appliquent avec l'exception que pour les parties métalliques externes qui sont de toute évidence conçues comme des radiateurs ou qui portent un avertissement visible, un échauffement de 65 K est permis.

4.5.2 Résistance aux chaleurs anormales

Les parties thermoplastiques sur lesquelles sont montées directement des parties sous TENSION DANGEREUSE doivent être résistantes à une chaleur anormale.

La vérification consiste à soumettre la partie à l'essai à la bille conformément à la CEI 60695-10-2. L'essai n'est pas effectué si l'examen des caractéristiques physiques du matériau montre clairement qu'il satisfera aux prescriptions de cet essai.

L'essai est effectué dans une étuve à une température dépassant de 40 K \pm 2 K l'échauffement de la partie déterminée pendant l'essai de 4.5.1. Toutefois, une partie thermoplastique supportant des parties dans un CIRCUIT PRIMAIRE est essayée à une température au moins égale à 125 °C.

4.6 Ouvertures dans les enveloppes

Pour les matériels prévus avec plusieurs orientations possibles (voir 1.3.6), les prescriptions de 4.6.1 et de 4.6.2 s'appliquent pour chacune des orientations appropriées.

NOTE – Des prescriptions supplémentaires concernant les ouvertures dans les ENVELOPPES sont en 2.1.1.

4.6.1 Ouvertures dans le dessus et dans les parois latérales

Les ouvertures dans le dessus et les parois latérales des ENVELOPPES, à l'exclusion des ENVELOPPES des MATÉRIELS TRANSPORTABLES (voir 4.6.4), doivent être situées et construites de sorte qu'il soit peu probable que les objets puissent traverser les ouvertures et créer des dangers par contact avec des parties conductrices nues.

NOTE 1 – Les dangers comprennent des énergies dangereuses, et ceux créés par le court-circuit de l'isolation ou par l'accès de l'OPÉRATEUR à des parties sous TENSIONS DANGEREUSES, par exemple à travers des bijoux métalliques.

Il n'est pas exigé que les ouvertures situées derrière des portes, des panneaux, des couvercles, etc. qui peuvent être ouverts ou enlevés par L'OPÉRATEUR, soient conformes à condition que les ouvertures du matériel le soient lorsque les portes, les panneaux et les couvercles sont fermés ou en place.

Lorsqu'une partie de la paroi latérale d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU tombe dans la zone délimitée par l'angle de 5° de la figure 4E, les limitations de 4.6.2 sur les dimensions des ouvertures dans le fond des ENVELOPPES CONTRE LE FEU s'appliquent également à cette partie de la paroi latérale.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures. A l'exception des parties de parois latérales d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU qui sont soumises aux prescriptions de 4.6.2 (voir l'alinéa ci-dessus), chacun des choix suivants est considéré comme pouvant satisfaire aux prescriptions (d'autres constructions ne sont pas exclues):

- ouvertures n'ayant aucune dimension supérieure à 5 mm;
- ouvertures ayant moins de 1 mm de large quelle que soit la longueur;

For equipment intended for installation in a RESTRICTED ACCESS LOCATION, the temperature rise limits in table 4A, parts 1 and 2, apply, except that for external metal parts which are evidently designed as heat sinks or which have a visible warning, a temperature rise of 65 K is permitted.

4.5.2 Resistance to abnormal heat

Thermoplastic parts on which parts at HAZARDOUS VOLTAGE are directly mounted shall be resistant to abnormal heat.

Compliance is checked by subjecting the part to the ball pressure test according to IEC 60695-10-2. The test is not made if it is clear from examination of the physical characteristics of the material that it will meet the requirements of this test.

The test is made in a heating cabinet at a temperature which is $40\text{ K} \pm 2\text{ K}$ greater than the maximum temperature rise of the part determined during the test of 4.5.1. However, a thermoplastic part supporting parts in a PRIMARY CIRCUIT is tested at a minimum of 125 °C.

4.6 Openings in enclosures

For equipment that is intended to be used in more than one orientation (see 1.3.6), the requirements of 4.6.1 and 4.6.2 apply in each appropriate orientation.

NOTE – Additional requirements concerning openings in ENCLOSURES are in 2.1.1.

4.6.1 Top and side openings

Openings in the top and sides of ENCLOSURES, except for ENCLOSURES of TRANSPORTABLE EQUIPMENT (see 4.6.4), shall be so located or constructed that it is unlikely that objects will enter the openings and create hazards by contacting bare conductive parts.

NOTE 1 – Hazards include energy hazards, and those created by bridging of insulation or by OPERATOR access to parts at HAZARDOUS VOLTAGE (e.g. via metal jewellery).

Openings, located behind doors, panels, covers, etc., that can be opened or removed by an operator, are not required to comply provided that the equipment openings comply with the doors, panels and covers closed or in place.

Where a portion of the side of a FIRE ENCLOSURE falls within the area traced out by the 5° angle in figure 4E, the limitations in 4.6.2 on sizes of openings in bottoms of FIRE ENCLOSURES also apply to this portion of the side.

Compliance is checked by inspection and measurement. Except for that portion of the side of a FIRE ENCLOSURE that is subject to the requirements of 4.6.2 (see above paragraph), any one of the following is considered to satisfy the requirements (other constructions are not excluded):

- openings that do not exceed 5 mm in any dimension;
- openings that do not exceed 1 mm in width regardless of length;

- ouvertures dans le dessus à travers lesquelles l'entrée verticale des objets est impossible (voir exemples à la figure 4B;)
- ouvertures dans les parois latérales équipées de volets en grille-écran dont la forme empêche l'entrée des objets extérieurs tombant verticalement (voir exemples à la figure 4C);
- ouvertures dans le dessus ou dans les parois latérales, comme indiquées à la figure 4D, qui ne sont pas situées à la verticale ou dans un volume V délimité par la projection de 5° par rapport à la verticale jusqu'à la taille d'ouverture L, au-dessus des parties conductrices:
 - sous TENSION DANGEREUSE, ou
 - qui présentent un niveau d'énergie dangereuse au sens de 2.1.1.5.

NOTE 2 – Les exemples des figures 4B, 4C, 4D et 4E ne sont pas destinés à être utilisés comme des dessins d'exécution mais ont seulement pour objet d'illustrer le but de ces prescriptions.

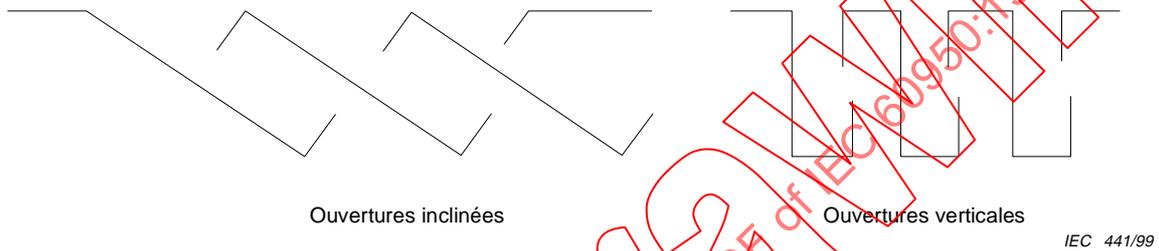


Figure 4B – Exemples de coupes d'ouvertures empêchant un accès vertical

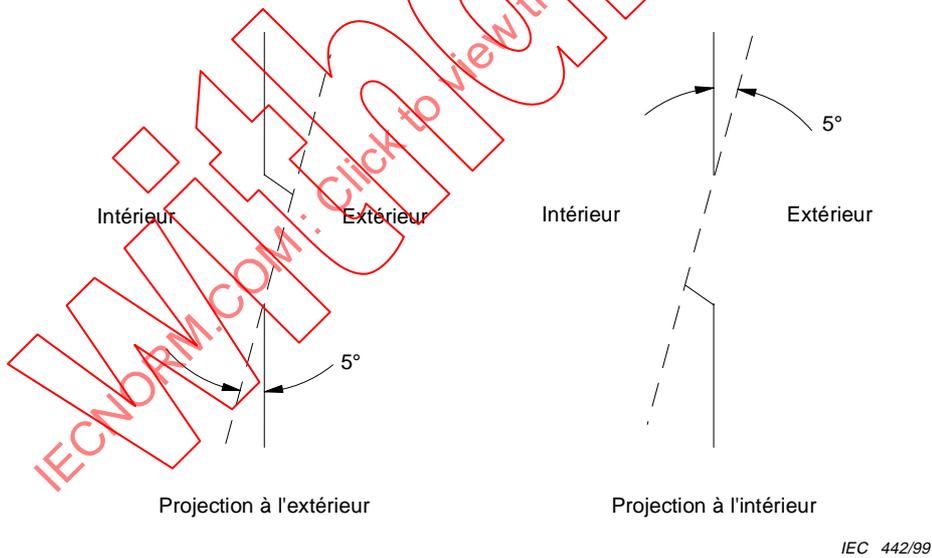


Figure 4C – Exemples de volets en grille-écran

- top openings in which vertical entry is prevented (see figure 4B for examples);
- side openings provided with louvres that are shaped to deflect outwards an external vertically falling object (see figure 4C for examples);
- top or side openings, as shown in figure 4D, that are not located vertically, or within a volume V bounded by a 5° vertical projection up to the size of opening L , above bare conductive parts:
 - at HAZARDOUS VOLTAGE, or
 - which present an energy hazard within the meaning of 2.1.1.5.

NOTE 2 – The examples of figures 4B, 4C, 4D and 4E are not intended to be used as engineering drawings but are only shown to illustrate the intent of these requirements.

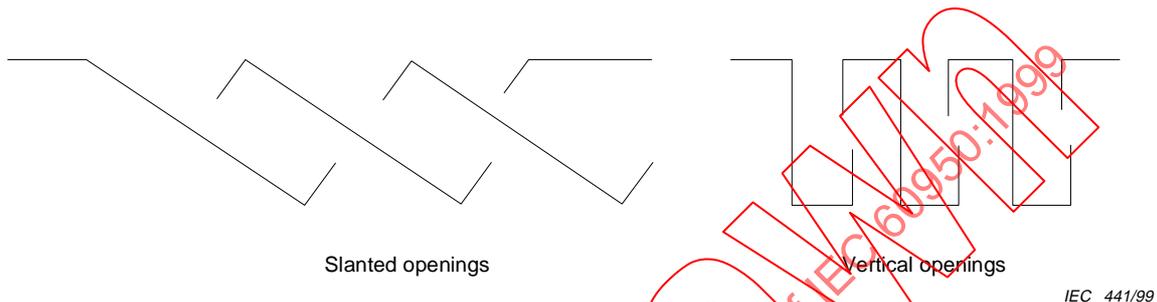


Figure 4B – Examples of cross-sections of designs of openings preventing vertical access

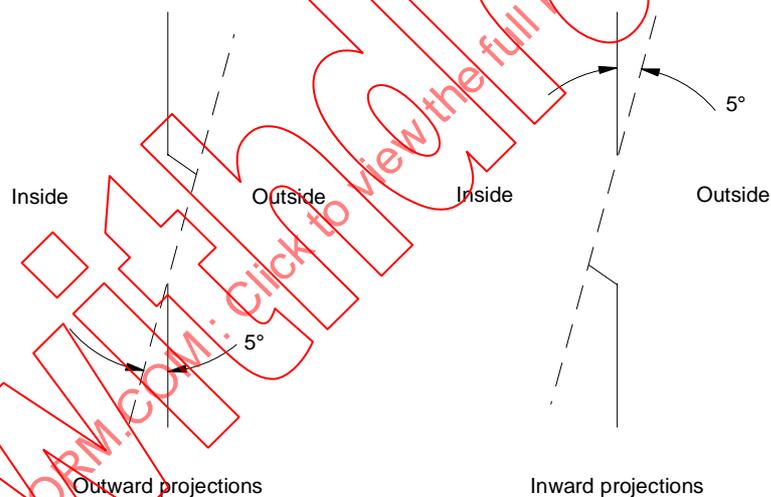
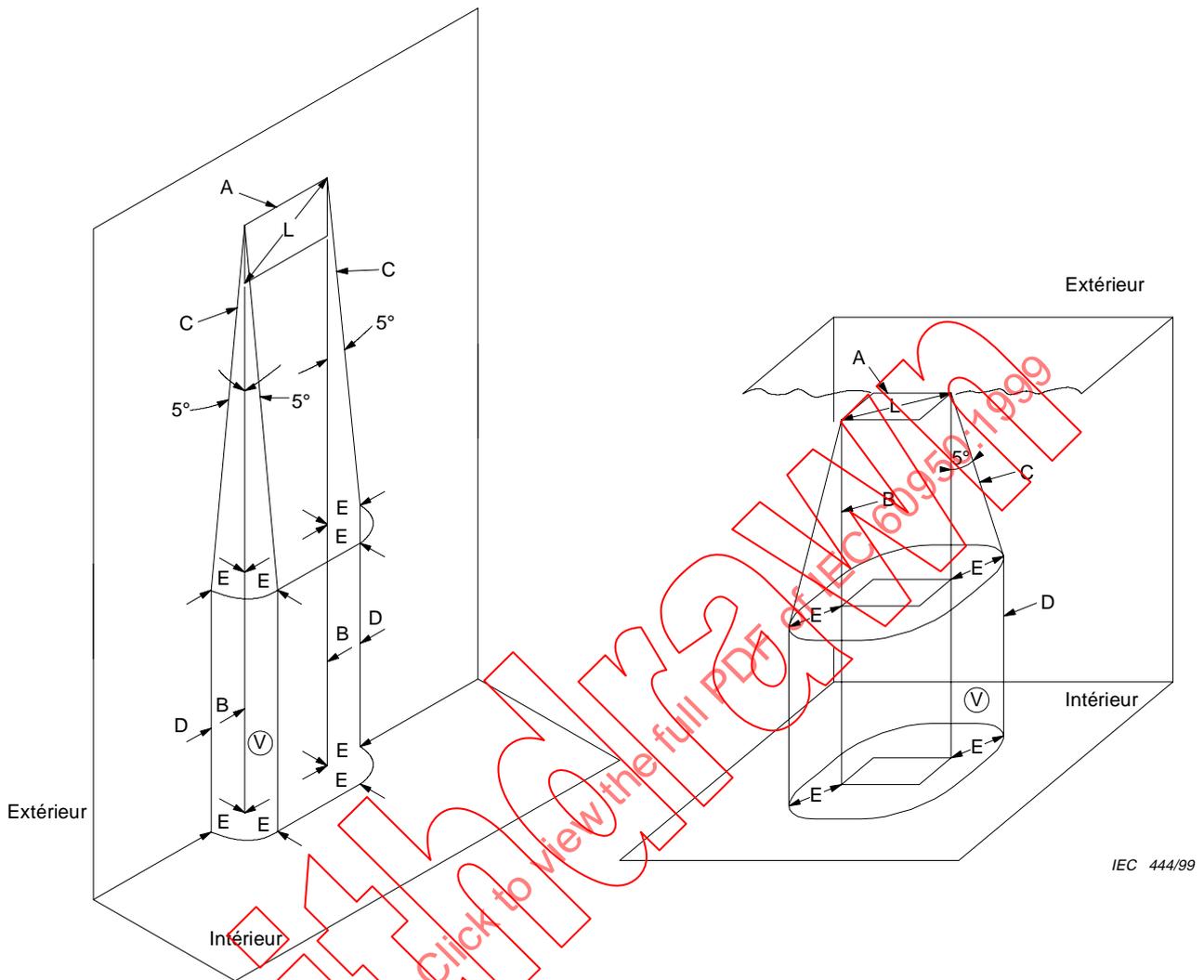


Figure 4C – Examples of louvre design

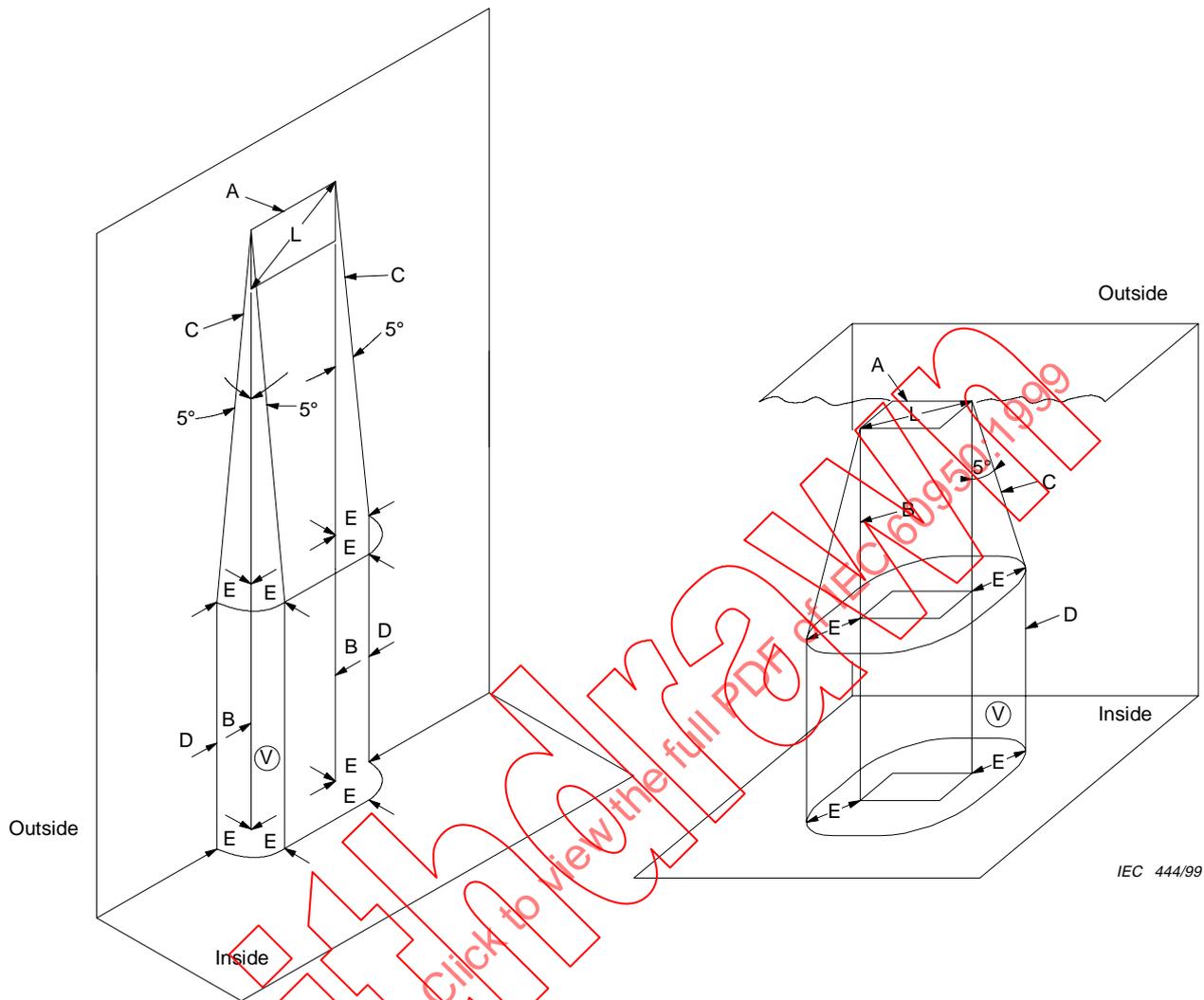


IEC 443/99

IEC 444/99

- A Ouverture d'une ENVELOPPE.
- B Projection verticale des bords extérieurs de l'ouverture.
- C Lignes inclinées qui se projettent à un angle de 5° des bords de l'ouverture à des points situés à une distance E de B.
- D Ligne qui est projetée verticalement dans le même plan que l'ouverture latérale.
- E Projection de l'ouverture (qui ne doit pas être supérieure à L).
- L Dimension maximale de l'ouverture de l'ENVELOPPE.
- V Volume dans lequel les parties nues sous TENSION DANGEREUSE, ou présentent des niveaux d'énergie (voir 4.6.1), ne sont pas situées.

Figure 4D – Ouvertures dans une enveloppe



IEC 443/99

- A ENCLOSURE opening.
- B Vertical projection of the outer edges of the opening.
- C Inclined lines that project at a 5° angle from the edges of the opening to points located E distance from B.
- D Line which is projected straight downward in the same plane as the ENCLOSURE side wall.
- E Projection of the opening (not to be greater than L).
- L Maximum dimension of the ENCLOSURE opening.
- V Volume in which bare parts at HAZARDOUS VOLTAGE, or which are energy hazards (see 4.6.1), are not located.

Figure 4D – Enclosure openings

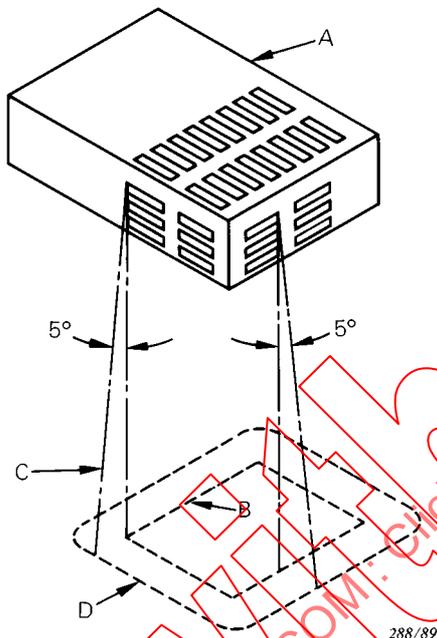
4.6.2 Fonds de l'enveloppe contre le feu

Le fond d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU ou les barrières individuelles doivent assurer la protection sous toutes les parties internes, y compris les composants ou les ensembles partiellement enfermés, qui, dans les conditions de défaut, pourraient émettre des matières susceptibles d'enflammer la surface d'appui.

NOTE – Voir 4.7.2.2 pour les parties qui ne nécessitent pas une ENVELOPPE CONTRE LE FEU.

Le fond ou la barrière doivent être situés conformément à la figure 4E, et leur surface ne doit pas être inférieure à ce qui est indiqué sur cette figure; ils doivent être soit horizontaux soit pourvus de lèvres ou autres façonnages pour assurer une protection équivalente.

Une ouverture doit être protégée par une chicane, un écran ou un moyen analogue de façon qu'il soit peu probable que du métal en fusion et des matériaux brûlants tombent à l'extérieur de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU.



- A Partie d'un élément constituant sous laquelle une ENVELOPPE CONTRE LE FEU est exigée, par exemple, sous les ouvertures dans un élément constituant ou un ensemble à travers lesquelles des particules enflammées pourraient être émises. Si l'élément constituant ou l'ensemble n'a pas sa propre ENVELOPPE CONTRE LE FEU, la surface à protéger est la surface totale occupée par l'élément constituant ou l'ensemble.
- B Contour de la projection de la surface A effectuée verticalement de haut en bas sur le plan horizontal du point le plus bas de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU.
- C Ligne inclinée qui trace un contour D sur le même plan que B. Se déplaçant autour du périmètre du contour B, cette ligne fait un angle de 5° par rapport à la ligne verticale qui part de chaque point du périmètre des ouvertures dans A et est orientée de manière à définir la plus grande surface possible.
- D Contour minimal du fond de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU. Une partie d'une paroi latérale d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU qui se trouve à l'intérieur de la surface délimitée par l'angle de 5° est aussi considérée comme faisant partie du fond de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU.

Figure 4E – Fond typique d'une enveloppe contre le feu pour les composants ou ensembles partiellement enfermés

Les prescriptions de 4.6.2 ne s'appliquent pas:

- aux MATÉRIELS TRANSPORTABLES, qui sont couverts par 4.6.4; ou
- aux MATÉRIELS FIXES prévus uniquement pour être utilisés dans un EMBLACEMENT À ACCÈS RESTREINT et pour être montés sur une surface en béton ou toute autre surface non combustible. De tels matériels doivent être marqués comme suit:

**DESTINÉS UNIQUEMENT À ÊTRE MONTÉS SUR UNE SURFACE EN BÉTON
OU SUR TOUTE AUTRE SURFACE NON COMBUSTIBLE**

La vérification est effectuée par examen et, lorsque c'est nécessaire, par l'essai de l'article A.5

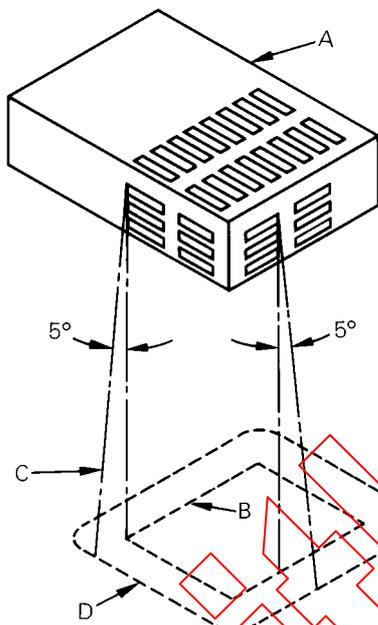
4.6.2 Bottoms of fire enclosures

The bottom of a FIRE ENCLOSURE, or individual barriers, shall provide protection under all internal parts, including partially enclosed components or assemblies, which, under fault conditions, could emit material likely to ignite the supporting surface.

NOTE – See 4.7.2.2 for parts that do not require a FIRE ENCLOSURE.

The bottom or barrier shall be located as, and no smaller in area than, indicated in figure 4E and be horizontal, lipped or otherwise shaped to provide equivalent protection.

An opening in the bottom shall be protected by a baffle, screen or other means so that molten metal and burning material are unlikely to fall outside the FIRE ENCLOSURE.



A The portion of a component under which a FIRE ENCLOSURE is required, for example, under those openings in a component or assembly through which flaming particles might be emitted. If the component or assembly does not have its own FIRE ENCLOSURE, the area to be protected is the entire area occupied by the component or assembly.

B The outline of the area of A projected vertically downward onto the horizontal plane of the lowest point of the FIRE ENCLOSURE.

C Inclined line that traces an outline D on the same plane as B. Moving around the perimeter of the outline B, this line projects at a 5° angle from the vertical at every point round the perimeter of the openings in A and is oriented to trace out the largest area.

D Minimum outline of the bottom of the FIRE ENCLOSURE. A portion of the side of a FIRE ENCLOSURE which is within the area traced out by the 5° angle is also considered to be part of the bottom of the FIRE ENCLOSURE.

Figure 4E – Typical bottom of a fire enclosure for partially enclosed component or assembly

The requirements of 4.6.2 do not apply to:

- TRANSPORTABLE EQUIPMENT, which is covered by 4.6.4; or
- STATIONARY EQUIPMENT intended only for use in a RESTRICTED ACCESS LOCATION and to be mounted on a concrete floor or other non-combustible surface. Such equipment shall be marked as follows:

**SUITABLE FOR MOUNTING ON CONCRETE
OR OTHER NON-COMBUSTIBLE SURFACE ONLY**

Compliance is checked by inspection and, where necessary, by the test of clause A.5.

Les constructions suivantes sont considérées comme satisfaisant aux prescriptions sans essai:

- aucune ouverture dans le fond d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU;
- ouvertures de toutes dimensions dans le fond sous une barrière interne, un écran interne ou un autre dispositif qui lui-même satisfait aux prescriptions pour les ENVELOPPES CONTRE LE FEU (voir aussi 4.2.1);
- ouvertures dans le fond ayant chacune une surface inférieure ou égale à 40 mm² sous des composants ou des parties satisfaisant aux prescriptions de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-1 ou de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HF-1;
- construction avec une plaque écran comme illustré sur la figure 4F;
- fond métallique des ENVELOPPES CONTRE LE FEU conforme aux dimensions limites d'une ligne quelconque du tableau 4B;
- grille de fond en métal ayant une maille dont la distance entre les lignes passant par le centre des ouvertures nominales est inférieure ou égale à 2 mm et dont le diamètre des fils est égal ou supérieur à 0,45 mm.

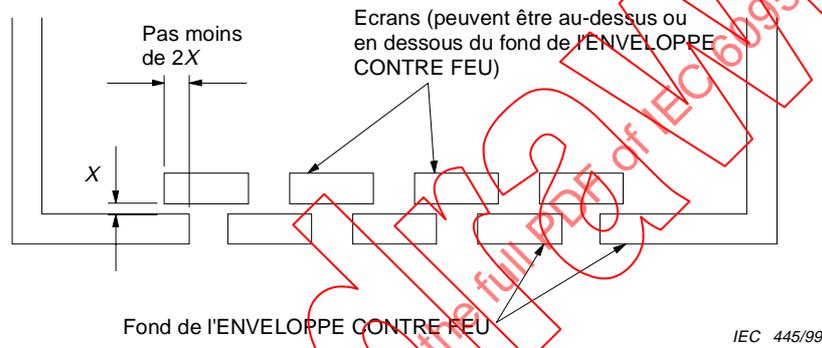


Figure 4F – Construction avec plaque-écran

Tableau 4B – Dimensions et espacements des trous dans les fonds métalliques des enveloppes contre le feu

Applicable aux trous circulaires			Applicable aux autres formes d'ouvertures	
Épaisseur minimale du fond métallique	Diamètre maximal des trous	Espacement minimal des trous (entraxe)	Surface maximale	Espacement minimal des ouvertures (bord à bord)
mm	mm	mm	mm ²	mm
0,66	1,1	1,7	1,1	0,56
0,66	1,2	2,3	1,2	1,1
0,76	1,1	1,7	1,1	0,55
0,76	1,2	2,3	1,2	1,1
0,81	1,9	3,1	2,9	1,1
0,89	1,9	3,1	2,9	1,2
0,91	1,6	2,7	2,1	1,1
0,91	2,0	3,1	3,1	1,2
1,0	1,6	2,7	2,1	1,1
1,0	2,0	3,0	3,2	1,0

The following constructions are considered to satisfy the requirement without test:

- no opening in the bottom of a FIRE ENCLOSURE;
- openings in the bottom of any size under an internal barrier, screen or the like, which itself complies with the requirements for a FIRE ENCLOSURE (see also 4.2.1);
- openings in the bottom, each not larger than 40 mm², under components and parts meeting the requirements for FLAMMABILITY CLASS V-1, or FLAMMABILITY CLASS HF-1;
- baffle plate construction as illustrated in figure 4F;
- metal bottoms of FIRE ENCLOSURES conforming to the dimensional limits of any line in table 4B;
- metal bottom screens having a mesh with nominal openings not greater than 2 mm between centre lines and with wire diameters of not less than 0,45 mm.

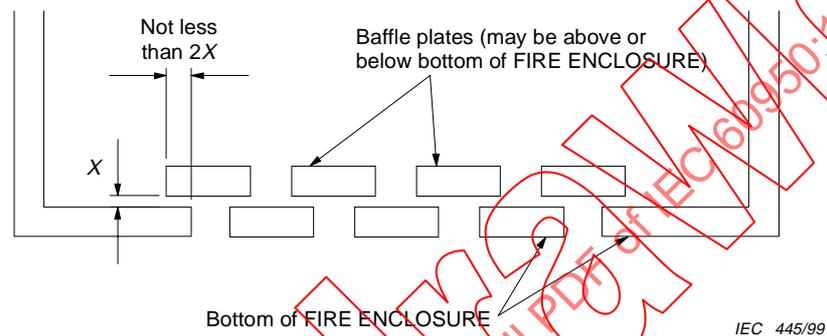


Figure 4F – Baffle plate construction

Table 4B – Size and spacing of openings in metal bottoms of fire enclosures

Applicable to circular holes			Applicable to other shaped openings	
Metal bottom minimum thickness	Maximum diameter of holes	Minimum spacing of holes centre to centre	Maximum area	Minimum spacing of openings border to border
mm	mm	mm	mm ²	mm
0,66	1,1	1,7	1,1	0,56
0,66	1,2	2,3	1,2	1,1
0,76	1,1	1,7	1,1	0,55
0,76	1,2	2,3	1,2	1,1
0,81	1,9	3,1	2,9	1,1
0,89	1,9	3,1	2,9	1,2
0,91	1,6	2,7	2,1	1,1
0,91	2,0	3,1	3,1	1,2
1,0	1,6	2,7	2,1	1,1
1,0	2,0	3,0	3,2	1,0

4.6.3 Portes et couvercles dans les enveloppes contre le feu

Si une partie d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU comporte une porte ou un couvercle conduisant à une ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR, elle doit satisfaire à l'une des prescriptions suivantes, a), b) ou c):

- a) la porte ou le couvercle doivent être verrouillés pour satisfaire aux prescriptions de 2.8; ou
- b) une porte ou un couvercle destinés à être ouverts par l'OPÉRATEUR, en usage habituel, doivent satisfaire aux deux conditions suivantes:
 - il ne doit pas être possible à l'OPÉRATEUR de les séparer de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU; et
 - ils doivent être munis d'un dispositif qui les maintient fermés pendant le fonctionnement normal; ou
- c) il est permis qu'une porte ou un couvercle destinés seulement à un usage occasionnel par l'OPÉRATEUR, par exemple pour l'installation d'accessoires, soient amovibles pourvu que les instructions du matériel contiennent des directives pour un enlèvement et une remise en place correcte de la porte ou du couvercle.

La vérification est effectuée par examen.

4.6.4 Ouvertures dans les matériels transportables

Les risques d'inflammation causés par des petits objets métalliques, tels que des trombones ou des agrafes, se déplaçant à l'intérieur des MATÉRIELS TRANSPORTABLES lors du transport doivent être réduits par des moyens tels que ces objets aient peu de probabilité de pénétrer dans le matériel et de court-circuiter les parties conductrices entre lesquelles l'énergie n'est pas limitée conformément à 2.5

Les moyens acceptables comprennent:

- limiter la largeur des ouvertures à 1 mm quelle que soit la longueur; ou
- disposer une grille ayant une maille dont la distance entre les lignes passant par le centre des ouvertures nominales est inférieure ou égale à 2 mm et construite avec un diamètre de fil ou de filament égal ou supérieur à 0,45 mm; ou
- ajouter des barrières internes.

De plus, lorsque des parties métallisées d'une barrière ou d'une ENVELOPPE plastique sont situées à une distance inférieure ou égale à 13 mm de parties de circuits dans lesquels la puissance disponible est supérieure à 15 VA, une des prescriptions suivantes s'applique:

- l'accès d'un objet métallique extérieur doit être limité conformément aux moyens acceptables ci-dessus même si la puissance disponible satisfait aux limites de 2.5; ou
- il doit y avoir une barrière entre les parties conductrices nues et l'ENVELOPPE; ou
- des essais de défauts doivent être effectués pour simuler un pontage entre une partie conductrice nue et la plus proche partie métallisée de la barrière ou de l'ENVELOPPE qui est située à moins de 13 mm de la partie conductrice nue.

NOTE – Les exemples de barrières ou d'ENVELOPPES plastiques métallisées comprennent celles qui sont faites à partir de matériaux composites conducteurs ou qui sont recouvertes par électrolyse, par dépôt sous vide, par peinture ou par une feuille.

La vérification est effectuée par examen et par des mesures et, lorsque c'est approprié, par des essais. Toutes les portes et couvercles sont fermés ou en place et les éléments ou ensembles périphériques, tels des lecteurs de disques, des batteries, etc., sont installés comme prévu lors de l'examen (voir aussi 1.3.6).

4.6.3 Doors or covers in fire enclosures

If part of a FIRE ENCLOSURE consists of a door or cover leading to an OPERATOR ACCESS AREA, it shall comply with one of the following requirements a), b) or c):

- a) the door or cover shall be interlocked to comply with the requirements in 2.8; or
- b) a door or cover, intended to be routinely opened by the OPERATOR, shall comply with both of the following conditions:
 - it shall not be removable from other parts of the FIRE ENCLOSURE by the OPERATOR; and
 - it shall be provided with a means to keep it closed during normal operation; or
- c) a door or cover intended only for occasional use by the OPERATOR, such as for the installation of accessories, is permitted to be removable provided that the equipment instructions include directions for correct removal and reinstallation of the door or cover.

Compliance is checked by inspection.

4.6.4 Openings in transportable equipment

The risk of ignition caused by small metallic objects, such as paper clips or staples, moving around inside TRANSPORTABLE EQUIPMENT during transportation shall be reduced by measures to minimize the likelihood of such objects entering the equipment and bridging bare conductive parts between which the power is not limited in accordance with 2.5.

Acceptable measures include:

- providing openings that do not exceed 1 mm in width regardless of length; or
- providing a screen having a mesh with nominal openings not greater than 2 mm between centre lines and constructed with a thread or wire diameter of not less than 0,45 mm; or
- providing internal barriers.

Additionally, where metallized parts of a plastic barrier or ENCLOSURE are within 13 mm of parts of circuits where the available power is greater than 15 VA, one of the following requirements applies:

- access by a foreign metallic object shall be limited in accordance with the above acceptable measures even though the available power meets the limits of 2.5; or
- there shall be a barrier between the bare conductive parts and the ENCLOSURE; or
- fault testing shall be carried out to simulate bridging along a direct path between a bare conductive part and the nearest metallized part of a barrier or ENCLOSURE that is within 13 mm of the bare conductive part.

NOTE – Examples of metallized plastic barriers or ENCLOSURES include those made of conductive composite materials or that are electroplated, vacuum-deposited, painted or foil lined.

Compliance is checked by inspection and measurement and, where appropriate, by test. All doors or covers are closed or in place and peripheral devices or assemblies, such as disk drives, batteries, etc., are installed as intended during the inspection (see also 1.3.6).

Si des essais de défaut sont simulés, il ne doit pas y avoir inflammation de la barrière ou de l'ENVELOPPE.

4.6.5 Adhésifs entrant dans la construction

Si une barrière ou un écran, prévus pour satisfaire à 4.6.1, 4.6.2 ou 4.6.4, sont fixés avec de l'adhésif sur l'intérieur de l'ENVELOPPE ou sur d'autres parties à l'intérieur de l'ENVELOPPE, l'adhésif doit avoir des propriétés d'adhérence adéquates durant toute la vie du matériel.

La vérification est effectuée par examen de la construction et des données disponibles. Si de telles données ne sont pas disponibles, la vérification est effectuée par les essais suivants.

Un échantillon du matériel ou une partie de l'ENVELOPPE avec la barrière ou l'écran attaché est évalué dans une position de l'échantillon telle que la barrière ou l'écran soit placé en dessous.

Conditionner l'échantillon dans une étuve suivant une des conditions ci-dessous:

- 100 °C ± 2 °C pendant une semaine; ou*
- 90 °C ± 2 °C pendant trois semaines; ou*
- 82 °C ± 2 °C pendant huit semaines.*

Lorsque le conditionnement thermique est achevé:

Enlever l'échantillon de l'étuve et le laisser pendant 1 h à température quelconque entre 20 °C et 30 °C.

Placer l'échantillon dans le congélateur pendant 4 h à $-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Enlever l'échantillon du congélateur et le laisser revenir sur une période de 8 h à une température quelconque entre 20 °C et 30 °C.

Placer l'échantillon pendant 72 h dans une étuve avec une humidité relative de 91 % à 95 %.

Enlever l'échantillon et le laisser pendant 1 h à une température quelconque entre 20 °C et 30 °C.

Placer l'échantillon dans l'étuve pendant 4 h à la température choisie dans le premier cycle.

Enlever l'échantillon et le laisser refroidir sur une période de 8 h à une température quelconque entre 20 °C et 30 °C.

L'échantillon est alors soumis immédiatement aux essais de 4.2 qui sont applicables. La barrière ou l'écran ne doit pas tomber ou se détacher en partie.

Avec l'accord du constructeur, il est permis d'augmenter toute durée indiquée ci-dessus.

4.7 Résistance au feu

Le présent paragraphe spécifie les prescriptions destinées à réduire le risque d'inflammation et la propagation de la flamme, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du matériel, par une utilisation appropriée des matériaux et des composants ainsi que par une construction convenable.

NOTE 1 – Le risque d'inflammation est réduit en limitant la température maximale sur les composants dans des conditions normales et après un premier défaut (voir 1.4.14), ou en limitant l'énergie disponible dans le circuit.

NOTE 2 – La propagation de la flamme dans le cas d'une inflammation est réduite par l'utilisation des matériaux et isolants ayant des propriétés de retard à l'inflammation et par une séparation adéquate.

NOTE 3 – Pour un classement des matériaux suivant le degré d'inflammabilité, se référer aux notes de 1.2.12.1

If simulated fault testing is carried out, no ignition of the metallized barrier or ENCLOSURE shall occur.

4.6.5 Adhesives for constructional purposes

If a barrier or screen provided to comply with 4.6.1, 4.6.2 or 4.6.4 is secured with adhesive to the inside of the ENCLOSURE or to other parts inside the ENCLOSURE, the adhesive shall have adequate bonding properties throughout the life of the equipment.

Compliance is checked by examination of the construction and of the available data. If such data is not available, compliance is checked by the following tests.

A sample of the equipment or a part of the ENCLOSURE with the barrier or screen attached is evaluated with the sample placed with the barrier or screen on the underside.

Condition the sample in an oven at one of the following temperatures for the time durations specified:

- 100 °C ± 2 °C for one week; or*
- 90 °C ± 2 °C for three weeks; or*
- 82 °C ± 2 °C for eight weeks.*

Upon completion of the temperature conditioning:

Remove the sample from oven and leave it at any convenient temperature between 20 °C and 30 °C for 1 h.

Place the sample in a freezer at –40 °C ± 2 °C for 4 h.

Remove and allow the sample to come to any convenient temperature between 20 °C and 30 °C for 8 h.

Place the sample in a cabinet at 91 % to 95 % relative humidity for 72 h.

Remove the sample and leave it at any convenient temperature between 20 °C and 30 °C for 1 h.

Place the sample in an oven at the temperature used for the temperature conditioning for 4 h.

Remove the sample and allow it to reach any convenient temperature between 20 °C and 30 °C for 8 h.

The sample is then immediately subjected to the tests of 4.2 as applicable. The barrier or screen shall not fall off or partly dislodge as a result of these tests.

With the concurrence of the manufacturer, it is permitted to increase any of the above time durations.

4.7 Resistance to fire

This subclause specifies requirements intended to reduce the risk of ignition and the spread of flame, both within the equipment and to the outside, by the appropriate use of materials and components and by suitable construction.

NOTE 1 – The risk of ignition is reduced by limiting the maximum temperature of components under normal operating conditions and after a single fault (see 1.4.14), or by limiting the power available in a circuit.

NOTE 2 – The spread of flame in the event of ignition is reduced by the use of flame retardant materials and insulation, or by providing adequate separation.

NOTE 3 – For a ranking of materials with respect to flammability, refer to the notes of 1.2.12.1.

Les matières métalliques, céramiques et les verres doivent être considérés comme conformes sans essai.

4.7.1 Limitation du risque d'inflammation et de propagation du feu

Pour le matériel ou pour une portion du matériel, il y a deux méthodes pour obtenir la protection contre l'inflammation et la propagation de la flamme qui risquent d'affecter les matériaux, les câbles, les composants bobinés et les composants électroniques tels que les circuits intégrés, les transistors, les thyristors, les diodes, les résistances et les condensateurs.

Chacune des méthodes suivantes peut être utilisée:

Méthode 1 – Choix et utilisation de composants, de câbles et de matériaux qui réduisent la possibilité d'inflammation et de propagation de la flamme et, si nécessaire, utilisation d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU. Les prescriptions correspondantes figurent en 4.7.2 et 4.7.3. Les prescriptions de 5.3.6 s'appliquent également, à l'exception de 5.3.6 c), lorsque cette méthode est utilisée.

NOTE 1 – La méthode 1 peut être préférée pour les matériels comportant un grand nombre de composants.

Méthode 2 – Application de tous les essais de simulation de défauts de 5.3.6. Lorsque cette méthode est utilisée exclusivement, une ENVELOPPE CONTRE LE FEU n'est pas exigée. En particulier, le 5.3.6 c) s'applique. Il inclut des essais sur tous les composants concernés à la fois dans les CIRCUITS PRIMAIRES et les CIRCUITS SECONDAIRES.

NOTE 2 – La méthode 2 peut être préférée pour les matériels comportant un petit nombre de composants électroniques.

4.7.2 Conditions applicables à une enveloppe contre le feu

Une ENVELOPPE CONTRE LE FEU est exigée lorsque les températures des composants sous des conditions de défaut risquent d'être suffisantes pour provoquer une inflammation.

4.7.2.1 Composants nécessitant une enveloppe contre le feu

Sauf lorsque la méthode 2 de 4.7.1 est utilisée exclusivement, ou comme permis en 4.7.2.2, les composants suivants sont considérés comme ayant un risque d'inflammation et, donc, nécessitent une ENVELOPPE CONTRE LE FEU:

- composants dans un CIRCUIT PRIMAIRE;
- composants dans les CIRCUITS SECONDAIRES alimentés par des sources d'énergie qui dépassent les limites de 2.5;
- composants dans les CIRCUITS SECONDAIRES alimentés par des sources d'énergie limitée conformes au 2.5, mais non montés sur un matériau de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-1;
- composants à l'intérieur d'une unité d'alimentation ou un ensemble fournissant une énergie conforme à 2.5, y compris les dispositifs de protection contre les surintensités, les impédances de limitation, les réseaux de régulation et tout le câblage jusqu'au point auquel les critères de sortie des sources à puissance limitée sont remplis;
- composants ayant des parties non enfermées sur lesquelles se forment des arcs, telles que les contacts ouverts des interrupteurs et des relais et les commutateurs, dans un circuit à TENSION DANGEREUSE ou à niveau D'ÉNERGIE DANGEREUX; et
- le câblage isolé.

Metals, ceramic materials and glass shall be considered to comply without test.

4.7.1 Reducing the risk of ignition and spread of flame

For equipment or a portion of equipment, there are two methods of providing protection against ignition and spread of flame that could affect materials, wiring, wound components and electronic components such as integrated circuits, transistors, thyristors, diodes, resistors and capacitors.

Either of the following methods may be used:

Method 1 – Selection and application of components, wiring and materials which reduce the possibility of ignition and spread of flame and, where necessary, by the use of a FIRE ENCLOSURE. The appropriate requirements are detailed in 4.7.2 and 4.7.3. The requirements of 5.3.6 also apply, except for 5.3.6 c), when using this method;

NOTE 1 – Method 1 may be preferred for equipment with a large number of components.

Method 2 – Application of all of the simulated fault tests in 5.3.6. Where this method is used exclusively, a FIRE ENCLOSURE is not required. In particular, 5.3.6 c) applies, which includes testing all relevant components in both PRIMARY CIRCUITS and SECONDARY CIRCUITS.

NOTE 2 – Method 2 may be preferred for equipment with a small number of electronic components.

4.7.2 Conditions for a fire enclosure

A FIRE ENCLOSURE is required when temperatures of parts under fault conditions could be sufficient for ignition.

4.7.2.1 Parts requiring a fire enclosure

Except where Method 2 of 4.7.1 is used exclusively, or as permitted in 4.7.2.2, the following parts are considered to have a risk of ignition and, therefore, require a FIRE ENCLOSURE:

- components in PRIMARY CIRCUITS;
- components in SECONDARY CIRCUITS supplied by power sources which exceed the limits specified in 2.5;
- components in SECONDARY CIRCUITS supplied by limited power sources as specified in 2.5, but not mounted on material of FLAMMABILITY CLASS V-1;
- components within a power supply unit or assembly having a limited power output as specified in 2.5, including overcurrent protective devices, limiting impedances, regulating networks and wiring, up to the point where the limited power source output criteria are met;
- components having unenclosed arcing parts, such as open switch and relay contacts and commutators, in a circuit at HAZARDOUS VOLTAGE or at a HAZARDOUS ENERGY LEVEL; and
- insulated wiring.

4.7.2.2 Composants ne nécessitant pas une enveloppe contre le feu

Les parties suivantes ne nécessitent pas une ENVELOPPE CONTRE LE FEU:

- conducteurs et câbles à isolant PVC, TFE, PTFE, FEP, néoprène ou polyimide;
- composants, y compris les connecteurs, satisfaisant aux prescriptions de 4.7.3.2, qui remplissent une ouverture dans une ENVELOPPE CONTRE LE FEU;
- connecteurs dans les CIRCUITS SECONDAIRES alimentés par une source d'énergie limitée au maximum à 15 VA (voir 1.4.11) dans des conditions normales d'utilisation et après un premier défaut dans le matériel (voir 1.4.14);
- connecteurs dans des CIRCUITS SECONDAIRES alimentés par des sources à puissance limitée conformes à 2.5;
- autres composants dans des CIRCUITS SECONDAIRES alimentés par des sources à puissance limitée conformes à 2.5 et montés sur des matériaux de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-1;
- fiches et connecteurs faisant partie d'un câble secteur ou des CÂBLES ASSURANT L'INTERCONNEXION;
- moteurs;
- autres composants dans des CIRCUITS SECONDAIRES alimentés par des sources d'énergie internes ou externes limitées au maximum à 15 VA (voir 1.4.11) dans des conditions d'utilisation normales et après un premier défaut (voir 1.4.14) dans le matériel, et montés sur un MATÉRIAU DE CLASSE HB.

NOTE – Au Canada et aux USA, des prescriptions supplémentaires pour la protection contre les surtensions s'appliquent aux CIRCUITS TRT.

La vérification de la conformité à 4.7.2.1 et 4.7.2.2 est effectuée par examen et par évaluation des données fournies par le fabricant. Pour la détermination du risque d'inflammation dans les cas non spécifiés dans en 4.7.2, la vérification est effectuée par la méthode 2 de 4.7.1.

4.7.3 Matériaux

4.7.3.1 Généralités

Les ENVELOPPES, les composants et les autres parties doivent être construits de façon telle ou utiliser des matériaux tels que la propagation du feu soit réduite.

Lorsqu'un MATÉRIAU DE CLASSE HB ou de CLASSE HBF est exigé, un matériau satisfaisant à l'essai avec le fil incandescent à 550 °C selon la CEI 60695-2-1/1 est acceptable comme variante.

Quand il n'est pas possible de protéger les composants contre des surchauffes en condition de défaut, ces éléments doivent être montés sur des matériaux de CLASSE V-1. De plus, de tels composants doivent être séparés des matériaux de classe inférieure à la CLASSE V-1 (voir 1.2.12.1, note 2) par au moins 13 mm d'air, ou par un écran solide DE CLASSE V-1.

NOTE 1 – Voir aussi 4.7.3.5.

NOTE 2 – Au Canada et aux USA, des prescriptions complémentaires à 4.7.3.2 et 4.7.3.3 s'appliquent aux ENVELOPPES et aux PARTIES DÉCORATIVES ayant une surface externe avec une zone d'exposition plus large que 0,9 m² ou avec une dimension plus grande que 1,8 m.

NOTE 3 – En considérant comment réduire au minimum la propagation du feu et quelles sont les «petites parties», il convient de tenir compte de l'effet cumulatif des petites parties lorsqu'elles sont adjacentes et également de la possibilité de propagation du feu d'une partie à une autre.

NOTE 4 – Les prescriptions d'inflammabilité du matériau de 4.7.3 sont résumées dans le tableau 4C.

La vérification est effectuée par examen et par évaluation des données correspondantes fournies par le fabricant.

4.7.2.2 Parts not requiring a fire enclosure

The following parts do not require a FIRE ENCLOSURE:

- wiring and cables insulated with PVC, TFE, PTFE, FEP, neoprene or polyimide;
- components, including connectors, meeting the requirements of 4.7.3.2, which fill an opening in a FIRE ENCLOSURE;
- connectors in SECONDARY CIRCUITS supplied by power sources which are limited to a maximum of 15 VA (see 1.4.11) under normal operating conditions and after a single fault in the equipment (see 1.4.14);
- connectors in SECONDARY CIRCUITS supplied by limited power sources complying with 2.5;
- other components in SECONDARY CIRCUITS supplied by limited power sources complying with 2.5 and mounted on materials of FLAMMABILITY CLASS V-1;
- plugs and connectors forming part of a power supply cord or INTERCONNECTING CABLE;
- motors;
- other components in SECONDARY CIRCUITS supplied by internal or external power sources which are limited to a maximum of 15 VA (see 1.4.11) under normal operating conditions and after a single fault in the equipment (see 1.4.14) and mounted on material of FLAMMABILITY CLASS HB.

NOTE – In Canada and the United States, additional requirements for protection from overvoltage apply for TNV CIRCUITS.

Compliance with 4.7.2.1 and 4.7.2.2 is checked by inspection and by evaluation of the data provided by the manufacturer. For determining the risk of ignition in cases not specified in 4.7.2, compliance is checked by Method 2 in 4.7.1.

4.7.3 Materials

4.7.3.1 General

ENCLOSURES, components and other parts shall be so constructed, or shall make use of such materials, that the propagation of fire is limited.

Where material of FLAMMABILITY CLASS HB, or FLAMMABILITY CLASS HBF, is required, material passing the glow-wire test at 550 °C according to IEC 60695-2-1/1 is acceptable as an alternative.

Where it is not practical to protect components against overheating under fault conditions, the components shall be mounted on materials of FLAMMABILITY CLASS V-1. Additionally, such components shall be separated from material of a class lower than FLAMMABILITY CLASS V-1 (see 1.2.12.1, note 2) by at least 13 mm of air, or by a solid barrier of material of FLAMMABILITY CLASS V-1.

NOTE 1 – See also 4.7.3.5.

NOTE 2 – In Canada and the United States, requirements in addition to 4.7.3.2 and 4.7.3.3 apply to ENCLOSURES and DECORATIVE PARTS having an external surface with an exposed area of greater than 0,9 m² or a single dimension greater than 1,8 m.

NOTE 3 – In considering how to limit propagation of fire, and what are "small parts", account should be taken of the cumulative effect of small parts when they are adjacent to each other, and also of the possible effect of propagating fire from one part to another.

NOTE 4 – The material flammability requirements in 4.7.3 are summarized in table 4C.

Compliance is checked by inspection and by evaluation of relevant data provided by the manufacturer.

4.7.3.2 Matériaux pour les enveloppes contre le feu

Les prescriptions suivantes s'appliquent suivant ce qui est approprié.

Le critère de masse de 18 kg s'applique aux matériels individuels complets, même s'ils sont utilisés très près l'un de l'autre (par exemple l'un au-dessus de l'autre). Toutefois, si une partie de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU est enlevée dans une telle situation (dans le même exemple le fond du matériel placé au-dessus), la masse combinée du matériel s'applique. Pour la détermination de la masse totale d'un matériel les fournitures ou produits consommables et les supports d'information et d'enregistrement utilisés avec le matériel ne doivent pas être pris en compte.

Pour les MATÉRIELS MOBILES ayant une masse totale ne dépassant pas 18 kg, le matériau des ENVELOPPES CONTRE LE FEU, dans la plus petite épaisseur significative de paroi utilisée, doit être de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-1 ou satisfaire à l'essai de l'article A.2.

Pour les MATÉRIELS MOBILES ayant une masse totale dépassant 18 kg et pour tous les MATÉRIELS FIXES, le matériau des ENVELOPPES CONTRE LE FEU, dans la plus petite épaisseur significative de paroi utilisée, doit être de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ 5V ou satisfaire à l'essai de l'article A.1.

Le matériau des ENVELOPPES CONTRE LE FEU situées à moins de 13 mm dans l'air des parties sur lesquelles se produisent des arcs, telles que les contacts des commutateurs non enfermés et des interrupteurs non enfermés, doit satisfaire à l'essai de l'article A.3. Cette prescription s'applique aux ENVELOPPES du matériel et non aux capots des composants.

Le matériau des ENVELOPPES CONTRE LE FEU situées à moins de 13 mm dans l'air des parties qui, dans n'importe quelle condition de fonctionnement normal ou anormal, pourraient atteindre une température suffisante pour enflammer le matériau, doit satisfaire à l'essai de l'article A.4.

Le matériau des composants qui obturent une ouverture dans une ENVELOPPE CONTRE LE FEU et qui sont destinés à être montés de cette façon doit:

- être de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-1; ou
- satisfaire aux essais de l'article A.2; ou
- satisfaire aux prescriptions sur l'inflammabilité de la norme de composants correspondante de la CEI.

NOTE – Les porte-fusibles, les interrupteurs, les lampes témoins, les connecteurs et les socles de connecteurs sont des exemples de ces composants.

La vérification est effectuée par examen des données du matériel et du matériau et, si nécessaire, par un ou des essais appropriés dans l'annexe A.

4.7.3.3 Matériaux pour les composants et les autres parties à l'extérieur des enveloppes contre le feu

A l'exception de ce qui est spécifié dans la note ci-dessous, les composants et les autres parties (y compris les ENVELOPPES MÉCANIQUES, les ENVELOPPES ÉLECTRIQUES et les PARTIES DÉCORATIVES) situés à l'extérieur des ENVELOPPES CONTRE LE FEU, doivent être de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HB ou de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HBF.

NOTE – Lorsqu'une ENVELOPPE MÉCANIQUE ou une ENVELOPPE ÉLECTRIQUE sert aussi comme ENVELOPPE CONTRE LE FEU, les prescriptions pour les ENVELOPPES CONTRE LE FEU s'appliquent.

Les prescriptions pour les matériaux dans les assemblages de filtres à air sont en 4.7.3.5 et les prescriptions pour les matériaux utilisés dans les composants à haute tension sont en 4.7.3.6.

4.7.3.2 Materials for fire enclosures

The following requirements apply as appropriate.

The 18 kg mass criterion applies to individual complete equipments, even if they are used in close proximity to each other (e.g. one on top of another). However, if a part of the FIRE ENCLOSURE is removed in such a situation (in the same example, the bottom cover of the top equipment), the combined mass of the equipment applies. In determining the total mass of equipment, supplies, consumable materials, media and recording materials used with the equipment shall not be taken into account.

For MOVABLE EQUIPMENT having a total mass not exceeding 18 kg, the material of a FIRE ENCLOSURE, in the thinnest significant wall thickness used, shall be of FLAMMABILITY CLASS V-1 or shall pass the test of clause A.2.

For MOVABLE EQUIPMENT having a total mass exceeding 18 kg and for all STATIONARY EQUIPMENT, the material of a FIRE ENCLOSURE, in the thinnest significant wall thickness used, shall be of FLAMMABILITY CLASS 5V or shall pass the test of clause A.1.

The material of a FIRE ENCLOSURE that is located less than 13 mm through air from arcing parts such as unenclosed commutators and unenclosed switch contacts, shall pass the test of clause A.3. This requirement applies to ENCLOSURES of equipment and not to covers of components.

The material of a FIRE ENCLOSURE that is located less than 13 mm through air from parts which, under any condition of normal or abnormal operation, could attain a temperature sufficient to ignite the material, shall pass the test of clause A.4.

Materials for components which fill an opening in a FIRE ENCLOSURE, and which are intended to be mounted in this opening shall:

- be of FLAMMABILITY CLASS V-1; or
- pass the tests of clause A.2; or
- comply with the flammability requirements of the relevant IEC component standard.

NOTE – Examples of these components are fuseholders, switches, pilot lights, connectors and appliance inlets.

Compliance is checked by inspection of the equipment and material data sheets and, if necessary, by the appropriate test or tests in annex A.

4.7.3.3 Materials for components and other parts outside fire enclosures

Except as otherwise noted below, materials for components and other parts (including MECHANICAL ENCLOSURES, ELECTRICAL ENCLOSURES and DECORATIVE PARTS), located outside FIRE ENCLOSURES, shall be of FLAMMABILITY CLASS HB, or FLAMMABILITY CLASS HBF.

NOTE – Where a MECHANICAL or an ELECTRICAL ENCLOSURE also serves as a FIRE ENCLOSURE, the requirements for FIRE ENCLOSURES apply.

Requirements for materials in air filters assemblies are in 4.7.3.5 and for materials in high-voltage components in 4.7.3.6.

Les connecteurs doivent satisfaire à un des cas ci dessous:

- être faits de matériaux de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-2; OU
- satisfaire aux essais de l'article A.2; ou
- satisfaire aux prescriptions sur l'inflammabilité de la norme de composants correspondante de la CEI; ou
- être montés sur un matériau de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V1 et être de petite taille; ou
- être situés dans un CIRCUIT SECONDAIRE alimenté par une source d'énergie limitée au maximum à 15 VA (voir 1.4.11) dans des conditions de fonctionnement normales ou après un premier défaut dans le matériel (voir 1.4.14).

La prescription pour les matériaux pour les composants et les autres parties d'être de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HB ou de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HBF, ne s'applique à aucun des cas suivants:

- composants électriques qui ne représentent pas un danger de feu dans des conditions de défaut, lorsqu'ils sont essayés suivant 5.3.6;
- matériaux et composants situés à l'intérieur d'une ENVELOPPE de volume inférieur ou égal à 0,06 m³, réalisée entièrement en métal et sans ouvertures de ventilation, ou à l'intérieur d'une unité hermétique contenant un gaz inerte;
- boîtiers d'indicateurs (à condition qu'ils soient jugés par ailleurs propres à recevoir des parties sous TENSION DANGEREUSE), cadrans d'indicateurs et lampes ou cabochons de signalisation;
- composants satisfaisant aux prescriptions d'inflammabilité d'une norme CEI de composant applicable qui comprend de telles prescriptions;
- composants électroniques, comme les circuits intégrés, les opto-coupleurs, les condensateurs et autres petites parties qui sont:
 - montés sur un MATÉRIAU DE CLASSE V-1; ou
 - alimentés par une source d'énergie ne dépassant pas 15 VA (voir 1.4.11) dans des conditions normales de fonctionnement ou après un premier défaut dans le matériel (voir 1.4.14), et montés sur un MATÉRIAU DE CLASSE HB;
- fils, câbles et connecteurs isolés par du PVC, TFE, PTFE, FEP, néoprène ou polyimide;
- colliers individuels (à l'exclusion des revêtements hélicoïdaux ou autres revêtements continus), rubans de laçage, attaches de câbles ou de torons, utilisés avec les faisceaux de câbles;
- engrenages, cames, courroies, paliers et autres petites parties qui ne constitueraient qu'un apport négligeable de combustible dans un incendie, y compris les PARTIES DÉCORATIVES, les étiquettes, les pieds de montage, les couvercles de serrure, les boutons et les organes analogues;
- fournitures, matières consommables, supports d'enregistrements et d'information;
- parties qui doivent avoir des caractéristiques particulières pour remplir leur fonction, telles que les rouleaux en caoutchouc pour la prise du papier et sa restitution et les tubes d'encre.

La vérification est effectuée par examen des données du matériel et du matériau et, si nécessaire, par le ou les essais appropriés dans l'annexe A.

Connectors shall comply with one of the following:

- be made of material of FLAMMABILITY CLASS V-2; or
- pass the tests of clause A.2; or
- comply with the flammability requirements of the relevant IEC component standard; or
- be mounted on material of FLAMMABILITY CLASS V-1 and be of a small size; or
- be located in a SECONDARY CIRCUIT supplied by a power source that is limited to a maximum of 15 VA (see 1.4.11) under normal operating conditions and after a single fault in the equipment (see 1.4.14).

The requirement for materials for components and other parts to be of FLAMMABILITY CLASS HB, or FLAMMABILITY CLASS HBF, does not apply to any of the following:

- electrical components which do not present a fire hazard under abnormal operating conditions when tested according to 5.3.6;
- materials and components within an ENCLOSURE of 0,06 m³ or less, consisting totally of metal and having no ventilation openings, or within a sealed unit containing an inert gas;
- meter cases (if otherwise determined to be suitable for mounting of parts at HAZARDOUS VOLTAGE), meter faces and indicator lamps or jewels;
- components meeting the flammability requirements of a relevant IEC component standard which includes such requirements;
- electronic components, such as integrated circuit packages, opto-coupler packages, capacitors and other small parts that are:
 - mounted on material of FLAMMABILITY CLASS V-1; or
 - supplied from a power source of no more than 15 VA (see 1.4.11) under normal operating conditions or after a single fault in the equipment (see 1.4.14) and mounted on material of FLAMMABILITY CLASS HB;
- wiring, cables and connectors insulated with PVC, TFE, PTFE, FEP, neoprene or polyimide;
- individual clamps (not including helical wraps or other continuous forms), lacing tape, twine and cable ties used with wiring harnesses;
- gears, cams, belts, bearings and other small parts which would contribute negligible fuel to a fire, including DECORATIVE PARTS, labels, mounting feet, key caps, knobs and the like;
- supplies, consumable materials, media and recording materials;
- parts which are required to have particular properties in order to perform intended functions, such as rubber rollers for paper pick-up and delivery, and ink tubes.

Compliance is checked by inspection of the equipment and material data sheets and, if necessary, by the appropriate test or tests in annex A.

4.7.3.4 Matériaux pour les composants et les autres parties à l'intérieur des enveloppes contre le feu

Les prescriptions pour les matériaux dans les assemblages de filtres à air sont en 4.7.3.5 et les prescriptions pour les matériaux utilisés dans les composants à haute tension sont en 4.7.3.6.

A l'intérieur des ENVELOPPES CONTRE LE FEU, les matériaux des composants et autres pièces, (y compris les ENVELOPPES MÉCANIQUES et ÉLECTRIQUES situées à l'intérieur des ENVELOPPES CONTRE LE FEU), doivent satisfaire à un des cas suivants:

- être de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-2 ou de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HF-2; ou
- satisfaire à l'essai d'inflammabilité décrit à l'article A.2; ou
- satisfaire aux prescriptions sur L'INFLAMMABILITÉ de la norme de composants correspondante de la CEI, qui spécifie de telles prescriptions.

Les prescriptions ci-dessus ne s'appliquent à aucun des cas suivants:

- composants électriques qui ne présentent pas de danger de feu dans des conditions de fonctionnement anormales, lorsqu'ils sont essayés suivant 5.3.6;
- matériaux et composants situés à l'intérieur d'une ENVELOPPE de volume inférieur ou égal à 0,06 m³, réalisée entièrement en métal et sans ouvertures de ventilation, ou à l'intérieur d'une unité hermétique contenant un gaz inerte;
- une ou plusieurs couches de matériaux d'isolation minces tels que du ruban adhésif, utilisé directement sur une surface quelconque à l'intérieur d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU, y compris la surface des parties transportant le courant, pourvu que la combinaison du matériau d'isolation mince et de la surface d'application satisfasse aux prescriptions d'une CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-2 OU de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HF-2;

NOTE – Lorsque le matériau d'isolation mince auquel il est fait référence dans l'exemption ci-dessus est sur la surface interne d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU, les prescriptions de 4.6.2 continuent de s'appliquer à l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU.

- boîtiers d'indicateurs (à condition qu'ils soient jugés par ailleurs propres à recevoir des parties sous TENSION DANGEREUSE), cadrans d'indicateurs et lampes ou cabochons de signalisation;
- composants électroniques, comme les circuits intégrés, les opto-coupleurs, les condensateurs et autres petites parties qui sont montés sur un MATÉRIAU DE CLASSE V-1.
- fils, câbles et connecteurs isolés par du PVC, TFE, PTFE, FEP, néoprène ou polyimide
- colliers individuels (à l'exclusion des revêtements hélicoïdaux ou autres revêtements continus), rubans de laçage, attaches de câbles ou de torons, utilisés avec les faisceaux de câbles;
- parties ci-après pourvu qu'elles soient séparées par au moins 13 mm d'air ou par un écran solide en MATÉRIAU DE CLASSE V-1, des parties électriques (autres que les fils et câbles isolés) qui, dans des conditions de défaut, sont susceptibles d'engendrer une température qui pourrait provoquer une inflammation:
 - les engrenages, cames, courroies, paliers et autres petites parties qui ne constituent qu'un apport négligeable de combustible dans un incendie, y compris les PARTIES DÉCORATIVES, les étiquettes, les pieds de montage, les couvercles de serrure, les boutons et les organes analogues;
 - les fournitures, matières consommables, supports d'enregistrements et d'information;

4.7.3.4 Materials for components and other parts inside fire enclosures

Requirements for materials in air filters assemblies are in 4.7.3.5 and requirements for materials in high-voltage components in 4.7.3.6.

Inside FIRE ENCLOSURES, materials for components and other parts, (including MECHANICAL and ELECTRICAL ENCLOSURES located inside FIRE ENCLOSURES), shall comply with one of the following:

- be of FLAMMABILITY CLASS V-2, or FLAMMABILITY CLASS HF-2; or
- pass the flammability test described in clause A.2; or
- meet the flammability requirements of a relevant IEC component standard which includes such requirements.

The above requirement does not apply to any of the following:

- electrical components which do not present a fire hazard under abnormal operating conditions when tested according to 5.3.6;
- materials and components within an ENCLOSURE of 0,06 m³ or less, consisting totally of metal and having no ventilation openings, or within a sealed unit containing an inert gas;
- one or more layers of thin insulating material, such as adhesive tape, used directly on any surface within a FIRE ENCLOSURE, including the surface of current-carrying parts, provided that the combination of the thin insulating material and the surface of application complies with the requirements of FLAMMABILITY CLASS V-2, or FLAMMABILITY CLASS HF-2;

NOTE – Where the thin insulating material referred to in the above exclusion is on the inner surface of the FIRE ENCLOSURE itself, the requirements in 4.6.2 continue to apply to the FIRE ENCLOSURE.

- meter cases (if otherwise determined to be suitable for mounting of parts at HAZARDOUS VOLTAGE), meter faces and indicator lamps or jewels;
- electronic components, such as integrated circuit packages, opto-coupler packages, capacitors and other small parts that are mounted on material of FLAMMABILITY CLASS V-1;
- wiring, cables and connectors insulated with PVC, TFE, PTFE, FEP, neoprene or polyimide;
- individual clamps (not including helical wraps or other continuous forms), lacing tape, twine and cable ties used with wiring harnesses;
- the following parts, provided that they are separated from electrical parts (other than insulated wires and cables) which under fault conditions are likely to produce a temperature that could cause ignition, by at least 13 mm of air or by a solid barrier of material of FLAMMABILITY CLASS V-1:
 - gears, cams, belts, bearings and other small parts which would contribute negligible fuel to a fire, including, labels, mounting feet, key caps, knobs and the like;
 - supplies, consumable materials, media and recording materials;

- les parties qui doivent avoir des caractéristiques particulières pour remplir leur fonction, telles que les rouleaux en caoutchouc pour la prise du papier et sa restitution et les tubes d'encre;
- les canalisations pour les circuits d'air ou de tout fluide, les réservoirs pour les poudres ou les liquides, et les parties en plastique cellulaire, pourvu qu'ils soient de la CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HB ou de la CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HBF;

La vérification est effectuée par examen des données du matériel et du matériau et, si nécessaire, par le ou les essais appropriés dans l'annexe A.

4.7.3.5 Assemblages de filtres à air

Les assemblages de filtres à air doivent être construits en matériaux de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-2 ou HF-2.

Cette prescription ne s'applique pas aux constructions suivantes:

- les assemblages de filtres à air dans les systèmes à circulation d'air, étanches à l'air ou non, qui ne sont pas destinés à avoir de communication avec l'extérieur de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU;
- les assemblages de filtres à air situés à l'intérieur ou à l'extérieur d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU, pourvu que les matériaux du filtre soient séparés par un écran métallique des parties qui pourraient provoquer l'inflammation. Cet écran peut être perforé et doit satisfaire aux prescriptions de 4.6.2 pour les fonds des ENVELOPPES CONTRE LE FEU;
- les armatures des filtres à air réalisées en matériaux de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HB à condition qu'elles soient séparées par au moins 13 mm d'air ou par un écran solide en MATÉRIAU DE CLASSE V-1, des parties électriques (autres que les fils et câbles isolés) qui, dans des conditions de défaut, sont susceptibles d'engendrer une température qui pourrait provoquer une inflammation;
- les assemblages de filtres à air situés à l'extérieur des ENVELOPPES CONTRE LE FEU réalisés en matériaux de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HB ou de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HBF.

La vérification est effectuée par examen des données du matériel et du matériau et, si nécessaire, par le ou les essais appropriés dans l'annexe A.

4.7.3.6 Matériaux utilisés dans les composants haute tension

Les composants haute tension fonctionnant à des tensions crête à crête supérieures à 4 kV doivent soit être de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-2, ou de CLASSE D'INFLAMMABILITÉ HF-2, soit être conformes à 14.4 de la CEI 60065.

La vérification est effectuée par examen des données du matériel et du matériau et, si nécessaire, par le ou les essais appropriés dans l'annexe A, ou l'essai décrit en 14.4 de la CEI 60065.

- parts which are required to have particular properties in order to perform intended functions, such as rubber rollers for paper pick-up and delivery, and ink tubes;
- tubing for air or any fluid systems, containers for powders or liquids and foamed plastic parts, provided that they are of FLAMMABILITY CLASS HB, or FLAMMABILITY CLASS HBF.

Compliance is checked by inspection of the equipment and material data sheets and, if necessary, by the appropriate test or tests of annex A.

4.7.3.5 Materials for air filter assemblies

Air filter assemblies shall be constructed of materials of FLAMMABILITY CLASS V-2, or FLAMMABILITY CLASS HF-2.

This requirement does not apply to the following constructions:

- air filter assemblies in air circulating systems, whether or not airtight, that are not intended to be vented outside the FIRE ENCLOSURE;
- air filter assemblies located inside or outside a FIRE ENCLOSURE, provided that the filter materials are separated by a metal screen from parts that could cause ignition. This screen may be perforated and shall meet the requirements of 4.6.2 for the bottoms of FIRE ENCLOSURES;
- air filter frames constructed of materials of FLAMMABILITY CLASS HB, provided that they are separated from electrical parts (other than insulated wires and cables) which under fault conditions are likely to produce a temperature that could cause ignition, by at least 13 mm of air or by a solid barrier of material of FLAMMABILITY CLASS V-1;
- air filter assemblies located externally to the FIRE ENCLOSURE, constructed of materials of FLAMMABILITY CLASS HB, or FLAMMABILITY CLASS HBF.

Compliance is checked by inspection of the equipment and material data sheets and, if necessary, by the appropriate test or tests of annex A.

4.7.3.6 Materials used in high-voltage components

High-voltage components operating at peak-to-peak voltages exceeding 4 kV shall either be of FLAMMABILITY CLASS V-2, or FLAMMABILITY CLASS HF-2, or comply with 14.4 of IEC 60065.

Compliance is checked by the inspection of the equipment and material data sheets and, if necessary, by the appropriate test or tests of annex A, or by the test described in 14.4 of IEC 60065.

Tableau 4C – Résumé des prescriptions d'inflammabilité des matériaux

Partie		Prescriptions
ENVELOPPE CONTRE LE FEU 4.7.3.2	MATÉRIELS MOBILE >18 kg et MATÉRIELS FIXES	- 5V - essai A.1
		Si <13 mm dans l'air des parties non enfermées sur lesquelles se produisent des arcs: HAI (essai A.3)
	MATÉRIELS MOBILES ≤18 kg	Si <13 mm dans l'air des parties à haute température: HWI (essai A.4)
		- V-1 - essai A.2
Parties qui obturent une ouverture	Si <13 mm dans l'air des parties non enfermées sur lesquelles se produisent des arcs: HAI (essai A.3)	
	Si <13 mm dans l'air des parties à haute température: HWI (essai A.4)	
Composants et parties, y compris les ENVELOPPES MÉCANIQUES et les ENVELOPPES ÉLECTRIQUES, à l'extérieur des ENVELOPPES CONTRE LE FEU 4.7.3.1 et 4.7.3.3		- HB - HBF - GWT 550 °C – CEI 60695-2-1/1 Pour les connecteurs et les exceptions voir 4.7.3.3
Composants et parties, y compris les ENVELOPPES MÉCANIQUES et les ENVELOPPES ÉLECTRIQUES, à l'intérieur des ENVELOPPES CONTRE LE FEU 4.7.3.4		- V-2 - HF-2 - essai A.2 - norme du composant Pour les exceptions voir 4.7.3.4
Assemblages de filtres 4.7.3.5		- V-2 - HF-2 Pour les exceptions voir 4.7.3.5
Composants haute tension (>4 kV)		- V-2 - HF-2 - essai de la CEI 60065, 14.4
<p>HAI: Essai par amorçage d'arc à courant élevé.</p> <p>HWI: Essai au fil chaud.</p> <p>GWT: Essai au fil incandescent.</p>		

Table 4C – Summary of material flammability requirements

Part		Requirement
FIRE ENCLOSURES 4.7.3.2	MOVABLE EQUIPMENT >18 kg and STATIONARY EQUIPMENT	– 5V – test A.1
		If <13 mm of air from unenclosed arcing parts: HAI (test A.3)
		If <13 mm of air from parts at high temperatures: HWI (test A.4)
	MOVABLE EQUIPMENT ≤18 kg	– V-1 – test A.2
If <13 mm of air from unenclosed arcing parts: HAI (test A.3)		
If <13 mm of air from parts at high temperatures: HWI (test A.4)		
Parts which fill an opening	– V-1 – test A.2 – component standard	
Components and parts, including MECHANICAL and ELECTRICAL ENCLOSURES, outside FIRE ENCLOSURES 4.7.3.1 and 4.7.3.3		– HB – HBF – GWT 550 °C – IEC 60695-2-1/1 For connectors and exceptions see 4.7.3.3
Components and parts, including MECHANICAL and ELECTRICAL ENCLOSURES, inside FIRE ENCLOSURES 4.7.3.4		– V-2 – HF-2 – test A.2 – component standard For exceptions see 4.7.3.4
Air filter assemblies 4.7.3.5		– V-2 – HF-2 For exceptions see 4.7.3.5
High voltage (>4 kV) components		– V-2 – HF-2 – test of IEC 60065, 14.4
<p>HAI: High Amp Ignition (also called High Current Arc Ignition).</p> <p>HWI: Hot Wire Ignition.</p> <p>GWT: Glow-Wire Test.</p>		

5 Prescriptions électriques et simulation de conditions de défauts

5.1 Courant de contact et courant dans le conducteur de protection

Dans ce paragraphe, les mesures de courant à travers des réseaux simulant l'impédance du corps humain sont désignés comme mesures de COURANT DE CONTACT.

5.1.1 Généralités

Le matériel doit être conçu et construit de façon que ni le COURANT DE CONTACT ni le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION ne puissent créer un danger de choc électrique.

La vérification est effectuée par des essais conformément à 5.1.2 à 5.1.7 compris, et si c'est applicable, à 5.1.8 (voir aussi 1.4.4).

Toutefois, s'il est clair d'après l'étude du diagramme des circuits des MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE ou des MATÉRIELS DU TYPE B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT, qui ont un CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION, que le COURANT DE CONTACT dépassera 3,5 mA efficaces, mais que le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION ne dépassera pas 5 % du courant de charge, les essais de 5.1.5, 5.1.6 et 5.1.7 ne sont pas effectués.

5.1.2 Matériel à l'essai

Les systèmes comprenant des matériels interconnectés avec des connexions individuelles à l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, doivent faire l'objet d'un essai individuel sur chaque élément du système. Les systèmes comprenant des matériels interconnectés avec une connexion commune à l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF doivent être traités comme un matériel unique. Voir aussi 1.4.10 au sujet des différentes configurations possibles.

NOTE – Les systèmes comprenant des matériels interconnectés sont spécifiés avec plus de détails dans la CEI 60990, annexe A.

Les matériels qui sont prévus pour des connexions à des sources d'alimentation multiples, dont une seule est nécessaire à la fois (par exemple pour le secours), doivent être essayés avec une seule source connectée.

Les matériels qui nécessitent une alimentation venant simultanément de deux sources ou plus, doivent être essayés avec toutes les sources d'alimentation connectées.

5.1.3 Circuit d'essai

Le matériel est essayé à l'aide du circuit de la figure 5A (pour les matériels monophasés à connecter uniquement sur des schémas d'alimentation TN étoile ou TT) ou de la figure 5B (pour les matériels triphasés à connecter uniquement sur des schémas d'alimentation TN étoile ou TT) ou, lorsque c'est approprié, un autre circuit d'essai figurant dans les figures 7, 9, 10, 12, 13 ou 14 de la CEI 60990.

L'utilisation d'un transformateur d'essai pour l'isolation est optionnel. Pour la sécurité maximale, un transformateur d'essai pour l'isolation (T dans les figures 5A et 5B) est utilisé et la borne principale de mise à la terre de protection du matériel à l'essai est mise à la terre. Toute fuite capacitive dans le transformateur doit être prise en compte. En variante à la mise à la terre du matériel à l'essai, le secondaire du transformateur d'essai et le matériel à l'essai sont laissés flottants (non mis à la terre), auquel cas il n'est pas nécessaire de tenir compte de la fuite capacitive dans le transformateur.

5 Electrical requirements and simulated abnormal conditions

5.1 Touch current and protective conductor current

In this subclause measurements of current through networks simulating the impedance of the human body are referred to as measurements of TOUCH CURRENT.

5.1.1 General

Equipment shall be so designed and constructed that neither TOUCH CURRENT nor PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT is likely to create an electric shock hazard.

Compliance is checked by testing in accordance with 5.1.2 to 5.1.7 inclusive, and, if relevant, 5.1.8 (see also 1.4.4).

However, if it is clear from a study of the circuit diagrams of either PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT or PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B, that has a PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR, that the TOUCH CURRENT will exceed 3,5 mA r.m.s., but that the PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT will not exceed 5 % of input current, the tests of 5.1.5, 5.1.6 and 5.1.7 are not made.

5.1.2 Equipment under test (EUT)

Systems of interconnected equipment with individual connections to the AC MAINS SUPPLY shall have each piece of equipment tested separately. Systems of interconnected equipment with one common connection to the AC MAINS SUPPLY shall be treated as a single piece of equipment. See also 1.4.10 regarding the inclusion of optional features.

NOTE – Systems of interconnected equipment are specified in more detail in IEC 60990, annex A.

Equipment which is designed for connection to multiple power sources, only one of which is required at a time (e.g. for backup) shall be tested with only one source connected.

Equipment requiring power simultaneously from two or more power sources shall be tested with all power sources connected.

5.1.3 Test circuit

Equipment is tested using the test circuit in figure 5A (for single-phase equipment to be connected only to a star TN or TT power distribution system) or figure 5B (for three-phase equipment to be connected only to a star TN or TT power distribution system) or where appropriate, another test circuit from IEC 60990, figures 7, 9, 10, 12, 13 or 14.

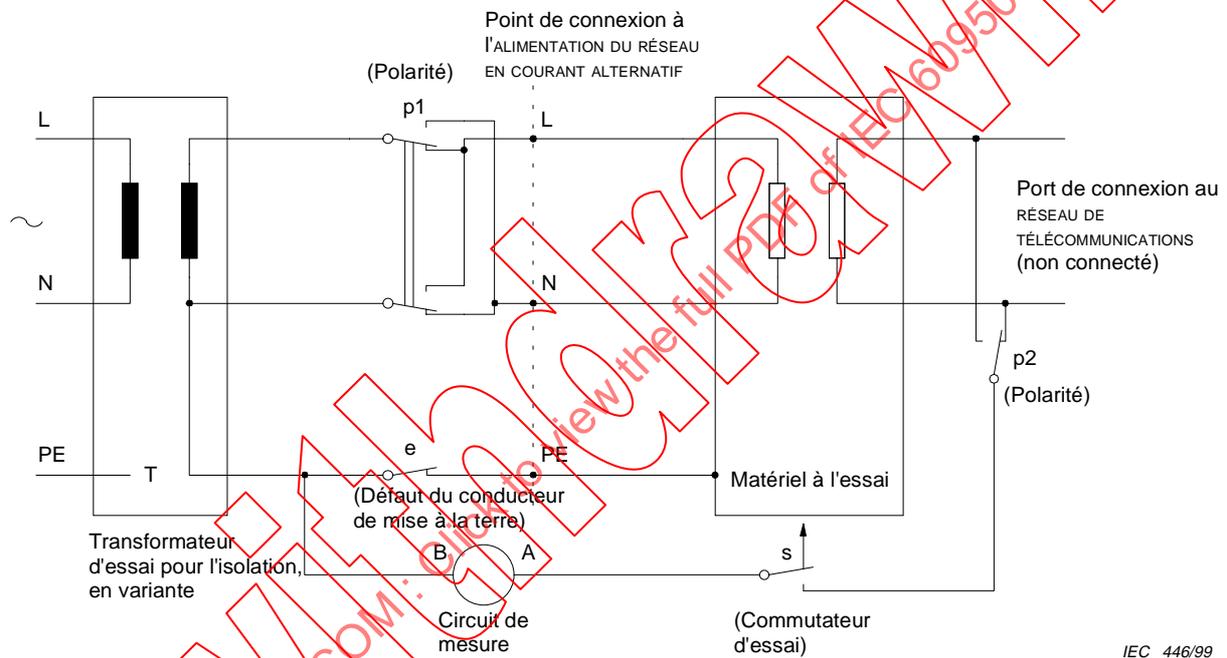
The use of a test transformer for isolation is optional. For maximum safety, a test transformer for isolation (T in figures 5A and 5B) is used and the main protective earthing terminal of the EUT is earthed. Any capacitive leakage in the transformer shall then be taken into account. As an alternative to earthing the EUT, the test transformer secondary and the EUT are left floating (not earthed) in which case capacitive leakage in the transformer need not be taken into account.

Si le transformateur *T* n'est pas utilisé, le matériel est placé sur un support isolant et des précautions adéquates de sécurité sont prises dans l'éventualité de la mise sous TENSION DANGEREUSE de la MASSE du matériel.

Les matériels à connecter sur un schéma d'alimentation IT, sont essayés en conséquence (voir les figures 9, 10 et 12 de la CEI 60990). De tels matériels peuvent aussi être connectés sur des schémas d'alimentation TN ou TT.

Un matériel monophasé destiné à fonctionner entre deux conducteurs de phase est essayé à l'aide d'un circuit d'essai triphasé tel que sur la figure 5B.

S'il y a un inconvénient à essayer le matériel à la tension d'alimentation la plus défavorable (voir 1.4.5), il est permis de faire l'essai à n'importe quelle tension disponible dans la PLAGE NOMINALE DE TENSIONS ou dans la tolérance de la TENSION NOMINALE, et de calculer ensuite les résultats.



IEC 446/99

NOTE - Cette figure est issue de la figure 6 de la CEI 60990.

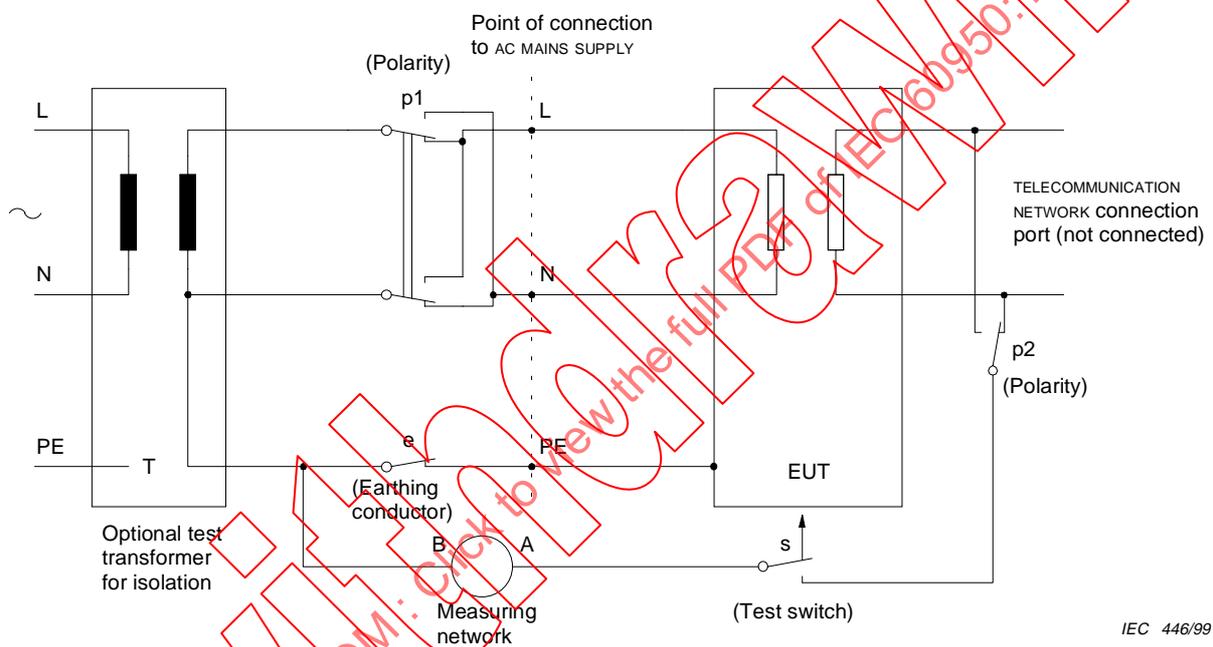
Figure 5A - Circuit d'essai pour le courant de contact d'un matériel monophasé sur des schémas d'alimentation TN étoile ou TT

If transformer *T* is not used, the equipment is mounted on an insulating stand, and appropriate safety precautions are taken in view of the possibility of the BODY of the equipment being at a HAZARDOUS VOLTAGE.

Equipment to be connected to an IT power distribution system is tested accordingly (see figures 9, 10 and 12 of IEC 60990). Such equipment may also be connected to a TN or TT power distribution system.

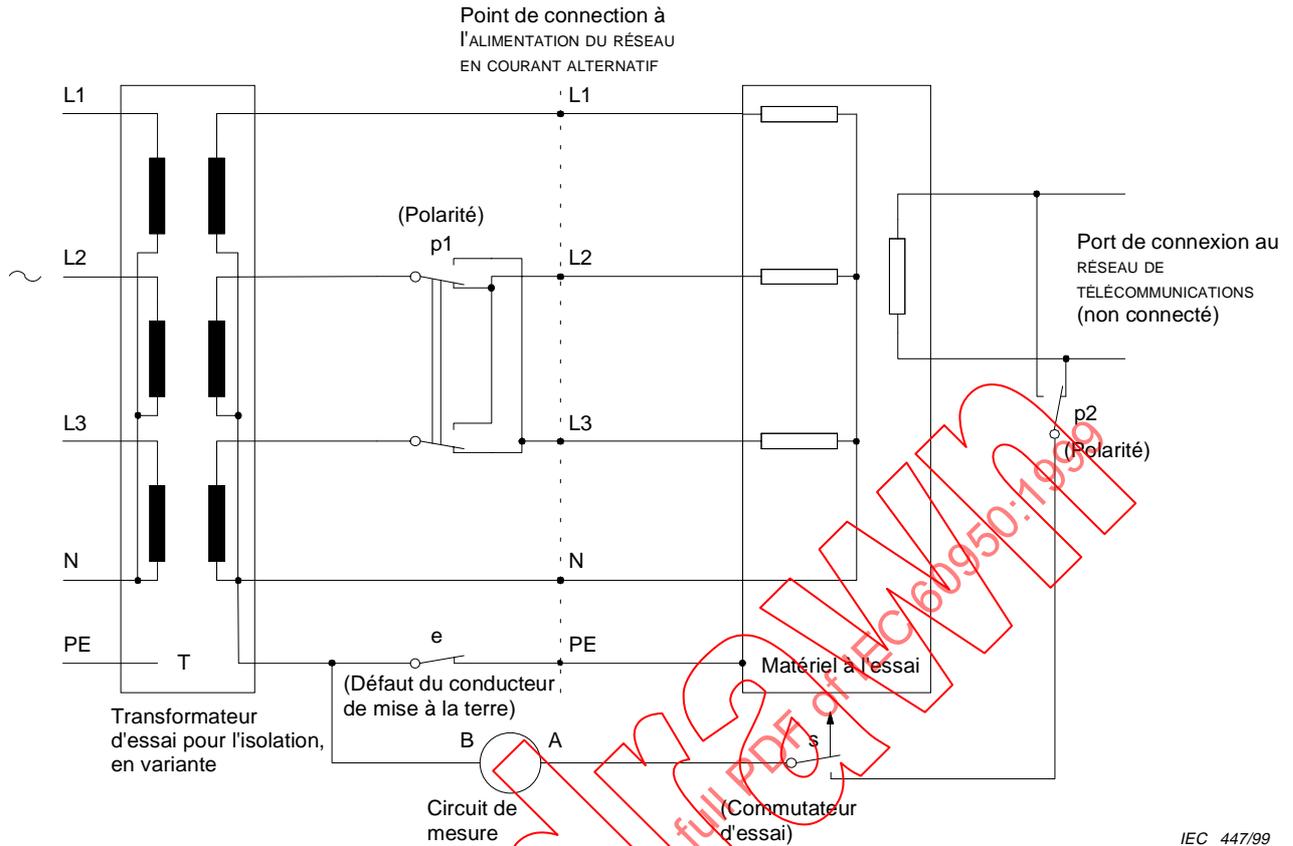
Single-phase equipment intended to be operated between two line conductors is tested using a three-phase test circuit such as figure 5B.

If it is inconvenient to test equipment at the most unfavourable supply voltage (see 1.4.5), it is permitted to test the equipment at any available voltage within the tolerance of RATED VOLTAGE or within the RATED VOLTAGE RANGE, and then calculate the results.



NOTE – This figure is derived from IEC 60990, figure 6.

Figure 5A – Test circuit for touch current of single-phase equipment on a star TN or TT power supply system



NOTE – Cette figure est issue de la figure 11 de la CEI 60990.

Figure 5B – Circuit d'essai pour le courant de contact d'un matériel triphasé sur des schémas d'alimentation TN étoile ou TT

5.1.4 Application de l'instrument de mesure

Les essais sont effectués à l'aide de l'un des instruments de mesure de l'annexe D, ou de tout autre circuit donnant les mêmes résultats.

L'extrémité B de l'instrument de mesure est connectée au conducteur mis à la terre (neutre) de l'alimentation (voir figure 5A ou 5B).

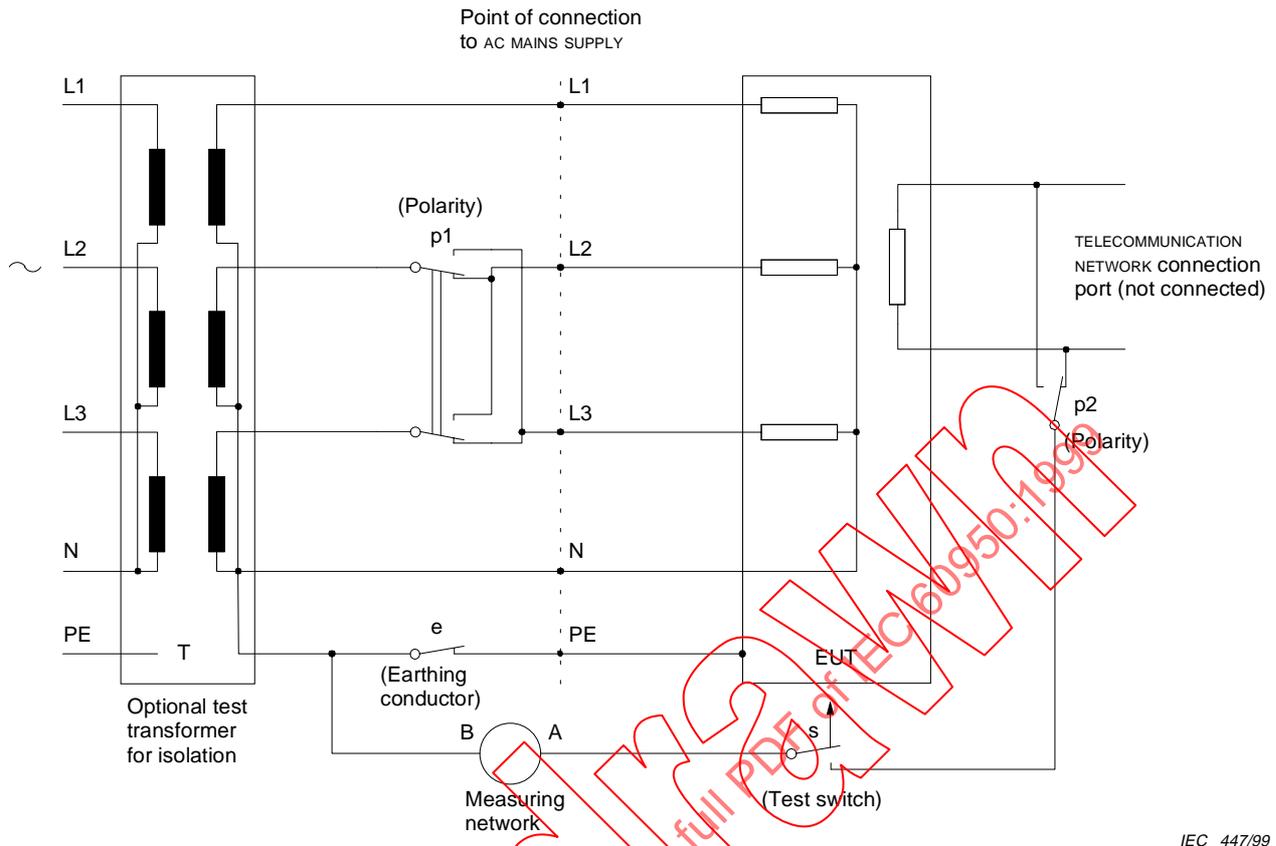
L'extrémité A de l'instrument de mesure est connectée comme spécifié en 5.1.5.

Pour une partie accessible non conductrice, l'essai est effectué vers une feuille métallique de dimensions 10 cm × 20 cm en contact avec la partie. Si la surface de la feuille est plus petite que la surface en essai, la feuille est déplacée pour essayer toutes les parties de la surface. Lorsqu'on utilise une feuille métallique adhésive, l'adhésif doit être conducteur. Des précautions sont prises pour empêcher que la feuille métallique n'affecte la dissipation de chaleur du matériel.

NOTE 1 – Cet essai simule le contact de la main.

Les parties conductrices qui sont connectées fortuitement à d'autres parties sont essayées à la fois comme parties connectées et comme parties déconnectées.

NOTE 2 – Les parties connectées fortuitement sont décrites avec plus de détails dans la CEI 60990, annexe C.



IEC 447/99

NOTE – This figure is derived from IEC 60990, figure 11.

Figure 5B – Test circuit for touch current of three-phase equipment on a star TN or TT power supply system

5.1.4 Application of measuring instrument

Tests are conducted using one of the measuring instruments in annex D, or any other circuit giving the same results.

Terminal B of the measuring instrument is connected to the earthed (neutral) conductor of the supply (see figure 5A or 5B).

Terminal A of the measuring instrument is connected as specified in 5.1.5.

For an accessible non-conductive part, the test is made to metal foil having dimensions of 10 cm × 20 cm in contact with the part. If the area of the foil is smaller than the surface under test, the foil is moved so as to test all parts of the surface. Where adhesive metal foil is used, the adhesive shall be conductive. Precautions are taken to prevent the metal foil from affecting the heat dissipation of the equipment.

NOTE 1 – The foil test simulates hand contact.

Accessible conductive parts that are incidentally connected to other parts are tested both as connected and disconnected parts.

NOTE 2 – Incidentally connected parts are described in more detail in IEC 60990, annex C.

5.1.5 Procédure d'essai

Pour les matériels ayant une connexion de mise à la terre de protection ou une connexion de MISE A LA TERRE FONCTIONNELLE, l'extrémité A de l'instrument de mesure est connectée par l'intermédiaire de l'interrupteur de mesure «s», à la borne de mise à la terre du matériel à l'essai, l'interrupteur «e» du conducteur de mise à la terre étant ouvert.

L'essai est aussi effectué, sur tous les matériels, avec l'extrémité A du réseau de mesure connecté par l'intermédiaire de l'interrupteur de mesure «s», à chaque partie accessible non mise à la terre ou non conductrice et à chaque circuit accessible non mis à la terre, à tour de rôle, l'interrupteur «e» du conducteur de mise à la terre étant fermé.

Pour les MATÉRIELS DE TYPE A RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT ayant une connexion de mise à la terre de protection, un essai est également effectué avec, à la fois, l'interrupteur e du conducteur de mise à la terre et l'interrupteur du neutre n ouverts.

De plus:

- pour les matériels monophasés, les essais sont répétés en polarité inversée (interrupteur «p1»);
- pour les matériels triphasés, les essais sont répétés en polarité inversée (interrupteur «p1») à moins que le matériel ne soit sensible à la séquence de phases.

Lors des essais des matériels triphasés, tous les composants utilisés pour des raisons de CEM et reliés entre phase et terre sont déconnectés un par un. A cet effet, les groupes de composants en parallèle reliés par une connexion unique sont traités comme des composants uniques. Chaque fois qu'on déconnecte une connexion à la terre du composant, la séquence de manoeuvre des interrupteurs est répétée.

NOTE – Si les filtres sont normalement enrobés, il peut être nécessaire de fournir un filtre non enrobé pour cet essai ou de simuler le réseau du filtre.

Pour chaque position de l'instrument de mesure, tous les interrupteurs dans le CIRCUIT PRIMAIRE et susceptibles d'être manoeuvrés en usage normal, sont ouverts et fermés dans toutes les combinaisons possibles.

Après application de chacune des conditions d'essai, le matériel est ramené à son état de fonctionnement d'origine, c'est-à-dire sans défaut ou dommage consécutif.

5.1.6 Mesures des essais

Soit la valeur efficace de la tension U_2 est mesurée à l'aide de l'instrument de mesure de la figure D.1, soit la valeur efficace du courant est mesurée à l'aide de l'instrument de mesure de la figure D.2.

L'instrument D.1 permet une mesure plus précise que l'instrument D.2 si la forme d'onde est non-sinusoïdale et si la fréquence fondamentale dépasse 100 Hz.

En variante, la valeur de crête de la tension U_2 est mesurée à l'aide de l'instrument de mesure décrit à l'article D.1.

Si la tension U_2 est mesurée à l'aide de l'instrument de mesure décrit à l'article D.1, la calcul suivant est utilisé:

$$\text{COURANT DE CONTACT (A)} = U_2 / 500$$

NOTE – Bien que les valeurs efficaces du COURANT DE CONTACT aient traditionnellement été mesurées, les valeurs de crête fournissent une meilleure corrélation avec la réponse du corps humain aux formes d'onde de courant non-sinusoïdal.

Aucune des valeurs mesurées conformément à 5.1.6 ne doit dépasser la limite correspondante du tableau 5A, à l'exception de ce qui est permis en 5.1.7.

5.1.5 Test procedure

For equipment having a protective earthing connection or a FUNCTIONAL EARTHING connection, terminal A of the measuring instrument is connected via measurement switch "s" to the equipment earthing terminal of the EUT, with the earthing conductor switch "e" open.

The test is also carried out, on all equipment, with terminal A of the measuring network connected via measurement switch "s" to each unearthed or non-conductive accessible part and each unearthed accessible circuit, in turn, with the earthing conductor switch "e" closed.

Additionally:

- for single-phase equipment, the tests are repeated in reverse polarity (switch "p1");
- for three-phase equipment, the tests are repeated in reverse polarity (switch "p1") unless the equipment is sensitive to phase sequence.

When testing three-phase equipment, any components used for EMC purposes and connected between line and earth are disconnected one at a time; for this purpose, groups of components in parallel connected through a single connection are treated as single components. Each time a line-to-earth component is disconnected the sequence of switch operations is repeated.

NOTE – Where filters are normally encapsulated, it may be necessary to provide an unencapsulated unit for test or to simulate the filter network.

For each placement of the measuring instrument, any switches in the PRIMARY CIRCUIT and likely to be operated in normal use are open and closed in all possible combinations.

After applying each test condition, the equipment is restored to its original condition, i.e. without fault or consequential damage.

5.1.6 Test measurements

Either the r.m.s. value of the voltage U_2 is measured using the measuring instrument of figure D.1, or the r.m.s. value of the current is measured using the measuring instrument of figure D.2.

The D.1 instrument gives a more accurate measurement than the D.2 instrument if the waveform is non-sinusoidal and the fundamental frequency exceeds 100 Hz.

Alternatively, the peak value of the voltage U_2 is measured using the measuring instrument described in clause D.1.

If the voltage U_2 is measured using the measuring instrument described in clause D.1, the following calculation is used:

$$\text{TOUCH CURRENT (A)} = U_2 / 500$$

NOTE – Although r.m.s. values of TOUCH CURRENT have traditionally been measured, peak values provide better correlation with the response of the human body to non-sinusoidal current waveforms.

None of the values measured in accordance with 5.1.6 shall exceed the relevant limits in table 5A, except as permitted in 5.1.7.

Tableau 5A – Courant maximal

Type de matériel	Borne A de l'instrument de mesure reliée à:	COURANT DE CONTACT maximal mA efficace ¹⁾	COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION maximal
Tous les matériels	Parties accessibles et circuits non connectés à la terre de protection	0,25	-
PORTATIFS	Borne principale de mise à la terre de protection (si elle existe)	0,75	-
PORTABLES (autres que PORTATIFS mais y compris les TRANSPORTABLES)		3,5	-
FIXES, TYPE A RELIÉS PAR PRISE DE COURANT		3,5	-
Tous les autres MATÉRIELS FIXES - non soumis aux conditions de 5.1.7 - soumis aux conditions de 5.1.7		3,5 -	- 5 % du courant d'entrée
¹⁾ Si des valeurs de crête de COURANT DE CONTACT sont mesurées, les valeurs maximales sont obtenues en multipliant les valeurs efficaces par 1,414.			

5.1.7 Matériel avec un courant de contact dépassant 3,5 mA

Pour un MATÉRIEL FIXE RELIÉ À DEMEURE ou un MATÉRIEL FIXE DE TYPE B RACCORDÉ PAR PRISE DE COURANT et qui a une borne principale de mise à la terre de protection, si la mesure du COURANT DE CONTACT dépasse 3,5 mA valeur efficace, toutes les conditions suivantes s'appliquent:

- le COURANT efficace DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION ne doit pas dépasser 5 % du courant de charge par phase dans les conditions normales de fonctionnement. Si la charge n'est pas équilibrée, il faut utiliser pour ce calcul le plus élevé des courants sur les trois phases. Pour mesurer le COURANT DU CONDUCTEUR DE PROTECTION, la procédure pour mesurer le COURANT DE CONTACT est utilisée, mais l'appareil de mesure est remplacé par un ampèremètre à impédance négligeable; et
- la section du CONDUCTEUR DE LIAISON DE PROTECTION ne doit pas être inférieure à celle des conducteurs dans le tableau 3B (voir 3.2.5), avec un minimum de 1,0 mm² sur le parcours du COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION; et
- une des étiquettes suivante, ou une étiquette portant une phrase analogue, doit être fixée au voisinage de la connexion de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF:

ATTENTION
COURANT DE FUITE ÉLEVÉ
RACCORDEMENT À LA TERRE
INDISPENSABLE
AVANT LE RACCORDEMENT À
L'ALIMENTATION

ATTENTION
COURANT DE CONTACT ÉLEVÉ
RACCORDEMENT À LA TERRE
INDISPENSABLE
AVANT LE RACCORDEMENT À
L'ALIMENTATION

NOTE – Voir également la CEI 60364-7-707.

Table 5A – Maximum current

Type of equipment	Terminal A of measuring instrument connected to:	Maximum TOUCH CURRENT mA r.m.s. ¹⁾	Maximum PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT
All equipment	Accessible parts and circuits not connected to protective earth	0,25	–
HAND-HELD	Equipment main protective earthing terminal (if any)	0,75	–
MOVABLE (other than HAND-HELD, but including TRANSPORTABLE EQUIPMENT)		3,5	–
STATIONARY, PLUGGABLE TYPE A		3,5	–
All other STATIONARY EQUIPMENT – not subject to the conditions of 5.1.7 – subject to the conditions of 5.1.7		3,5 –	– 5 % of input current
1) If peak values of TOUCH CURRENT are measured, the maximum values obtained by multiplying the r.m.s. values by 1,414.			

5.1.7 Equipment with touch current exceeding 3,5 mA

For STATIONARY PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT or STATIONARY PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B having a main protective earthing terminal, if the TOUCH CURRENT measurements exceed 3,5 mA r.m.s., all of the following conditions apply:

- the r.m.s. PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT shall not exceed 5 % of the input current per line under normal operating conditions. If the load is unbalanced, the largest of the three line currents shall be used for this calculation. To measure the PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT, the procedure for measuring TOUCH CURRENT is used but the measuring instrument is replaced by an ammeter of negligible impedance; and
- the cross-sectional area of the PROTECTIVE BONDING CONDUCTOR shall be not be less than that of the conductors in table 3B (see 3.2.5), with a minimum of 1,0 mm² in the path of high PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT; and
- one of the following labels, or a label with similar wording, shall be affixed adjacent to the equipment AC MAINS SUPPLY connection:

WARNING
HIGH LEAKAGE CURRENT
EARTH CONNECTION ESSENTIAL
BEFORE CONNECTING SUPPLY

WARNING
HIGH TOUCH CURRENT
EARTH CONNECTION ESSENTIAL
BEFORE CONNECTING SUPPLY

NOTE – Attention is drawn to IEC 60364-7-707.

5.1.8 Courants de contact transmis vers des réseaux de télécommunications, ou reçu des réseaux de télécommunications

NOTE – Dans le présent paragraphe, les références aux «ports de connexion du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS» (ou ports de télécommunications) sont destinées à couvrir les points de connexion auxquels un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est destiné à être raccordé. De telles références ne sont pas destinées à inclure d'autres ports de données, tels que ceux qui sont communément identifiés comme série, parallèles, clavier, jeu, levier, etc.

5.1.8.1 Limitation du courant de contact transmis à un réseau de télécommunications

Le COURANT DE CONTACT d'un matériel alimenté par une ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF vers un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS doit être limité.

La vérification est effectuée à l'aide du circuit d'essai détaillé en 5.1.3.

Les essais ne sont pas effectués sur les matériels dans lesquels le circuit à relier à un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est connecté à la borne de mise à la terre de protection ou à la borne de MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE dans le matériel. Le courant du matériel à l'essai vers le RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est considéré comme étant égal à zéro.

Pour les matériels ayant plus d'un circuit à connecter au RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, l'essai est effectué sur un seul exemple de chaque type de circuit.

Pour les matériels qui n'ont pas de borne principale de mise à la terre de protection, l'interrupteur du conducteur de protection «e», s'il est connecté à une borne de MISE À LA TERRE FONCTIONNELLE sur le matériel à l'essai, est laissé ouvert. Sinon il est fermé.

La borne B de l'instrument de mesure est connectée au conducteur mis à la terre (neutre) de l'alimentation. La borne A est connectée par l'intermédiaire de l'interrupteur de mesure «s» et l'interrupteur de polarité «p2» au port de connexion du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS.

Pour les matériels monophasés l'essai est effectué dans toutes les combinaisons des interrupteurs de polarité «p1» et «p2».

Pour les matériels triphasés, l'essai est effectué dans les deux positions de l'interrupteur de polarité «p2».

Après application de chacune des conditions d'essai, le matériel est ramené à son état de fonctionnement d'origine.

Les mesures d'essai sont effectuées à l'aide de l'un des instruments de mesure de l'annexe D comme décrit en 5.1.6.

Aucune des valeurs mesurées conformément à 5.1.8.1 ne doit dépasser 0,25 mA efficace.

5.1.8.2 Sommation des courants de contact reçus des réseaux de télécommunications

NOTE – L'annexe W explique la base de 5.1.8.2.

Un matériel à l'essai qui fournit des ports de connexion du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS pour la connexion de multiples éléments d'autres matériels de télécommunications, ne doit pas créer un danger pour les UTILISATEURS et le PERSONNEL D'ENTRETIEN DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS du fait de la sommation des courants de contacts.

5.1.8 Touch currents to and from telecommunication networks

NOTE – In this subclause, references to "TELECOMMUNICATION NETWORK connection ports" (or telecommunication ports) are intended to cover those connection points to which a TELECOMMUNICATION NETWORK is intended to be attached. Such references are not intended to include other data ports, such as those commonly identified as serial, parallel, keyboard, game, joystick, etc.

5.1.8.1 Limitation of the touch current to a telecommunication network

The TOUCH CURRENT from equipment supplied from the AC MAINS SUPPLY to a TELECOMMUNICATION NETWORK shall be limited.

Compliance is checked using the test circuit detailed in 5.1.3.

The tests are not applied to equipment where the circuit to be connected to a TELECOMMUNICATION NETWORK is connected to a protective earthing or FUNCTIONAL EARTHING terminal in the equipment; the current from the EUT to the TELECOMMUNICATION NETWORK is considered to be zero.

For equipment having more than one circuit to be connected to a TELECOMMUNICATION NETWORK, the test is applied to only one example of each type of circuit.

For equipment that has no main protective earthing terminal, the earthing conductor switch "e", if connected to a FUNCTIONAL EARTHING terminal on the EUT, is left open. Otherwise it is closed.

Terminal B of the measuring instrument is connected to the earthed (neutral) conductor of the supply. Terminal A is connected via the measurement switch "s" and the polarity switch "p2" to the TELECOMMUNICATION NETWORK connection port.

For single-phase equipment, the test is made in all combinations of the polarity switches "p1" and "p2".

For three-phase equipment, the test is made in both positions of polarity switch "p2".

After applying each test condition, the equipment is restored to its original operating state.

Test measurements are made using one of the measuring instruments of annex D as described in 5.1.6.

None of the values measured in accordance with 5.1.8.1 shall exceed 0,25 mA r.m.s.

5.1.8.2 Summation of touch currents from telecommunication networks

NOTE – Annex W explains the background to 5.1.8.2.

An EUT that provides TELECOMMUNICATION NETWORK connection ports for connection of multiple items of other telecommunication equipment, shall not create a hazard for USERS and TELECOMMUNICATION NETWORK SERVICE PERSONNEL due to summation of TOUCH CURRENT.

Dans ces prescriptions, les abréviations ont la signification suivante:

- I_1 est le COURANT DE CONTACT reçu d'autres matériels par l'intermédiaire d'un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS au port de télécommunication du matériel à l'essai;
- $\sum I_1$ est la somme des COURANTS DE CONTACT reçus d'autres matériels à tous les ports de télécommunications du matériel à l'essai;
- I_2 est le COURANT DE CONTACT dû à l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF du matériel à l'essai.

Il doit être supposé que chaque port de télécommunications reçoit 0,25 mA (I_1) de l'autre matériel, à moins que l'on sache que le courant réel venant de l'autre matériel est inférieur.

Les prescriptions suivantes, a) ou b) suivant celle qui s'applique, doivent être respectées:

a) matériel à l'essai avec des ports de télécommunications mis à la terre

Pour un matériel à l'essai dans lequel chaque port de télécommunications est relié à la borne de mise à la terre de protection du matériel à l'essai, les points suivants 1), 2) et 3) doivent être pris en considération:

- 1) si $\sum I_1$ (non compris I_2) dépasse 3,5 mA:
 - le matériel doit être équipé d'une possibilité de connexion permanente à la terre de protection en plus du CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION dans le câble d'alimentation des MATÉRIELS DE TYPE A OU B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT; et
 - les instructions d'installation doivent spécifier la fourniture d'une connexion permanente à la terre de protection, avec une section au moins égale à 2,5 mm², si elle a une protection mécanique, sinon de 4,0 mm²; et
 - une des étiquettes suivantes, ou une étiquette portant une phrase analogue, doit être fixée au voisinage de la connexion permanente à la terre:

ATTENTION
COURANT DE FUITE ÉLEVÉ
RACCORDEMENT À LA TERRE
INDISPENSABLE
AVANT LE RACCORDEMENT
AU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

ATTENTION
COURANT DE CONTACT ÉLEVÉ
RACCORDEMENT À LA TERRE
INDISPENSABLE
AVANT LE RACCORDEMENT
AU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Il est permis de combiner cette étiquette avec celle de 5.1.7.

- 2) $\sum I_1$ plus I_2 doit satisfaire aux limites du tableau 5A (voir 5.1.6).
- 3) Si c'est applicable, un tel matériel doit satisfaire à 5.1.7. La valeur de I_2 doit être utilisée pour calculer la limite de 5 % du courant d'entrée par phase spécifiée en 5.1.7.

La vérification de la conformité au point a) est effectuée par examen et, si nécessaire par un essai.

Si le matériel est équipé d'une possibilité de connexion permanente à la terre de protection conformément au point 1) ci-dessus, il n'est pas nécessaire de faire des mesures, excepté que I_2 doit satisfaire aux prescriptions applicables de 5.1.

In these requirements, abbreviations have the following meanings:

- I_1 is the TOUCH CURRENT received from other equipment via a TELECOMMUNICATION NETWORK at a telecommunication port of the EUT;
- $\sum I_1$ is the summation of TOUCH CURRENTS received from other equipment at all such telecommunication ports of the EUT;
- I_2 is the TOUCH CURRENT due to the AC MAINS SUPPLY of the EUT.

It shall be assumed that each telecommunication port receives 0,25 mA (I_1) from the other equipment, unless the actual current from the other equipment is known to be lower.

The following requirements, a) or b) as applicable, shall be met:

a) EUT with earthed telecommunication ports

For an EUT in which each telecommunication port is connected to the main protective earthing terminal of the EUT, the following items 1), 2) and 3) shall be considered:

- 1) If $\sum I_1$ (not including I_2) exceeds 3,5 mA:
 - the equipment shall have provision for a permanent connection to protective earth in addition to the PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR in the power supply cord of PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A or B; and
 - the installation instructions shall specify the provision of a permanent connection to protective earth with a cross-sectional area of not less than 2,5 mm², if mechanically protected, or otherwise 4,0 mm²; and
 - one of the following labels, or a label with similar wording, shall be affixed adjacent to the permanent earth connection:

WARNING
HIGH LEAKAGE CURRENT
EARTH CONNECTION ESSENTIAL
BEFORE MAKING
TELECOMMUNICATION NETWORK
CONNECTIONS

WARNING
HIGH TOUCH CURRENT
EARTH CONNECTION ESSENTIAL
BEFORE MAKING
TELECOMMUNICATION NETWORK
CONNECTIONS

It is permitted to combine this label with the label in 5.1.7.

- 2) $\sum I_1$ plus I_2 shall comply with the limits in table 5A (see 5.1.6).
- 3) If relevant, such equipment shall comply with 5.1.7. The value of I_2 shall be used to calculate the 5 % input current limit per phase specified in 5.1.7.

Compliance with item a) is checked by inspection and if necessary by test.

If the equipment has provision for a permanent protective earth connection in accordance with item 1) above, it is not necessary to make any measurements, except that I_2 shall comply with the relevant requirements of 5.1.

Les essais de COURANT DE CONTACT, s'ils sont nécessaires, sont effectués à l'aide de l'instrument de mesure convenable décrit à l'annexe D ou de tout autre instrument donnant les mêmes résultats. Une source en courant alternatif à couplage capacitif de la même fréquence de ligne et phase que l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF est appliquée à chaque port de télécommunications de façon que 0,25 mA, ou le courant réel venant du matériel si on sait qu'il est inférieur, soit disponible pour traverser ce port de télécommunications. Le courant circulant dans le conducteur de protection est alors mesuré.

b) matériel à l'essai dont les ports de télécommunications n'ont pas de référence par rapport à la terre de protection

Si les ports de télécommunications sur le matériel n'ont pas de connexion commune, chaque port de télécommunications doit satisfaire à 5.1.8.1.

Si tous les ports de télécommunications ou si un groupe de tels ports ont une connexion commune, le COURANT DE CONTACT total de chaque connexion commune ne doit pas dépasser 3,5 mA.

La vérification de la conformité au point b) est effectuée par examen et, si nécessaire par les essais de 5.1.8.1 ou, s'il y a des points de connexion commune, par l'essai suivant:

Une source en courant alternatif à couplage capacitif de même fréquence de ligne et de même phase que l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF est appliquée à chaque port de télécommunications de façon que 0,25 mA, ou le courant réel venant du matériel si l'on sait qu'il est inférieur, soit disponible pour traverser ce port de télécommunications. Les points de connexion communs sont essayés conformément à 5.1, que ces points soient accessibles ou non.

5.2 Rigidité diélectrique

NOTE – Lorsque l'on fait référence à l'essai de rigidité diélectrique de 5.2 dans d'autres parties de cette norme, on considère que l'essai de rigidité diélectrique est effectué à chaud conformément à 5.2.1.

Lorsque l'on fait une référence spécifique à l'essai de rigidité diélectrique conformément à 5.2.2 dans d'autres parties de cette norme, on considère que l'essai de rigidité diélectrique est effectué sans le chauffage préalable donné en 5.2.1.

5.2.1 Généralités

La rigidité diélectrique de l'isolation solide utilisée dans le matériel doit être appropriée.

La vérification est effectuée conformément à 5.2.2 alors que le matériel est encore en bonne condition de température immédiatement après l'essai d'échauffement comme spécifié en 4.5.1.

Si les composants et les sous-ensembles sont essayés séparément à l'extérieur du matériel, ils sont portés à la température atteinte par cette partie pendant l'essai d'échauffement, par exemple en les plaçant dans une étuve, avant l'essai de rigidité diélectrique. Toutefois, il est permis que les essais de rigidité diélectrique des matériaux en couches minces pour l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCÉE référencés en 2.10.5.2 soient effectués à la température ambiante.

5.2.2 Procédure d'essai

L'isolation est soumise soit à une tension pratiquement sinusoïdale, de 50 Hz ou 60 Hz, soit à une TENSION CONTINUE de valeur égale à la valeur de crête de la tension d'essai alternative prescrite. Sauf spécification contraire dans d'autres parties de cette norme, les tensions d'essai sont conformes aux valeurs spécifiées dans le tableau 5B pour l'application de l'ISOLATION (FONCTIONNELLE, PRINCIPALE, SUPPLÉMENTAIRE ou RENFORCÉE) et la TENSION DE SERVICE (U), comme déterminé en 2.10.2, à travers l'isolation. Les valeurs en courant continu de la TENSION DE SERVICE doivent être utilisées pour les TENSIONS CONTINUES et les valeurs de crête pour les autres tensions.

TOUCH CURRENT tests, if necessary, are made using the relevant measuring instrument described in annex D or any other instrument giving the same results. A capacitively coupled a.c. source of the same line frequency and phase as the AC MAINS SUPPLY is applied to each telecommunication port such that 0,25 mA, or the actual current from other equipment if known to be lower, is available to flow into that telecommunication port. The current flowing in the earthing conductor is then measured.

b) EUT whose telecommunication ports have no reference to protective earth

If the telecommunication ports on the EUT do not have a common connection, each telecommunication port shall comply with 5.1.8.1.

If all telecommunication ports or any groups of such ports have a common connection, the total TOUCH CURRENT from each common connection shall not exceed 3,5 mA.

Compliance with item b) is checked by inspection and if necessary by the tests of 5.1.8.1 or, if there are common connection points, by the following test:

A capacitively coupled a.c. source of the same frequency and phase as the AC MAINS SUPPLY is applied to each telecommunication port such that 0,25 mA, or the actual current from the other equipment if known to be lower, is available to flow into that telecommunication port. Common connection points are tested in accordance with 5.1, whether or not the points are accessible.

5.2 Electric strength

NOTE – Where specific reference to conducting the electric strength test according to 5.2 is made in other parts of this standard, it is intended that the electric strength test be conducted with the equipment in a well-heated condition according to 5.2.1.

Where specific reference to conducting the electric strength test according to 5.2.2 is made in other parts of this standard, it is intended that the electric strength test be conducted without preheating according to 5.2.1.

5.2.1 General

The electric strength of the solid insulation used in the equipment shall be adequate.

Compliance is checked in accordance with 5.2.2 while the equipment is still in a well-heated condition immediately following the heating test as specified in 4.5.1.

If components or subassemblies are tested separately outside the equipment, they are brought to the temperature attained by that part during the heating test (e.g. by placing them in an oven) prior to performing the electric strength test. However, it is permitted to conduct electric strength testing of thin sheet material for SUPPLEMENTARY INSULATION or REINFORCED INSULATION, referenced in 2.10.5.2, at room temperature.

5.2.2 Test procedure

The insulation is subjected either to a voltage of substantially sine-wave form having a frequency of 50 Hz or 60 Hz, or to a DC VOLTAGE equal to the peak voltage of the prescribed a.c. test voltage. Unless otherwise specified elsewhere in this standard, test voltages are as specified in table 5B for the appropriate grade of INSULATION (FUNCTIONAL, BASIC, SUPPLEMENTARY or REINFORCED) and the WORKING VOLTAGE (U), determined in 2.10.2, across the insulation. DC values of WORKING VOLTAGE shall be used for DC VOLTAGES and peak values for other voltages.

La tension appliquée à l'isolation à l'essai est amenée progressivement de zéro à la tension prescrite, et maintenue à cette valeur pendant 60 s.

NOTE 1 – Si des ESSAIS INDIVIDUELS DE SÉRIE sont prescrits dans d'autres parties de cette norme, il est permis de réduire à 1 s la durée de l'essai de rigidité diélectrique.

Il ne doit pas se produire de rupture de l'isolation pendant l'essai.

On considère qu'il s'est produit une rupture de l'isolation lorsque le courant qui circule par l'effet de l'application de la tension d'essai augmente rapidement d'une façon incontrôlée, c'est-à-dire que l'isolation n'empêche plus la circulation du courant. L'effet corona ou un simple contournement momentané n'est pas considéré comme une perforation de l'isolation.

Les revêtements isolants sont essayés avec une feuille métallique en contact avec la surface isolante. Cette procédure est limitée aux endroits où l'isolation est présumée faible, par exemple aux endroits où des arêtes vives métalliques se trouvent sous l'isolation. Lorsque c'est possible, les revêtements d'isolation sont essayés séparément. On veille à ce que la feuille métallique soit placée de telle façon qu'il ne se produise pas de contournement aux bords de l'isolation. Lorsqu'une feuille métallique adhésive est utilisée, l'adhésif doit être conducteur.

Pour éviter les dommages aux composants ou aux isolations qui ne sont pas concernés par l'essai, il est permis de déconnecter les circuits intégrés ou analogues ainsi que d'utiliser une liaison équipotentielle.

Pour le matériel comportant à la fois une ISOLATION RENFORCEE et des natures d'isolation plus faibles, on veille à ce que la tension appliquée à l'ISOLATION RENFORCEE ne produise pas de contraintes trop élevées sur l'ISOLATION PRINCIPALE ou sur l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE.

NOTE 2 – Lorsqu'il y a des condensateurs sur l'isolation à l'essai (par exemple, condensateurs d'antiparasitage), il est recommandé d'utiliser des tensions d'essai continues.

NOTE 3 – Il y a lieu de déconnecter les composants qui fournissent un chemin en courant continu en parallèle avec l'isolation à essayer, tels que les résistances de décharge des condensateurs de filtre et les dispositifs de limitation de tension.

Lorsque l'isolation d'un enroulement de transformateur varie le long de la longueur de l'enroulement conformément à 2.10.10, une méthode d'essai de rigidité diélectrique qui en tient compte est utilisée.

NOTE 4 – Un exemple d'une telle méthode d'essai est une méthode dans laquelle une tension d'essai induite appliquée à une fréquence suffisamment élevée pour éviter la saturation du transformateur. On augmente la tension d'entrée jusqu'à une valeur qui induit une tension de sortie égale à la tension d'essai requise.

Aucun essai n'est appliqué à l'ISOLATION FONCTIONNELLE à moins que 5.3.4 b) n'ait été choisi.

The voltage applied to the insulation under test is gradually raised from zero to the prescribed voltage and held at that value for 60 s.

NOTE 1 – For ROUTINE TESTS specified elsewhere in this standard, it is permitted to reduce the duration of the electric strength test to 1 s.

There shall be no insulation breakdown during the test.

Insulation breakdown is considered to have occurred when the current which flows as a result of the application of the test voltage rapidly increases in an uncontrolled manner, i.e. the insulation does not restrict the flow of the current. Corona discharge or a single momentary flashover is not regarded as insulation breakdown.

Insulation coatings are tested with metal foil in contact with the insulating surface. This procedure is limited to places where the insulation is likely to be weak, for example where there are sharp metal edges under the insulation. If practicable, insulating linings are tested separately. Care is taken that the metal foil is so placed that no flashover occurs at the edges of the insulation. Where adhesive metal foil is used, the adhesive shall be conductive.

To avoid damage to components or insulation which are not involved in the test, disconnection of integrated circuits or the like and the use of equipotential bonding are permitted.

For equipment incorporating both REINFORCED INSULATION and lower grades of insulation, care is taken that the voltage applied to the REINFORCED INSULATION does not overstress BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION.

NOTE 2 – Where there are capacitors across the insulation under test (e.g. radio-frequency filter capacitors), it is recommended that d.c. test voltages are used.

NOTE 3 – Components providing a d.c. path in parallel with the insulation to be tested, such as discharge resistors for filter capacitors and voltage limiting devices, should be disconnected.

Where insulation of a transformer winding varies along the length of the winding in accordance with 2.10.10, an electric strength test method is used that stresses the insulation accordingly.

NOTE 4 – An example of such a test method is an induced voltage test which is applied at a frequency sufficiently high to avoid saturation of the transformer. The input voltage is raised to a value which would induce an output voltage equal to the required test voltage.

No test is applied to FUNCTIONAL INSULATION, unless 5.3.4 b) has been selected.

**Tableau 5B – Tension d'essai pour les essais de rigidité diélectrique
Première partie**

Nature de l'isolation	Points d'application (suivant ce qui est approprié)						
	CIRCUIT PRIMAIRE et MASSE CIRCUIT PRIMAIRE et CIRCUIT SECONDAIRE entre parties de CIRCUITS PRIMAIRES					CIRCUIT SECONDAIRE et MASSE entre CIRCUITS SECONDAIRES indépendants	
	Tension de travail					Tension de travail	
	$U \leq 184 \text{ V}$ valeur de crête ou tension continue ²⁾	$184 \text{ V} < U \leq 354 \text{ V}$ valeur de crête ou tension continue ³⁾	$354 \text{ V} < U \leq 1,41 \text{ kV}$ valeur de crête ou tension continue	$1,41 \text{ kV} < U \leq 10 \text{ kV}$ valeur de crête ou tension continue ⁴⁾	$10 \text{ kV} < U \leq 50 \text{ kV}$ valeur de crête ou tension continue	$U \leq 42,4 \text{ V}$ valeur de crête, ou 60 V tension continue ⁵⁾	42,4 V valeur de crête ou 60 V tension continue < $U \leq 10 \text{ kV}$ valeur de crête ou tension continue ⁵⁾
	Tension d'essai, volts efficaces ¹⁾					Tension d'essai, volts efficaces ¹⁾	
FONCTIONNELLE	1 000	1 500	voir V_a dans le tableau 5B, deuxième partie	voir V_a dans le tableau 5B, deuxième partie	1,06 U	500	voir V_a dans le tableau 5B, deuxième partie
PRINCIPALE, SUPPLÉMENTAIRE	1 000	1 500	voir V_a dans le tableau 5B, deuxième partie	voir V_a dans le tableau 5B, deuxième partie	1,06 U	Pas d'essai	voir V_a dans le tableau 5B, deuxième partie
RENFORCÉE	2 000	3 000	3 000	voir V_b dans le tableau 5B, deuxième partie	1,06 U	Pas d'essai	voir V_b dans le tableau 5B, deuxième partie

1) Pour une TENSION DE SERVICE supérieure à 10 kV, valeur de crête ou continue dans les CIRCUITS SECONDAIRES, des tensions d'essai identiques à celles pour les CIRCUITS PRIMAIRES s'appliquent.

2) Utiliser cette colonne pour les alimentations en courant continu de tensions inférieures ou égales à 130 V et soumises aux TENSIONS TRANSITOIRES DU RÉSEAU.

3) Utiliser cette colonne pour les alimentations en courant continu de tensions supérieures à 130 V et inférieures ou égales à 250 V et soumises aux TENSIONS TRANSITOIRES DU RÉSEAU.

4) Utiliser cette colonne pour les alimentations en courant continu de tensions supérieures à 250 V et soumises aux TENSIONS TRANSITOIRES DU RÉSEAU.

5) Utiliser cette colonne pour les courants continus créés à l'intérieur du matériel, à partir d'alimentations en courant alternatif, ou pour les courants continus créés à partir de matériels situés à l'intérieur du même bâtiment.

**Table 5B – Test voltages for electric strength tests
Part 1**

Grade of insulation	Points of application (as appropriate)						
	PRIMARY CIRCUIT to BODY PRIMARY CIRCUIT to SECONDARY CIRCUIT Between parts in PRIMARY CIRCUITS					SECONDARY CIRCUIT to BODY Between independent SECONDARY CIRCUITS	
	Working voltage					Working voltage	
	$U \leq 184 \text{ V}$ peak or d.c. ²⁾	$184 \text{ V} < U \leq 354 \text{ V}$ peak or d.c. ³⁾	$354 \text{ V} < U \leq 1,41 \text{ kV}$ peak or d.c.	$1,41 \text{ kV} < U \leq 10 \text{ kV}$ peak or d.c. ⁴⁾	$10 \text{ kV} < U \leq 50 \text{ kV}$ peak or d.c.	$U \leq 42,4 \text{ V}$ peak or 60 V d.c. ⁵⁾	$42,4 \text{ V}$ peak or 60 V d.c. < $U \leq 10 \text{ kV}$ peak or d.c. ⁵⁾
	Test voltage, volts r.m.s. ¹⁾					Test voltage, voltage r.m.s. ¹⁾	
FUNCTIONAL	1 000	1 500	see V_a in table 5B, part 2	see V_a in table 5B, part 2	$1,06 U$	500	see V_a in table 5B, part 2
BASIC, SUPPLEMENTARY	1 000	1 500	see V_a in table 5B, part 2	see V_a in table 5B, part 2	$1,06 U$	No test	see V_a in table 5B, part 2
REINFORCED	2 000	3 000	3 000	see V_b in table 5B, part 2	$1,06 U$	No test	see V_b in table 5B, part 2
<p>1) For WORKING VOLTAGES exceeding 10 kV peak or d.c. in SECONDARY CIRCUITS, the same test voltages as for PRIMARY CIRCUITS apply.</p> <p>2) Use this column for d.c. mains supplies up to and including 130 V and subject to MAINS TRANSIENT VOLTAGES.</p> <p>3) Use this column for d.c. mains supplies over 130 V, up to and including 250 V and subject to MAINS TRANSIENT VOLTAGES.</p> <p>4) Use this column for d.c. mains supplies over 250 V and subject to MAINS TRANSIENT VOLTAGES.</p> <p>5) Use these columns for d.c. derived within the equipment from a.c. supplies, or to d.c. derived from equipment within the same building.</p>							

Tableau 5B – Tension d'essai pour les essais de rigidité diélectrique
Deuxième partie

<i>U</i> valeur de crête ou tension continue	<i>V_a</i> eff	<i>V_b</i> eff	<i>U</i> valeur de crête ou tension continue	<i>V_a</i> eff	<i>V_b</i> eff	<i>U</i> valeur de crête ou tension continue	<i>V_a</i> eff	<i>V_b</i> eff
34	500	800	250	1 261	2 018	1 750	3 257	3 257
35	507	811	260	1 285	2 055	1 800	3 320	3 320
36	513	821	270	1 307	2 092	1 900	3 444	3 444
38	526	842	280	1 330	2 127	2 000	3 566	3 566
40	539	863	290	1 351	2 162	2 100	3 685	3 685
42	551	882	300	1 373	2 196	2 200	3 803	3 803
44	564	902	310	1 394	2 230	2 300	3 920	3 920
46	575	920	320	1 414	2 263	2 400	4 034	4 034
48	587	939	330	1 435	2 296	2 500	4 147	4 147
50	598	957	340	1 455	2 328	2 600	4 259	4 259
52	609	974	350	1 474	2 359	2 700	4 369	4 369
54	620	991	360	1 494	2 390	2 800	4 478	4 478
56	630	1 008	380	1 532	2 451	2 900	4 586	4 586
58	641	1 025	400	1 569	2 510	3 000	4 693	4 693
60	651	1 041	420	1 605	2 567	3 100	4 798	4 798
62	661	1 057	440	1 640	2 623	3 200	4 902	4 902
64	670	1 073	460	1 674	2 678	3 300	5 006	5 006
66	680	1 088	480	1 707	2 731	3 400	5 108	5 108
68	690	1 103	500	1 740	2 784	3 500	5 209	5 209
70	699	1 118	520	1 772	2 835	3 600	5 309	5 309
72	708	1 133	540	1 803	2 885	3 800	5 507	5 507
74	717	1 147	560	1 834	2 934	4 000	5 702	5 702
76	726	1 162	580	1 864	2 982	4 200	5 894	5 894
78	735	1 176	588	1 875	3 000	4 400	6 082	6 082
80	744	1 190	600	1 893	3 000	4 600	6 268	6 268
85	765	1 224	620	1 922	3 000	4 800	6 452	6 452
90	785	1 257	640	1 951	3 000	5 000	6 633	6 633
95	805	1 288	660	1 979	3 000	5 200	6 811	6 811
100	825	1 319	680	2 006	3 000	5 400	6 987	6 987
105	844	1 350	700	2 034	3 000	5 600	7 162	7 162
110	862	1 379	720	2 060	3 000	5 800	7 334	7 334
115	880	1 408	740	2 087	3 000	6 000	7 504	7 504
120	897	1 436	760	2 113	3 000	6 200	7 673	7 673
125	915	1 463	780	2 138	3 000	6 400	7 840	7 840
130	931	1 490	800	2 164	3 000	6 600	8 005	8 005
135	948	1 517	850	2 225	3 000	6 800	8 168	8 168
140	964	1 542	900	2 285	3 000	7 000	8 330	8 330
145	980	1 568	950	2 343	3 000	7 200	8 491	8 491
150	995	1 593	1 000	2 399	3 000	7 400	8 650	8 650
152	1 000	1 600	1 050	2 454	3 000	7 600	8 807	8 807
1) 155	1 000	1 617	1 100	2 508	3 000	7 800	8 964	8 964
1) 160	1 000	1 641	1 150	2 560	3 000	8 000	9 119	9 119
1) 165	1 000	1 664	1 200	2 611	3 000	8 200	9 273	9 273
1) 170	1 000	1 688	1 250	2 661	3 000	8 400	9 425	9 425
1) 175	1 000	1 711	1 300	2 710	3 000	8 600	9 577	9 577
1) 180	1 000	1 733	1 350	2 758	3 000	8 800	9 727	9 727
1) 184	1 000	1 751	1 400	2 805	3 000	9 000	9 876	9 876
185	1 097	1 755	1 410	2 814	3 000	9 200	10 024	10 024
190	1 111	1 777	1 450	2 868	3 000	9 400	10 171	10 171
200	1 137	1 820	1 500	2 934	3 000	9 600	10 317	10 317
210	1 163	1 861	1 550	3 000	3 000	9 800	10 463	10 463
220	1 189	1 902	1 600	3 065	3 065	10 000	10 607	10 607
230	1 214	1 942	1 650	3 130	3 130			
240	1 238	1 980	1 700	3 194	3 194			

1) Pour ces tensions, les valeurs de V_b sont déterminées par la courbe générale $V_b = 155,86 U^{0,4638}$ et ne sont pas $1,6 V_a$.

2) L'interpolation est permise entre les points adjacents du tableau.

**Table 5B – Test voltages for electric strength tests
Part 2**

<i>U</i> peak or d.c.	<i>V</i> _a r.m.s.	<i>V</i> _b r.m.s	<i>U</i> peak or d.c.	<i>V</i> _a r.m.s	<i>V</i> _b r.m.s	<i>U</i> peak or d.c.	<i>V</i> _a r.m.s	<i>V</i> _b r.m.s
34	500	800	250	1 261	2 018	1 750	3 257	3 257
35	507	811	260	1 285	2 055	1 800	3 320	3 320
36	513	821	270	1 307	2 092	1 900	3 444	3 444
38	526	842	280	1 330	2 127	2 000	3 566	3 566
40	539	863	290	1 351	2 162	2 100	3 685	3 685
42	551	882	300	1 373	2 196	2 200	3 803	3 803
44	564	902	310	1 394	2 230	2 300	3 920	3 920
46	575	920	320	1 414	2 263	2 400	4 034	4 034
48	587	939	330	1 435	2 296	2 500	4 147	4 147
50	598	957	340	1 455	2 328	2 600	4 259	4 259
52	609	974	350	1 474	2 359	2 700	4 369	4 369
54	620	991	360	1 494	2 390	2 800	4 478	4 478
56	630	1 008	380	1 532	2 451	2 900	4 586	4 586
58	641	1 025	400	1 569	2 510	3 000	4 693	4 693
60	651	1 041	420	1 605	2 567	3 100	4 798	4 798
62	661	1 057	440	1 640	2 623	3 200	4 902	4 902
64	670	1 073	460	1 674	2 678	3 300	5 006	5 006
66	680	1 088	480	1 707	2 731	3 400	5 108	5 108
68	690	1 103	500	1 740	2 784	3 500	5 209	5 209
70	699	1 118	520	1 772	2 835	3 600	5 309	5 309
72	708	1 133	540	1 803	2 885	3 800	5 507	5 507
74	717	1 147	560	1 834	2 934	4 000	5 702	5 702
76	726	1 162	580	1 864	2 982	4 200	5 894	5 894
78	735	1 176	588	1 875	3 000	4 400	6 082	6 082
80	744	1 190	600	1 893	3 000	4 600	6 268	6 268
85	765	1 224	620	1 922	3 000	4 800	6 452	6 452
90	785	1 257	640	1 951	3 000	5 000	6 633	6 633
95	805	1 288	660	1 979	3 000	5 200	6 811	6 811
100	825	1 319	680	2 006	3 000	5 400	6 987	6 987
105	844	1 350	700	2 034	3 000	5 600	7 162	7 162
110	862	1 379	720	2 060	3 000	5 800	7 334	7 334
115	880	1 408	740	2 087	3 000	6 000	7 504	7 504
120	897	1 436	760	2 113	3 000	6 200	7 673	7 673
125	915	1 463	780	2 138	3 000	6 400	7 840	7 840
130	931	1 490	800	2 164	3 000	6 600	8 005	8 005
135	948	1 517	850	2 225	3 000	6 800	8 168	8 168
140	964	1 542	900	2 285	3 000	7 000	8 330	8 330
145	980	1 568	950	2 343	3 000	7 200	8 491	8 491
150	995	1 593	1 000	2 399	3 000	7 400	8 650	8 650
152	1 000	1 600	1 050	2 454	3 000	7 600	8 807	8 807
1) 155	1 000	1 617	1 100	2 508	3 000	7 800	8 964	8 964
1) 160	1 000	1 641	1 150	2 560	3 000	8 000	9 119	9 119
1) 165	1 000	1 664	1 200	2 611	3 000	8 200	9 273	9 273
1) 170	1 000	1 688	1 250	2 661	3 000	8 400	9 425	9 425
1) 175	1 000	1 711	1 300	2 710	3 000	8 600	9 577	9 577
1) 180	1 000	1 733	1 350	2 758	3 000	8 800	9 727	9 727
1) 184	1 000	1 751	1 400	2 805	3 000	9 000	9 876	9 876
185	1 097	1 755	1 410	2 814	3 000	9 200	10 024	10 024
190	1 111	1 777	1 450	2 868	3 000	9 400	10 171	10 171
200	1 137	1 820	1 500	2 934	3 000	9 600	10 317	10 317
210	1 163	1 861	1 550	3 000	3 000	9 800	10 463	10 463
220	1 189	1 902	1 600	3 065	3 065	10 000	10 607	10 607
230	1 214	1 942	1 650	3 130	3 130			
240	1 238	1 980	1 700	3 194	3 194			

1) At these voltages, the values of *V*_b are determined by the general curve $V_b = 155,86 U^{0,4638}$ and are not 1,6 *V*_a.

2) Linear interpolation is permitted between adjacent points in the table.

5.3 Fonctionnement anormal et conditions de défaut

5.3.1 Protection contre les surcharges et fonctionnement anormal

Le matériel doit être conçu de façon que les risques d'incendie ou de choc électrique, dus à une surcharge mécanique ou électrique ou à une défaillance, ou dus à un fonctionnement anormal ou à une utilisation négligente, soient limités autant que possible.

Après un fonctionnement anormal ou un premier défaut (voir 1.4.14), le matériel doit rester sûr pour l'OPÉRATEUR au sens de la présente norme, mais il n'est pas prescrit que le matériel soit encore en bon état de marche. Il est permis d'utiliser des coupe-circuit à fusibles, des COUPE-CIRCUIT THERMIQUES, des dispositifs de protection contre les surtensions ou des dispositifs analogues, pour assurer une protection appropriée.

La vérification est effectuée par examen et par les essais de 5.3. Avant le début de chaque essai, il est vérifié que le matériel fonctionne normalement.

Lorsqu'un composant ou un sous-ensemble est enfermé de telle sorte que la mise en court-circuit ou la déconnexion comme spécifié en 5.3 n'est pas possible ou est difficile à réaliser sans endommager le matériel, les essais peuvent être effectués sur des parties échantillons pourvues de câbles de connexion spéciaux. Si cela n'est pas possible ou pratique, le composant ou le sous-ensemble doit satisfaire aux essais comme un tout.

Les matériels sont essayés par application de toute condition qui peut survenir en usage normal et en mauvais usage prévisible.

De plus, les matériels qui sont munis d'un couvercle de protection doivent être essayés avec le couvercle en place dans les conditions normales de repos jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint.

5.3.2 Moteurs

Dans les conditions de surcharge, de rotor bloqué et dans les autres conditions anormales, les moteurs ne doivent pas provoquer de danger à cause de températures excessives.

NOTE – Parmi les méthodes à utiliser, on peut citer les suivantes:

- utilisation de moteurs qui ne s'échauffent pas de façon excessive dans les conditions à rotor bloqué (protection par impédance propre ou externe);
- utilisation, dans les CIRCUITS SECONDAIRES, de moteurs qui peuvent dépasser les limites de température autorisées mais qui ne créent pas de danger;
- utilisation d'un dispositif sensible au courant du moteur;
- utilisation d'un COUPE-CIRCUIT THERMIQUE intégré;
- utilisation d'un circuit détecteur qui coupe l'alimentation du moteur en un temps suffisamment court pour le protéger contre un échauffement excessif si, par exemple, le moteur ne remplit pas la fonction à laquelle il est destiné.

La vérification est effectuée par l'essai applicable de l'annexe B.

5.3.3 Transformateurs

Les transformateurs doivent être protégés contre les surcharges, par exemple par:

- une protection contre les surintensités;
- des COUPE-CIRCUIT THERMIQUES internes;
- l'utilisation de transformateurs limiteurs de courant.

La vérification est effectuée par les essais de l'article C.1 qui s'appliquent.

5.3 Abnormal operating and fault conditions

5.3.1 Protection against overload and abnormal operation

Equipment shall be so designed that the risk of fire or electric shock due to mechanical or electrical overload or failure, or due to abnormal operation or careless use, is limited as far as practicable.

After abnormal operation or a single fault (see 1.4.14), the equipment shall remain safe for an OPERATOR in the meaning of this standard, but it is not required that the equipment should still be in full working order. It is permitted to use fusible links, THERMAL CUT-OUTS, overcurrent protection devices and the like to provide adequate protection.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 5.3. Before the start of each test, it is checked that the equipment is operating normally.

If a component or subassembly is so enclosed that short-circuiting or disconnection as specified in 5.3 is not practicable or is difficult to perform without damaging the equipment, it is permitted to make the tests on sample parts provided with special connecting leads. If this is not possible or not practical, the component or subassembly as a whole shall pass the tests.

Equipment is tested by applying any condition that may be expected in normal use and foreseeable misuse.

In addition, equipment which is provided with a protective covering is tested with the covering in place under normal idling conditions until steady conditions are established.

5.3.2 Motors

Under overload, locked rotor and other abnormal conditions, motors shall not cause a hazard due to excessive temperatures.

NOTE – Methods of achieving this include the following:

- the use of motors which do not overheat under locked-rotor conditions (protection by inherent or external impedance);
- the use in SECONDARY CIRCUITS of motors which may exceed the permitted temperature limits but which do not create a hazard;
- the use of a device responsive to motor current;
- the use of an integral THERMAL CUT-OUT;
- the use of a sensing circuit which disconnects power from the motor in a sufficiently short time to prevent overheating if, for example, the motor fails to perform its intended function.

Compliance is checked by the applicable test of annex B.

5.3.3 Transformers

Transformers shall be protected against overload, for example by:

- overcurrent protection;
- internal THERMAL CUT-OUTS;
- use of current limiting transformers.

Compliance is checked by the applicable tests of clause C.1.

5.3.4 Isolation fonctionnelle

Pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE, les LIGNES DE FUITE et les DISTANCES DANS L'AIR doivent satisfaire à l'une des prescriptions suivantes a), b) ou c).

Pour l'isolation entre un CIRCUIT SECONDAIRE et une partie conductrice inaccessible qui est mise à la terre pour des raisons fonctionnelles, les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE doivent satisfaire à a), b) ou c).

- a) Elles satisfont aux prescriptions de 2.10 pour les LIGNES DE FUITE et DISTANCES DANS L'AIR pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE; OU
- b) elles supportent les essais de rigidité diélectrique de 5.2.2 pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE; OU
- c) elles sont court-circuitées lorsque le court-circuit pourrait provoquer:
 - un échauffement excessif d'un matériau quelconque, créant de ce fait un risque de feu, à moins que le matériau qui pourrait être surchauffé ne soit de la CLASSE D'INFLAMMABILITÉ V-1; ou
 - un risque de dommage thermique sur l'ISOLATION PRINCIPALE, l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCÉE, créant de ce fait un risque de choc électrique.

Les critères de conformité pour 5.3.4 c) sont donnés en 5.3.8.

5.3.5 Composants électromécaniques

Dans des CIRCUITS SECONDAIRES dans lesquels un danger risque de survenir, la vérification de la conformité à 5.3.1 des composants électromécaniques autres que les moteurs est effectuée par application des conditions suivantes.

- *les mouvements mécaniques doivent être bloqués dans la position la plus défavorable, alors que le composant est normalement alimenté; et*
- *dans le cas d'un composant normalement mis sous tension par intermittence, un défaut doit être simulé dans le circuit de commande pour entraîner la mise sous tension permanente du composant.*

La durée de chaque essai doit être la suivante:

- *pour les matériels et pour les composants dont le défaut de fonctionnement n'est pas évident pour l'OPÉRATEUR: aussi longtemps que nécessaire pour obtenir l'état d'équilibre ou jusqu'à l'interruption du circuit par suite d'autres conséquences des conditions de défaut simulé, selon ce qui se produit en premier lieu;*
- *pour les autres matériels et composants: 5 min ou jusqu'à l'interruption du circuit par suite de défaillance du composant (destruction thermique par exemple) ou d'autres conséquences des conditions de défaut simulés, suivant ce qui est le plus court.*

Pour les critères de conformité, voir le 5.3.8.

5.3.6 Simulation de défauts

Pour les composants et les circuits autres que ceux qui sont couverts par les prescriptions de 5.3.2, 5.3.3 et 5.3.5, la vérification est effectuée par simulation des conditions de premier défaut (voir 1.4.14).

5.3.4 Functional insulation

For FUNCTIONAL INSULATION, CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall satisfy one of the following requirements a), b) or c).

For insulation between a SECONDARY CIRCUIT and an inaccessible conductive part that is earthed for functional reasons, CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES shall satisfy a), b) or c).

- a) They meet the CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE requirements for FUNCTIONAL INSULATION in 2.10; or
- b) they withstand the electric strength tests for FUNCTIONAL INSULATION in 5.2.2; or
- c) they are short-circuited where a short circuit could cause:
 - overheating of any material creating a risk of fire, unless the material that could be overheated is of FLAMMABILITY CLASS V-1; or
 - thermal damage to BASIC INSULATION, SUPPLEMENTARY INSULATION or REINFORCED INSULATION, thereby creating a risk of electric shock.

Compliance criteria for 5.3.4 c) are in 5.3.8.

5.3.5 Electromechanical components

In SECONDARY CIRCUITS, where a hazard is likely to occur, electromechanical components other than motors are checked for compliance with 5.3.4 by applying the following conditions:

- *mechanical movement shall be locked in the most disadvantageous position while the component is energized normally; and*
- *in the case of a component which is normally energized intermittently, a fault shall be simulated in the drive circuit to cause continuous energizing of the component.*

The duration of each test shall be as follows:

- *for equipment or components whose failure to operate is not evident to the OPERATOR: as long as necessary to establish steady conditions or up to the interruption of the circuit due to other consequences of the simulated fault condition, whichever is the shorter; and*
- *for other equipment and components: 5 min or up to interruption of the circuit due to a failure of the component (e.g. burn-out) or to other consequences of the simulated fault condition, whichever is the shorter.*

For compliance criteria see 5.3.8.

5.3.6 Simulation of faults

For components and circuits other than those covered by 5.3.2, 5.3.3 and 5.3.5, compliance is checked by simulating single fault conditions (see 1.4.14).

Les conditions de défaut suivantes sont simulées:

- a) défauts des composants dans les CIRCUITS PRIMAIRES; et
- b) défauts dans un composant quelconque dans lequel une défaillance risquerait d'affecter défavorablement l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE ou l'ISOLATION RENFORCÉE; et
- c) pour les matériels qui ne satisfont pas aux prescriptions de 4.7.3, défauts, y compris les surcharges, dans tous les composants et parties concernés; et
- d) défauts provenant de la connexion de l'impédance de charge la plus défavorable aux bornes et aux connecteurs qui délivrent l'énergie ou les sorties de signaux du matériel, autres que les socles d'alimentation du réseau.

Lorsqu'il existe des socles multiples ayant un même câblage interne, l'essai est effectué sur un seul socle.

Pour les composants dans les CIRCUITS PRIMAIRES associés avec l'entrée du réseau, tels que les câbles d'alimentation, les connecteurs, les filtres d'antiparasitage, les interrupteurs et leur câblage d'interconnexion, aucun défaut n'est simulé pourvu que le composant satisfasse à 5.3.4 a).

NOTE – De tels composants sont aussi concernés par d'autres prescriptions de la présente norme lorsqu'elles sont applicables, y compris celles de 1.5.1, 2.10.5, 4.4.3 et 5.2.2.

En plus des critères de conformité donnés en 5.3.8, les températures dans le transformateur alimentant le composant à l'essai ne doivent pas dépasser les températures spécifiées à l'article C.1, et l'exception décrite en détail dans l'article C.1 concernant les transformateurs qui nécessiteraient un remplacement doit être prise en compte.

5.3.7 Matériels utilisés sans surveillance

Les matériels destinés à être utilisés sans surveillance et comportant des THERMOSTATS, des LIMITEURS DE TEMPÉRATURE ou des COUPE-CIRCUIT THERMIQUES, ou comportant un condensateur non protégé par un coupe-circuit à fusibles ou autre dispositif similaire connecté en parallèle avec les contacts, sont soumis aux essais suivants.

La conformité des THERMOSTATS, LIMITEURS DE TEMPÉRATURE et COUPE-CIRCUIT THERMIQUES aux prescriptions de l'article K.6 est également vérifiée.

Les matériels sont mis en fonctionnement dans les conditions spécifiées en 4.5.1 et tout dispositif servant à limiter la température est court-circuité. Si le matériel est muni de plusieurs THERMOSTATS, LIMITEURS DE TEMPÉRATURE ou COUPE-CIRCUIT THERMIQUES, ceux-ci doivent être court-circuités l'un après l'autre.

S'il ne se produit pas d'interruption de courant, l'alimentation du matériel est coupée dès l'obtention de l'état d'équilibre et on doit laisser le matériel se refroidir jusqu'à environ la température ambiante.

Pour les matériels à SERVICE TEMPORAIRE seulement, la durée de l'essai est égale à la DURÉE NOMINALE DE FONCTIONNEMENT.

Pour les matériels à SERVICE TEMPORAIRE ou SERVICE INTERMITTENT, l'essai est répété jusqu'à obtention de l'état d'équilibre sans tenir compte de la DURÉE NOMINALE DE FONCTIONNEMENT. Pour cet essai, les THERMOSTATS, LIMITEURS DE TEMPÉRATURE et COUPE-CIRCUIT THERMIQUES ne doivent pas être court-circuités.

The following faults are simulated:

- a) faults in any components in PRIMARY CIRCUITS; and
- b) faults in any components where failure could adversely affect SUPPLEMENTARY INSULATION or REINFORCED INSULATION; and
- c) for components and parts that do not comply with the requirements of 4.7.3, faults, including overload, in all relevant components and parts; and
- d) faults arising from connection of the most unfavourable load impedance to terminals and connectors that deliver power or signal outputs from the equipment, other than mains power outlets.

Where there are multiple outlets having the same internal circuitry, the test is only made on one sample outlet.

For components in PRIMARY CIRCUITS associated with the mains input, such as the supply cord, appliance couplers, EMC filtering components, switches and their interconnecting wiring, no fault is simulated, provided that the component complies with 5.3.4 a).

NOTE – Such components are still subject to other requirements of this standard where applicable, including those 1.5.1, 2.10.5, 4.4.3 and 5.2.2.

In addition to the compliance criteria given in 5.3.8, temperatures in the transformer supplying the component under test shall not exceed those specified in clause C.1, and account shall be taken of the exception detailed in clause C.1 regarding transformers that would require replacement.

5.3.7 Unattended equipment

Equipment intended for unattended use and having THERMOSTATS, TEMPERATURE LIMITERS and THERMAL CUT-OUTS, or having a capacitor not protected by a fuse or the like connected in parallel with the contacts, is subjected to the following tests.

THERMOSTATS, TEMPERATURE LIMITERS and THERMAL CUT-OUTS are also assessed for compliance with the requirements in clause K.6.

Equipment is operated under the conditions specified in 4.5.1 and any control that serves to limit the temperature is short-circuited. If the equipment is provided with more than one THERMOSTAT, TEMPERATURE LIMITER or THERMAL CUT-OUT, each is short-circuited, one at a time.

If interruption of the current does not occur, the equipment is switched off as soon as steady conditions are established and is permitted to cool down to approximately room temperature.

For equipment rated for only SHORT-TIME OPERATION, the duration of the test is equal to the RATED OPERATING TIME.

For equipment rated for SHORT-TIME OPERATION or INTERMITTENT OPERATION, the test is repeated until steady-state conditions are reached, irrespective of the RATED OPERATING TIME. For this test the THERMOSTATS, TEMPERATURE LIMITERS and THERMAL CUT-OUTS are not short-circuited.

Si, pour l'un quelconque des essais, un COUPE-CIRCUIT THERMIQUE À RÉENCLÈNCHÉMENT MANUEL fonctionne, ou si le courant est coupé d'une autre façon avant que l'état d'équilibre ne soit atteint, la période de chauffage est considérée comme terminée. Mais si l'interruption est due à la rupture d'une partie intentionnellement faible, l'essai est répété sur un deuxième échantillon. Les deux échantillons doivent satisfaire aux conditions spécifiées en 5.3.8.

5.3.8 Critères de conformité pour fonctionnement anormal et condition de défaut

5.3.8.1 Pendant les essais

Pendant les essais de 5.3.4 c), 5.3.5, 5.3.6 et 5.3.7:

- si un feu survient, il ne doit pas se propager en dehors du matériel; et*
- le matériel ne doit pas émettre de métal fondu; et*
- les ENVELOPPES ne doivent pas se déformer au point d'entraîner la non-conformité à 2.1.1, 2.6.1, 2.10.3 et 4.4.1.*

De plus, pendant les essais de 5.3.6 c), sauf spécification contraire, les échauffements des matériaux isolants autres que les matériaux thermoplastiques ne doivent pas dépasser 125 K pour la classe A, 140 K pour la classe E, 150 K pour la classe B, 165 K pour la classe F et 185 K pour la classe H.

Si la défaillance de l'isolation ne risque pas de conduire à des TENSIONS DANGEREUSES ou des NIVEAUX D'ÉNERGIE DANGEREUX, une température maximale de 300 °C est permise. Des températures plus élevées sont permises pour des isolations faites de verre ou de matériau céramique.

5.3.8.2 Après les essais

Après les essais de 5.3.4 c), 5.3.5, 5.3.6 et 5.3.7, un essai de rigidité diélectrique est effectué sur:

- l'ISOLATION RENFORCÉE; et*
- l'ISOLATION PRINCIPALE ou l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE faisant partie d'une DOUBLE ISOLATION; et*
- l'ISOLATION PRINCIPALE entre le CIRCUIT PRIMAIRE et les parties conductrices accessibles des MATÉRIELS DE CLASSE I;*

si l'une des conditions suivantes s'applique:

- les LIGNES DE FUITE ou les DISTANCES DANS L'AIR ont été réduites en dessous des valeurs spécifiées en 2.10; ou*
- l'isolation présente des signes visibles d'endommagement, ou*
- l'isolation ne peut être examinée.*

Cet essai est effectué comme spécifié en 5.2.2.

If in any test a MANUAL-RESET THERMAL CUT-OUT operates, or if the current is otherwise interrupted before steady conditions are reached, the heating period is taken to have ended; but if the interruption is due to the rupture of an intentionally weak part, the test is repeated on a second sample. Both samples shall comply with the conditions specified in 5.3.8.

5.3.8 Compliance criteria for abnormal operating and fault conditions

5.3.8.1 During the tests

During the tests of 5.3.4 c), 5.3.5, 5.3.6 and 5.3.7:

- *if a fire occurs it shall not propagate beyond the equipment; and*
- *the equipment shall not emit molten metal; and*
- *ENCLOSURES shall not deform in such a way as to cause non-compliance with 2.1.1, 2.6.1, 2.10.3 and 4.4.1.*

Moreover, during the tests of 5.3.6 c), unless otherwise specified the temperature rises of insulating materials other than thermoplastic materials shall not exceed 125 K for Class A, 140 K for Class E, 150 K for Class B, 165 K for Class F, and 185 K for Class H materials.

If the failure of the insulation would not result in HAZARDOUS VOLTAGES or HAZARDOUS ENERGY LEVELS becoming accessible, a maximum temperature of 300 °C is permitted. Higher temperatures are permitted for insulation made of glass or ceramic material.

5.3.8.2 After the tests

After the tests of 5.3.4 c), 5.3.5, 5.3.6 and 5.3.7, an electric strength test is made on:

- *REINFORCED INSULATION; and*
- *BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION forming part of DOUBLE INSULATION; and*
- *BASIC INSULATION between the PRIMARY CIRCUIT and accessible conductive parts of CLASS I EQUIPMENT;*

if any of the following applies:

- *the CLEARANCE or CREEPAGE DISTANCE has been reduced below the value specified in 2.10; or*
- *the insulation shows visible signs of damage; or*
- *the insulation cannot be inspected.*

This test is made as specified in 5.2.2.

6 Connexion à des réseaux de télécommunications

Si le matériel est à connecter sur un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, les prescriptions de l'article 6 s'appliquent en plus des autres prescriptions de la présente norme.

NOTE 1 – Il est supposé que des mesures adéquates, conformément à la recommandation K.11 de l'UIT-T, ont été prises de façon à réduire la possibilité que les surtensions appliquées au matériel excèdent 1,5 kV crête. Dans les installations dans lesquelles les matériels risquent d'être soumis à des surtensions supérieures à 1,5 kV crête, il peut être nécessaire de prendre des dispositions supplémentaires telles que la limitation des surtensions.

NOTE 2 – Il peut exister des prescriptions légales concernant la connexion des matériels de traitement de l'information à un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS géré par un opérateur de réseau public.

NOTE 3 – Les prescriptions de 2.3.2, 6.1.2 et 6.2 peuvent s'appliquer à la même isolation physique ou à la même DISTANCE DANS L'AIR.

NOTE 4 – Le système d'alimentation du réseau, s'il est utilisé comme un moyen de transmission de télécommunications, n'est pas un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS (voir 1.2.13.8) et l'article 6 ne s'applique pas. Les autres articles de la présente norme s'appliqueront aux composants de couplage comme les transformateurs de signaux, connectés entre le secteur et les autres circuits. Les prescriptions pour une ISOLATION DOUBLE ou une ISOLATION RENFORCÉE s'appliqueront généralement.

6.1 Protection du personnel d'entretien du réseau de télécommunications et des utilisateurs d'autres matériels connectés au réseau contre les risques provenant du matériel

6.1.1 Protection contre les tensions dangereuses

Les circuits destinés à être connectés directement sur un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS doivent être conformes aux prescriptions pour un CIRCUIT TBTS ou un CIRCUIT TRT.

Lorsque la protection d'un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS dépend de la mise à la terre de protection, les instructions d'installation du fabricant et les autres documents concernés doivent spécifier que l'intégrité de la terre de protection doit être assurée (voir aussi 1.7.2).

La vérification est effectuée par examen et par des mesures.

6.1.2 Séparation entre les réseaux de télécommunications et la terre

6.1.2.1 Prescriptions

Sauf spécification contraire en 6.1.2.2, il doit y avoir une isolation entre les circuits destinés à être connectés sur un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS et toutes les parties ou circuits qui seront mis à la terre soit à l'intérieur du matériel à l'essai soit par l'intermédiaire d'un autre matériel.

Les parasurtensions qui pontent l'isolation doivent avoir une tension continue d'amorçage minimale égale à 1,6 fois la TENSION NOMINALE ou à 1,6 fois la limite supérieure de la PLAGE NOMINALE DE TENSIONS, du matériel. S'ils sont laissés en place pendant l'essai de rigidité diélectrique de l'isolation, ils ne doivent pas être endommagés.

NOTE 1 – En Suède, pour les MATÉRIELS DE TYPE A RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT, l'ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE pour un CIRCUIT PRIMAIRE est prescrite entre le RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS et toute partie ou tout circuit qui peut être mis à la terre. La présente note ne s'applique pas aux matériels couverts par le deuxième paragraphe marqué d'un tiret de 6.1.2.2 ni aux matériels qui nécessitent une connexion à la terre pour leur permettre de fonctionner et qui ont un marquage indiquant que les prescriptions de sécurité ne sont remplies que si le matériel est connecté à un socle de prise de courant avec un contact de terre de protection.

NOTE 2 – En Norvège, du fait du système de distribution d'alimentation IT utilisé (voir annexe V, figure V.7), une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE pour un CIRCUIT PRIMAIRE est prescrite entre tout circuit destiné à être raccordé à un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS (TBTS ou TRT) et tout circuit ayant une borne de terre de protection.

Cette prescription ne s'applique pas aux:

- MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE;
- MATÉRIELS DE TYPE B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT;
- matériels destinés à être installés dans des zones où la possibilité d'élévation du potentiel de terre a été réduite à un niveau pour lequel un choc électrique est peu probable (liaison équipotentielle), par exemple, dans un centre de télécommunications.

6 Connection to telecommunication networks

If the equipment is to be connected to a TELECOMMUNICATION NETWORK, the requirements of clause 6 apply in addition to the other requirements in this standard.

NOTE 1 – It is assumed that adequate measures according to ITU-T Recommendation K.11 have been taken to reduce the likelihood that the overvoltages presented to the equipment exceed 1,5 kV peak. In installations where overvoltages presented to the equipment may exceed 1,5 kV peak, additional measures such as surge suppression may be necessary.

NOTE 2 – Legal requirements may exist regarding the connection of information technology equipment to a TELECOMMUNICATION NETWORK operated by a public network operator.

NOTE 3 – The requirements of 2.3.2, 6.1.2 and 6.2 can apply to the same physical insulation or CLEARANCE.

NOTE 4 – The mains power supply system, if used as a telecommunication transmission medium, is not a TELECOMMUNICATION NETWORK (see 1.2.13.8), and clause 6 does not apply. The other clauses of this standard will apply to coupling components, such as signal transformers, connected between the mains and other circuitry. The requirements for DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION will generally apply.

6.1 Protection of telecommunication network service personnel, and users of other equipment connected to the network, from hazards in the equipment

6.1.1 Protection from hazardous voltages

Circuitry intended to be directly connected to a TELECOMMUNICATION NETWORK shall comply with the requirements for an SELV CIRCUIT or a TNV CIRCUIT.

Where protection of the TELECOMMUNICATION NETWORK relies on the protective earthing of the equipment, the installation instructions and other relevant literature shall state that integrity of protective earthing shall be ensured (see also 1.7.2).

Compliance is checked by inspection and measurement.

6.1.2 Separation of the telecommunication network from earth

6.1.2.1 Requirements

Except as specified in 6.1.2.2, there shall be insulation between circuitry intended to be connected to a TELECOMMUNICATION NETWORK and any parts or circuitry that will be earthed in some applications, either within the EUT or via other equipment.

Surge suppressors that bridge the insulation shall have a minimum d.c. sparkover voltage of 1,6 times the RATED VOLTAGE or 1,6 times the upper voltage of the RATED VOLTAGE RANGE of the equipment. If left in place during electric strength testing of the insulation, they shall not be damaged.

NOTE 1 – In Sweden, for PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A, SUPPLEMENTARY INSULATION for PRIMARY CIRCUIT is required between the TELECOMMUNICATION NETWORK and any parts or circuitry that may be earthed. This note does not apply to the equipment in the second dashed paragraph of 6.1.2.2 and the equipment which needs connection to earth to enable it to function and has a marking stating that safety requirements are not fulfilled unless the equipment is connected to a wall socket-outlet with protective earth contact.

NOTE 2 – In Norway, due to the IT power distribution system used (see annex V, figure V.7), SUPPLEMENTARY INSULATION for a PRIMARY CIRCUIT is required between any circuit intended for connection to a TELECOMMUNICATION NETWORK (SELV and/or TNV) and any circuit that has a connection to a protective earth terminal.

This requirement does not apply to:

- PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT;
- PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B;
- equipment intended to be installed in areas where the possibility of rise of earth potential has been reduced to a level where electric shock is unlikely (equipotential bonding), e.g. in a telecommunication central office.

La vérification est effectuée par examen et par les essais suivants.

L'isolation est soumise à un essai de rigidité diélectrique conformément à 5.2.2. La tension d'essai en courant alternatif est la suivante:

- pour les matériels destinés à être installés dans des zones dans lesquelles la tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF dépasse 130 V: 1,5 kV
- pour les autres cas: 1,0 kV

Les tensions d'essai s'appliquent que le matériel soit ou non alimenté par l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF.

Il est permis de retirer les composants, autres que les condensateurs, qui pontent l'isolation pendant l'essai de rigidité diélectrique. Si cette option est choisie, un essai supplémentaire utilisant le circuit d'essai de la figure 6A est effectué avec tous les composants en place. L'essai est effectué sous une tension égale à la TENSION NOMINALE du matériel ou à la tension la plus élevée de la PLAGE NOMINALE DE TENSIONS.

Pendant ces essais:

- il ne doit pas y avoir de rupture de l'isolation pendant l'essai de rigidité diélectrique; et
- les composants en parallèle sur l'isolation qui sont laissés en place pendant l'essai de rigidité diélectrique ne doivent pas être endommagés; et
- le courant circulant dans le circuit d'essai de la figure 6A ne doit pas dépasser 10 mA.

6.1.2.2 Exclusions

Les prescriptions de 6.1.2.1 ne s'appliquent à aucun des matériels suivant:

- aux MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE ou aux MATÉRIELS DE TYPE B RELIÉS PAR PRISE DE COURANT;
- aux matériels destinés à être installés par un PERSONNEL D'ENTRETIEN et qui ont des instructions d'installation qui prescrivent que le matériel soit connecté à un socle de prise de courant avec une connexion de mise à la terre de protection (voir 6.1.1);
- aux matériels équipés d'un CONDUCTEUR DE MISE À LA TERRE DE PROTECTION fixé à demeure et munis d'instructions pour l'installation de ce conducteur.

NOTE – En Finlande et en Norvège, les exclusions ne sont applicables qu'aux MATÉRIELS RELIÉS À DEMEURE et aux MATÉRIELS DE TYPE B RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT.

Compliance is checked by inspection and by the following tests.

Insulation is subjected to an electric strength test according to 5.2.2. The a.c. test voltage is as follows:

- *for equipment intended to be installed in an area where the nominal AC MAINS SUPPLY voltage exceeds 130 V: 1,5 kV*
- *for all other equipment: 1,0 kV*

The test voltages apply whether or not the equipment is powered from the AC MAINS SUPPLY.

It is permitted to remove components that bridge the insulation, other than capacitors, during electric strength testing. If this option is chosen, an additional test with a test circuit according to figure 6A is performed with all components in place. The test is performed with a voltage equal to the RATED VOLTAGE of the equipment or to the upper voltage of the RATED VOLTAGE RANGE.

During these tests:

- *there shall be no breakdown of insulation during electric strength testing; and*
- *components bridging the insulation that are left in place during electric strength testing shall not be damaged; and*
- *the current flowing in the test circuit of figure 6A shall not exceed 10 mA.*

6.1.2.2 Exclusions

The requirements of 6.1.2.1 do not apply to any of the following:

- PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT or PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B;
- equipment that is intended to be installed by SERVICE PERSONNEL and has installation instructions that require the equipment to be connected to a socket-outlet with a protective earthing connection (see 6.1.1);
- equipment that has provision for a permanently connected PROTECTIVE EARTHING CONDUCTOR and is provided with instructions for the installation of that conductor.

NOTE – In Finland and Norway, the exclusions are applicable for PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT and PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE B only.

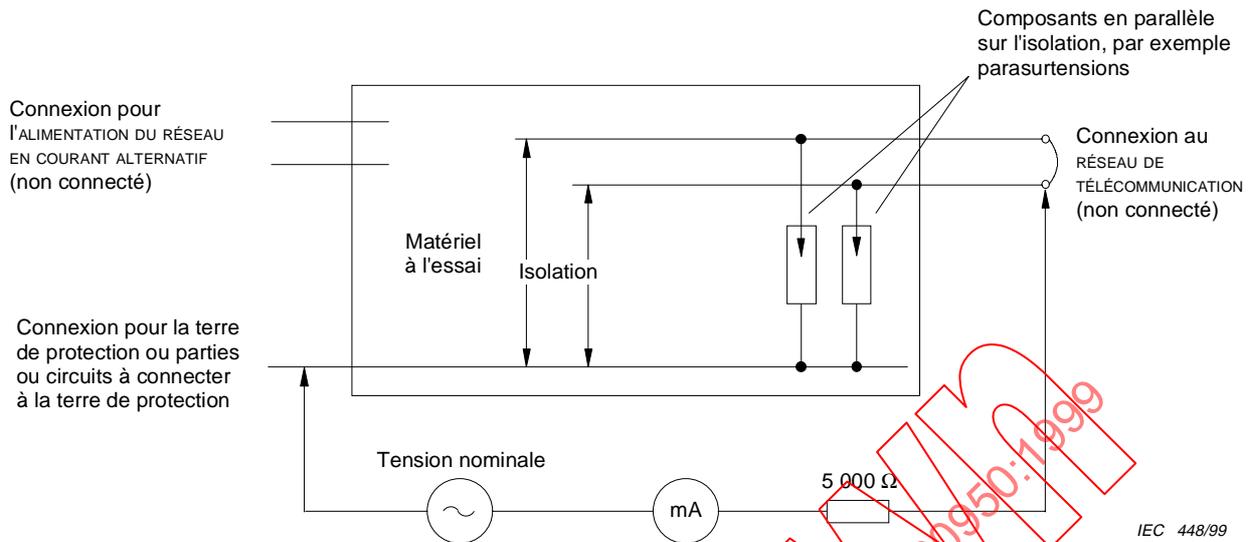


Figure 6A – Essai de la séparation entre le réseau de télécommunications et la terre

6.2 Protection des usagers du matériel contre les surtensions sur les réseaux de télécommunications

6.2.1 Prescriptions de séparation

Les matériels doivent fournir une séparation électrique appropriée entre un CIRCUIT TRT-1 ou un CIRCUIT TRT-3 et certaines parties du matériel. Ces parties sont:

- les parties conductrices non mises à la terre et les parties non conductrices du matériel susceptibles d'être tenues ou touchées en usage normal, par exemple un combiné téléphonique ou un clavier; et
- les parties et circuits qui peuvent être touchés à l'aide du doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1), à l'exception des contacts des connecteurs qui ne peuvent pas être touchés par la sonde d'essai de la figure 2C (voir 2.1.1.1); et
- les circuits prévus pour la connexion à d'autres matériels. La prescription pour la séparation s'applique que les circuits soient accessibles ou non. Cela ne s'applique pas aux circuits destinés à être reliés à un autre matériel qui est lui-même conforme à 6.2.

Ces prescriptions ne s'appliquent pas lorsque l'analyse des circuits et l'étude du matériel indiquent que la sécurité est assurée par d'autres moyens, par exemple entre deux circuits ayant chacun une connexion permanente à la terre de protection.

La vérification est effectuée par les essais de 6.2.2. Les prescriptions de 2.10 concernant les dimensions et la construction des DISTANCES DANS L'AIR, des LIGNES DE FUITE et de l'isolation solide, ne s'appliquent pas pour la conformité à 6.2.1.

NOTE – Les prescriptions de 2.10 peuvent s'appliquer pour la conformité à 2.2 et 2.3. Voir les points 5) et 6) du tableau 2G.

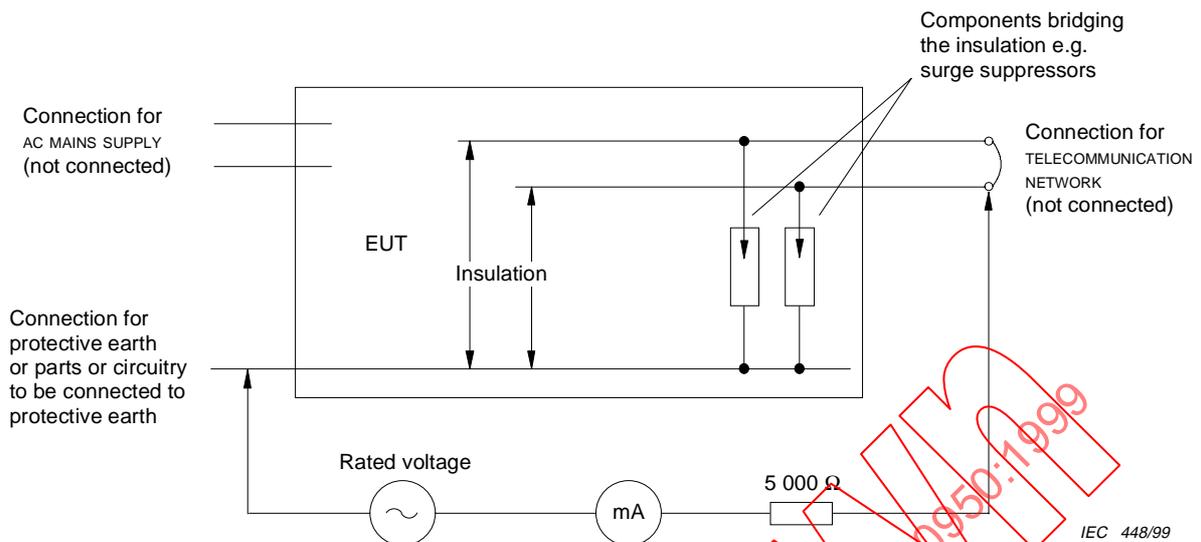


Figure 6A – Test for separation between a telecommunication network and earth

6.2 Protection of equipment users from overvoltages on telecommunication networks

6.2.1 Separation requirements

Equipment shall provide adequate electrical separation between a TNV-1 CIRCUIT or a TNV-3 CIRCUIT and certain parts of the equipment. These parts are:

- unearthed conductive parts and nonconductive parts of the equipment expected to be held or touched during normal use (e.g. a telephone handset or a keyboard); and
- parts and circuitry that can be touched by the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1), except contacts of connectors that cannot be touched by the test probe, of figure 2C (see 2.1.1.1); and
- circuitry which is provided for connection of other equipment. The requirement for separation applies whether or not this circuitry is accessible. It does not apply to circuitry intended to be connected to another equipment that is itself in compliance with 6.2.

These requirements do not apply where circuit analysis and equipment investigation indicate that safety is assured by other means, for example, between two circuits each of which has a permanent connection to protective earth.

Compliance is checked by the tests of 6.2.2. The requirements of 2.10 regarding the dimensions and construction of CLEARANCE, CREEPAGE DISTANCE and solid insulation do not apply for compliance with 6.2.1.

NOTE – The requirements of 2.10 may apply for compliance with 2.2 and 2.3. See items 5) and 6) of table 2G.

6.2.2 Procédure de l'essai de rigidité diélectrique

La conformité à 6.2.1 est vérifiée par les essais de 6.2.2.1 ou de 6.2.2.2.

NOTE – En Australie les essais à la fois de 6.2.2.1 et de 6.2.2.2 s'appliquent.

Si un essai est effectué sur un composant (voir 1.4.3), par exemple un transformateur de signal, qui est manifestement prévu pour assurer la séparation demandée, le composant ne doit pas être court-circuité par d'autres composants, des dispositifs de montage ou par un câblage, à moins que ces composants ou ce câblage ne respectent également les prescriptions de séparation de 6.2.

Pour les essais, tous les conducteurs destinés à être reliés au RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS sont connectés ensemble (voir figure 6B), y compris tout conducteur pour lequel l'exploitant du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS demande la mise à la terre. De même, tous les conducteurs destinés à être connectés à d'autres matériels sont connectés ensemble en 6.2.1 c).

Les parties non conductrices sont essayées avec une feuille métallique en contact avec la surface. Lorsqu'une feuille métallique adhésive est utilisée, l'adhésif doit être conducteur.

Connexion pour
l'ALIMENTATION DU RÉSEAU
EN COURANT ALTERNATIF
(non connecté)

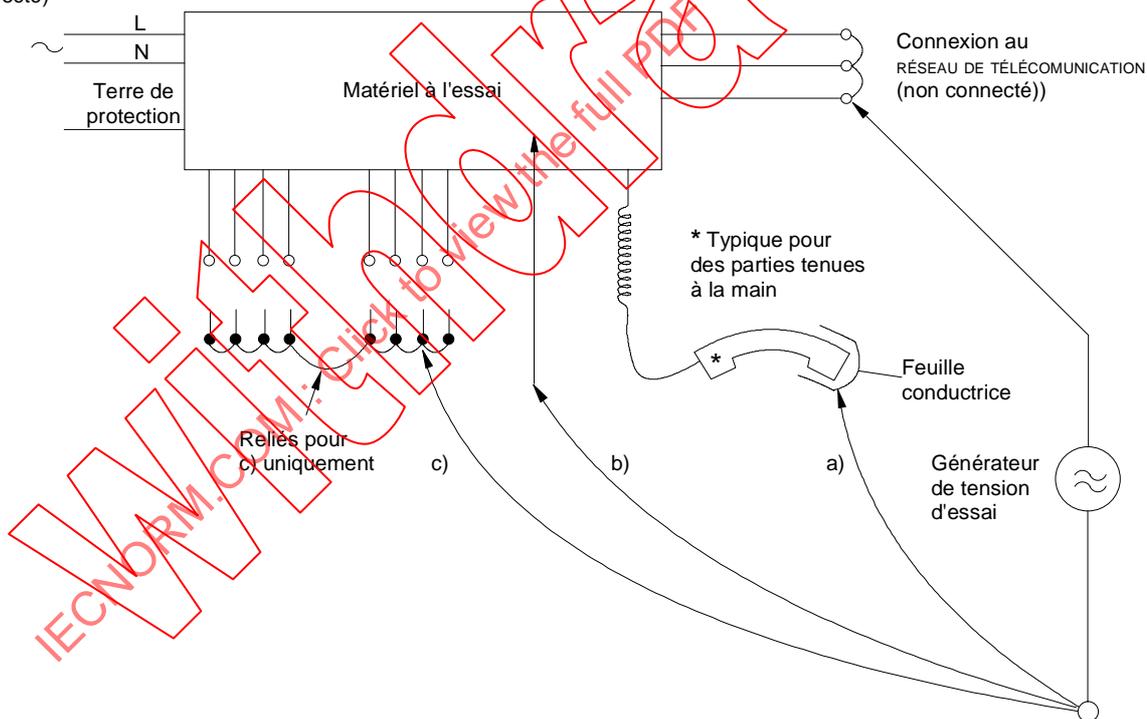


Figure 6B – Points d'application des tensions d'essai

6.2.2 Electric strength test procedure

Compliance with 6.2.1 is checked by the test of either 6.2.2.1 or 6.2.2.2.

NOTE – In Australia, the tests of both 6.2.2.1 and 6.2.2.2 apply.

If a test is applied to a component (see 1.4.3), for example a signal transformer, which is clearly intended to provide the separation required, the component shall not be bypassed by other components, mounting devices or wiring, unless these components or wiring also meet the separation requirements of 6.2.

For the tests, all conductors intended to be connected to the TELECOMMUNICATION NETWORK are connected together (see figure 6B), including any conductors required by the TELECOMMUNICATION NETWORK authority to be connected to earth. Similarly, all conductors intended to be connected to other equipment are connected together in 6.2.1 (c).

Non-conductive parts are tested with metal foil in contact with the surface. Where adhesive metal foil is used, the adhesive shall be conductive.

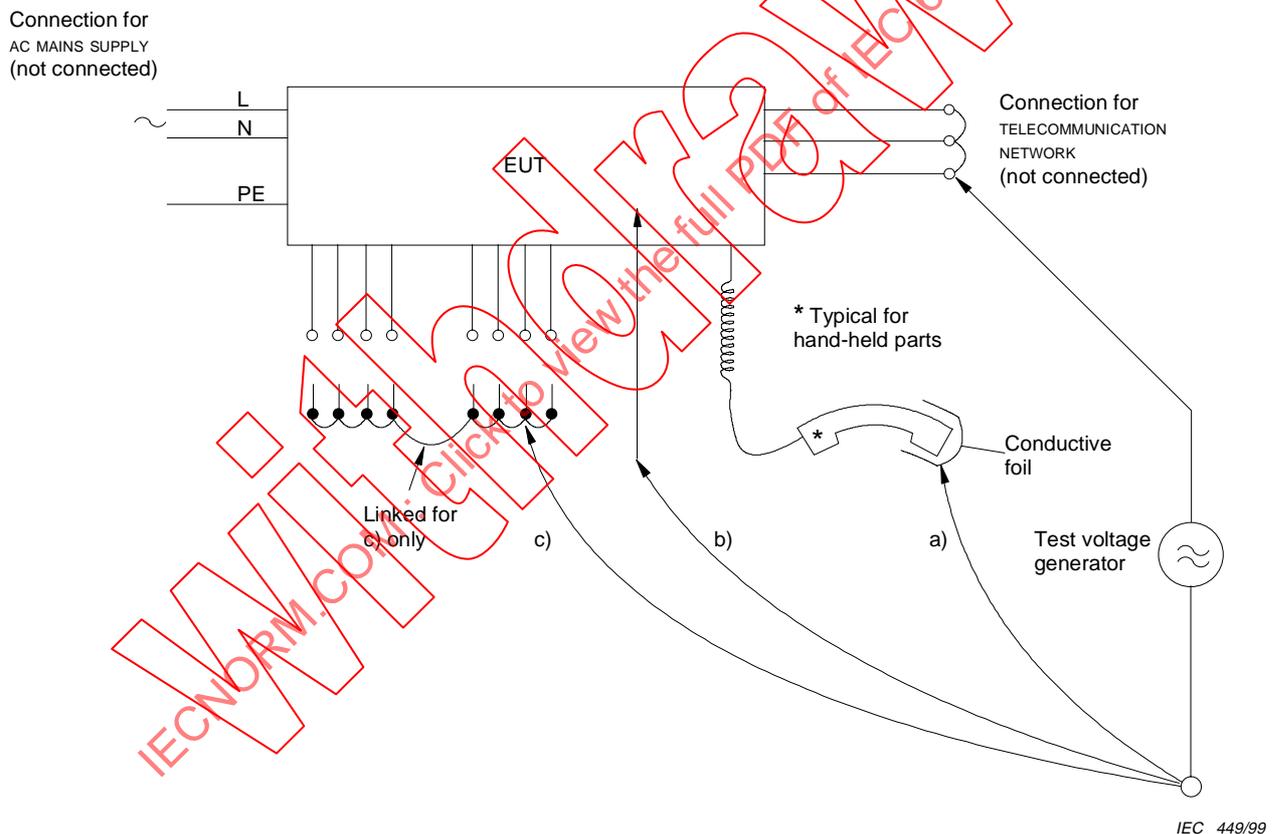


Figure 6B – Application points of test voltage

6.2.2.1 Essai en impulsion

La séparation électrique est soumise à 10 impulsions de polarité alternée, en utilisant le circuit générateur d'impulsions de l'annexe N pour les impulsions 10/700 μ s. L'intervalle entre les impulsions successives est de 60 s et la tension initiale, U_c , est:

- pour 6.2.1 a): 2,5 kV; et
- pour 6.2.1 b) et 6.2.1 c): 1,5 kV.

NOTE 1 – La valeur de 2,5 kV pour 6.2.1 a) a été choisie principalement pour s'assurer de la qualité de l'isolation concernée mais pas nécessairement pour la simulation de possibles surtensions.

NOTE 2 – En Australie la valeur de $U_c = 7,0$ kV est utilisée pour 6.2.1 a).

6.2.2.2 Essai à l'état d'équilibre

La séparation électrique est soumise à un essai de rigidité diélectrique conformément à 5.2.2.

La tension d'essai alternative est:

- pour 6.2.1 a) 1,5 kV; et
- pour 6.2.1 b) et 6.2.1 c): 1,0 kV.

NOTE – En Australie une valeur de 3,0 kV est utilisée en 6.2.1 a) pour les téléphones tenus à la main et les combinés téléphoniques et 2,5 kV pour les autres matériels, pour simuler les chocs de foudre sur les lignes de réseau typique en zone rurale ou semi-rurale. Une valeur de 1,5 kV est utilisée en 6.2.1 b) et c).

Pour 6.2.1 b) et 6.2.1 c), il est permis d'enlever les parasurtensions pourvu que de tels dispositifs satisfassent à l'essai en impulsion du 6.2.2.1 pour 6.2.1 b) et 6.2.1 c) lorsqu'ils sont essayés comme composants à l'extérieur du matériel. Pour 6.2.1 a), les parasurtensions ne doivent pas être enlevés.

6.2.2.3 Critères de conformité

Pendant les essais de 6.2.2.1 et de 6.2.2.2, il ne doit pas y avoir de rupture de l'isolation.

On considère qu'il s'est produit une rupture de l'isolation lorsque le courant qui circule par l'effet de l'application de la tension d'essai augmente rapidement d'une façon incontrôlée, c'est-à-dire que l'isolation n'empêche plus la circulation du courant.

Si un parasurtension fonctionne (ou si un amorçage survient dans un tube à décharge) pendant l'essai:

- pour 6.2.1 a), ce fonctionnement représente un défaut;
- pour 6.2.1 b) et 6.2.1 c), un tel fonctionnement est permis pendant l'essai en impulsion; et
- pour 6.2.1 b) et 6.2.1 c), un tel fonctionnement pendant l'essai de rigidité diélectrique (par tout parasurtension laissé en place) représente un défaut.

Pour les essais en impulsion, les dommages à l'isolation doivent être vérifiés par l'une des deux méthodes suivantes:

- pendant l'application des impulsions, par l'observation des oscillogrammes. On apprécie le fonctionnement d'un parasurtension ou une rupture de l'isolation d'après la forme d'un oscillogramme.

6.2.2.1 Impulse test

The electrical separation is subjected to 10 impulses of alternating polarity, using the impulse test generator of annex N for 10/700 μ s impulses. The interval between successive impulses is 60 s and the initial voltage, U_c , is:

- for 6.2.1 a): 2,5 kV; and
- for 6.2.1 b) and 6.2.1 c): 1,5 kV.

NOTE 1 – The value of 2,5 kV for 6.2.1 a) has been chosen primarily to ensure the adequacy of the insulation concerned and it does not necessarily simulate likely overvoltages.

NOTE 2 – In Australia, a value of $U_c = 7,0$ kV is used in 6.2.1 a).

6.2.2.2 Steady-state test

The electrical separation is subjected to an electric strength test according to 5.2.2.

The a.c. test voltage is:

- for 6.2.1 a): 1,5 kV; and
- for 6.2.1 b) and 6.2.1 c): 1,0 kV.

NOTE – In Australia, a value of 3,0 kV is used in 6.2.1 a) for hand-held telephones and headsets and 2,5 kV for other equipment, to simulate lightning surges on typical rural and semi rural network lines. A value of 1,5 kV is used in 6.2.1 b) and c).

For 6.2.1 b) and 6.2.1 c), it is permitted to remove surge suppressors, provided that such devices pass the impulse test of 6.2.2.1 for 6.2.1 b) and 6.2.1 c) when tested as components outside the equipment. For 6.2.1 a), surge suppressors shall not be removed.

6.2.2.3 Compliance criteria

During the tests of 6.2.2.1 and 6.2.2.2, there shall be no breakdown of insulation.

Insulation breakdown is considered to have occurred when the current which flows as a result of the application of the test voltage rapidly increases in an uncontrolled manner, i.e. the insulation does not restrict the flow of current.

If a surge suppressor operates (or sparkover occurs within a gas discharge tube) during the test:

- for 6.2.1 a), such operation represents a failure; and
- for 6.2.1 b) and 6.2.1 c), such operation is permitted during the impulse test; and
- for 6.2.1 b) and 6.2.1 c), such operation during the electric strength test (by any surge suppressor left in place) represents a failure.

For impulse tests, damage to insulation is verified in one of two ways, as follows:

- during the application of the impulses, by observation of oscillograms. Surge suppressor operation or breakdown through insulation is judged from the shape of an oscillogram.

- *après l'application des impulsions, par un essai de résistance d'isolement. Il est permis de déconnecter les parasurtensions pendant la mesure de la résistance d'isolement. La tension d'essai est de 500 V continu ou, en présence de parasurtensions, une tension continue inférieure de 10 % à la tension de fonctionnement ou d'amorçage du parasurtension. La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 2 MΩ.*

NOTE – Une description de la procédure pour apprécier s'il y a eu rupture de l'isolation ou fonctionnement d'un parasurtension, en utilisant les oscillogrammes, est donnée à l'annexe S.

6.3 Protection du système de câblage de télécommunication contre les surchauffes

Le matériel destiné à fournir la puissance à travers le système de câblage de télécommunication à des matériels déportés doit limiter le courant de sortie à une valeur qui ne provoque pas de dommages au système de câblage de télécommunication, à cause d'une surchauffe, dans toutes les conditions de charge externe. Le courant continu maximal venant du matériel ne doit pas dépasser une limite de courant qui est appropriée pour le diamètre minimal de conducteur spécifié dans les instructions d'installation du matériel. Le courant continu maximal est de 1,3 A si un tel câblage n'est pas spécifié.

NOTE 1 – Le dispositif de protection contre les surintensités peut être un dispositif discret tel qu'un fusible ou un circuit qui assure cette fonction.

NOTE 2 – Le diamètre minimal de conducteur normalement utilisé dans les câblages de télécommunications est de 0,4 mm, pour lequel le courant continu maximal pour un câble multipaires est 1,3 A. Ce câblage n'est pas en général couvert par les instructions d'installation du matériel car l'installation du câblage est souvent indépendante de l'installation du matériel.

NOTE 3 – Une limitation de courant supplémentaire peut être nécessaire pour les matériels destinés à être connectés à des réseaux qui sont soumis à des surtensions à cause des paramètres de fonctionnement des dispositifs de protection.

La vérification est effectuée comme suit.

Si la limitation du courant est due à l'impédance propre de la source de courant, la vérification est effectuée par mesurage du courant de sortie circulant dans toute charge résistive, y compris un court-circuit. La limite de courant ne doit pas être dépassée après 60 s d'essai.

Si la limitation de courant est assurée par un dispositif de protection contre les surintensités ayant une caractéristique temps/courant spécifiée:

- *la caractéristique temps/courant doit montrer qu'un courant égale à 110 % de la limite de courant sera interrompu dans les 60 min; et*

NOTE 4 – Les caractéristiques temps/courant des fusibles du type gD et du type gN spécifiés dans la CEI 60269-2-1 sont conformes aux limites ci-dessus. Les fusibles de type gD ou de type gN de 1 A satisferaient à la limite de courant de 1,3 A.

- *le courant de sortie circulant dans toute charge résistive, y compris un court-circuit, avec le dispositif de protection contre les surintensités court-circuité, mesuré après 60 s d'essai, ne doit pas dépasser 1 000/U, où U est la tension de sortie mesurée conformément à 1.4.5 avec tous les circuits de charge déconnectés.*

Si la limitation de courant est assurée par un dispositif de protection contre les surintensités n'ayant pas une caractéristique temps/courant spécifiée:

- *le courant de sortie circulant dans toute charge résistive, y compris un court-circuit, ne doit pas dépasser la limite de courant après 60 s d'essai; et*
- *le courant de sortie circulant dans toute charge résistive, y compris un court-circuit, avec le dispositif de protection contre les surintensités court-circuité, mesuré après 60 s d'essai, ne doit pas dépasser 1 000/U, où U est la tension de sortie mesurée conformément à 1.4.5 avec tous les circuits de charge déconnectés.*

- *after application of all the impulses, by an insulation resistance test. Disconnection of surge suppressors is permitted while insulation resistance is being measured. The test voltage is 500 V d.c. or, if surge suppressors are left in place, a d.c. test voltage that is 10 % less than the surge suppressor operating or striking voltage. The insulation resistance shall not be less than 2 M Ω .*

NOTE – A description of procedures to judge whether a surge suppressor operation or breakdown of insulation has occurred, using oscillograms, is given in annex S.

6.3 Protection of the telecommunication wiring system from overheating

Equipment intended to provide power over the telecommunication wiring system to remote equipment shall limit the output current to a value that does not cause damage to the telecommunication wiring system, due to overheating, under any external load condition. The maximum continuous current from equipment shall not exceed a current limit that is suitable for the minimum wire gauge specified in the equipment installation instructions. The current limit is 1,3 A if such wiring is not specified.

NOTE 1 – The overcurrent protective device may be a discrete device such as a fuse, or a circuit that performs that function.

NOTE 2 – The minimum wire diameter normally used in telecommunications wiring is 0,4 mm, for which the maximum continuous current for a multipair cable is 1,3 A. This wiring is not usually controlled by the equipment installation instructions, since the wiring is often installed independent of the equipment installation.

NOTE 3 – Further current limitation may be necessary for equipment intended for connection to networks which are subject to overvoltages, due to operating parameters for protective devices.

Compliance is checked as follows.

If current limiting is due to the inherent impedance of the power source, the output current into any resistive load, including a short circuit, is measured. The current limit shall not be exceeded after 60 s of test.

If current limiting is provided by an overcurrent protective device having a specified time/current characteristic:

- *the time/current characteristic shall show that a current equal to 110 % of the current limit will be interrupted within 60 min; and*

NOTE 4 – Time/current characteristics of type gD and type gN fuses specified in IEC 60269-2-1 comply with the above limit. Type gD or type gN fuses rated 1 A, would meet the 1,3 A current limit.

- *the output current into any resistive load, including a short circuit, with the overcurrent protective device bypassed, measured after 60 s of test, shall not exceed 1 000/U, where U is the output voltage measured in accordance with 1.4.5 with all load circuits disconnected.*

If current limiting is provided by an overcurrent protective device that does not have a specified time/current characteristic:

- *the output current into any resistive load, including a short circuit, shall not exceed the current limit after 60 s of test; and*
- *the output current into any resistive load, including a short circuit, with the overcurrent protective device bypassed, measured after 60 s of test, shall not exceed 1 000/U, where U is the output voltage measured in accordance with 1.4.5 with all load circuits disconnected.*

Annexe A (normative)

Essais de résistance à la chaleur et au feu

Il convient de noter que des fumées toxiques peuvent être émises au cours des essais. Lorsque c'est approprié, il convient d'effectuer les essais soit sous une hotte ventilée soit dans une salle bien aérée mais exempte de courants d'air qui pourraient invalider les essais.

Lorsque les essais utilisent une flamme de gaz, on peut utiliser du méthane de qualité technique, lorsqu'un régulateur et un compteur permettent d'avoir un débit uniforme de gaz, ou du gaz naturel ayant une énergie calorifique d'environ 37 MJ/m³. Le méthane de qualité technique a une pureté minimale de 98,0 % molaire. Une analyse type serait la suivante:

Méthane	98,5	% molaire
Ethane	0,5	
Azote	0,6	
Oxygène	0,1	
Gaz carbonique	0,1	
Propane	0,1	
Alcanes de rang supérieur	0,1	

A.1 Essai d'inflammabilité pour les enveloppes contre le feu des matériels mobiles de masse totale supérieure à 18 kg et des matériels fixes (voir 4.7.3.2)

A.1.1 Echantillons

L'essai est effectué sur trois échantillons constitués chacun d'une ENVELOPPE CONTRE LE FEU complète ou d'une portion d'ENVELOPPE CONTRE LE FEU représentant la plus faible épaisseur significative de paroi et comprenant toute ouverture d'aération.

A.1.2 Conditionnement des échantillons

Avant l'essai, les échantillons sont conditionnés pendant 7 jours (168 h) dans une étuve à circulation d'air, maintenue à une température uniforme, supérieure de 10 K à la température maximale du matériau mesurée pendant l'essai de 4.5.1 ou égale à 70 °C, suivant la valeur la plus élevée, puis refroidis jusqu'à la température ambiante.

A.1.3 Montage des échantillons

Les échantillons sont montés comme ils le seraient en usage normal. Une couche de coton chirurgical non traité est placée à 300 mm en dessous du point d'application de la flamme d'essai.

A.1.4 Essai à la flamme

La flamme d'essai est produite par un bec Bunsen, dont le tube a un diamètre intérieur de 9,5 mm ± 0,5 mm et une longueur d'environ 100 mm au-dessus de la ou des principales bouches d'admission d'air. L'énergie calorifique fournie par le gaz est d'environ 37 MJ/m³ et la flamme d'essai est réglée de façon que, lorsque le bec est en position verticale, la hauteur totale de la flamme atteigne environ 130 mm et la hauteur du cône bleu intérieur environ 40 mm.

Annex A (normative)

Tests for resistance to heat and fire

It should be noted that toxic fumes may be given off during the tests. Where appropriate the tests should be carried out either under a ventilated hood or in a well-ventilated room, but free from draughts which could invalidate the tests.

Where the tests use a gas flame, it is permitted to use technical grade methane with a suitable regulator and meter for gas flow, or natural gas having a calorific value of approximately 37 MJ/m³. Technical grade methane has a minimum purity of 98,0 mole % and a typical analysis would be:

	mole %
Methane	98,5
Ethane	0,5
Nitrogen	0,6
Oxygen	0,1
Carbon dioxide	0,1
Propane	0,1
Higher alkanes	0,1

A.1 Flammability test for fire enclosures of movable equipment having a total mass exceeding 18 kg, and of stationary equipment (see 4.7.3.2)

A.1.1 Samples

Three samples, each consisting of either a complete FIRE ENCLOSURE or a section of the FIRE ENCLOSURE representing the thinnest significant wall thickness and including any ventilation opening, are tested.

A.1.2 Conditioning of samples

Prior to being tested, the samples are conditioned in a circulating air oven for a period of 7 days (168 h), at a uniform temperature 10 K higher than the maximum temperature reached by the material measured during the test of 4.5.1, or 70 °C, whichever is the higher, and then cooled to room temperature.

A.1.3 Mounting of samples

Samples are mounted as they would be in actual use. A layer of untreated surgical cotton is located 300 mm below the point of application of the test flame.

A.1.4 Test flame

The test flame is obtained by means of a Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of 9,5 mm ± 0,5 mm and a length of approximately 100 mm above the primary air inlet or inlets. A gas supply of calorific value approximately 37 MJ/m³ is used and the flame is adjusted so that, while the burner is vertical, the overall height of the flame is approximately 130 mm and the height of the inner blue cone is approximately 40 mm.

A.1.5 Procédure d'essai

La flamme d'essai est appliquée sur une surface interne de l'échantillon, en un endroit jugé susceptible de s'enflammer en raison de sa proximité d'une source d'inflammation. S'il s'agit d'une section verticale, la flamme est appliquée sous un angle d'environ 20° par rapport à la verticale. S'il existe des ouvertures d'aération, la flamme est appliquée à un bord d'une ouverture, sinon la flamme est appliquée à une surface pleine. Dans tous les cas, la pointe du cône bleu intérieur de la flamme est en contact avec l'échantillon. La flamme est appliquée pendant 5 s, puis retirée pendant 5 s. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'échantillon ait été soumis à cinq applications de la flamme d'essai au même endroit.

L'essai est répété sur les deux autres échantillons. S'il y a plusieurs parties de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU proches d'une source d'inflammation, chaque échantillon est essayé avec application de la flamme à un endroit différent.

A.1.6 Critères de conformité

Pendant l'essai, l'échantillon ne doit pas émettre de gouttelettes ou de particules enflammées capables d'enflammer le coton chirurgical. L'échantillon ne doit pas continuer de brûler plus de 1 min après la cinquième application de la flamme d'essai et ne doit pas être entièrement consumé.

A.2 Essai d'inflammabilité pour les enveloppes contre le feu des matériels mobiles de masse totale inférieure ou égale à 18 kg et pour les matériaux placés à l'intérieur des enveloppes contre le feu (voir 4.7.3.2 et 4.7.3.4)

A.2.1 Echantillons

L'essai est effectué sur trois échantillons. Pour les ENVELOPPES CONTRE LE FEU chaque échantillon est constitué de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU complète ou d'une portion d'ENVELOPPE CONTRE LE FEU représentant l'épaisseur de paroi significative la plus faible et comprenant toute ouverture d'aération. Pour les matériaux à utiliser dans l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU, chaque échantillon du matériau est constitué de:

- la partie complète; ou*
- une portion de la partie représentant l'épaisseur de paroi significative la plus faible; ou*
- une plaque ou une barre d'essai d'épaisseur uniforme représentant la portion significative la plus faible de la partie.*

Pour les composants à placer dans l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU, chaque échantillon doit être un composant complet.

A.2.2 Conditionnement des échantillons

Avant l'essai, les échantillons sont conditionnés pendant 7 jours (168 h) dans une étuve à circulation d'air, maintenue à une température uniforme, supérieure de 10 K à la température maximale de la partie mesurée pendant l'essai de 4.5.1 ou égale à 70 °C, suivant la valeur la plus élevée, puis refroidis jusqu'à la température ambiante.

A.2.3 Montage des échantillons

Les échantillons sont montés comme ils le seraient en usage normal.

A.1.5 Test procedure

The test flame is applied to an inside surface of the sample, at a location judged to be likely to become ignited because of its proximity to a source of ignition. If a vertical part is involved, the flame is applied at an angle of approximately 20° from the vertical. If ventilation openings are involved, the flame is applied to an edge of an opening, otherwise to a solid surface. In all cases, the tip of the inner blue cone is to be in contact with the sample. The flame is applied for 5 s and removed for 5 s. This operation is repeated until the sample has been subjected to five applications of the test flame to the same location.

The test is repeated on the remaining two samples. If more than one part of the FIRE ENCLOSURE is near a source of ignition, each sample is tested with the flame applied to a different location.

A.1.6 Compliance criteria

During the test, the sample shall not release either flaming drops or particles capable of igniting the surgical cotton. The sample shall not continue to burn for more than 1 min after the fifth application of the test flame, and shall not be consumed completely.

A.2 Flammability test for fire enclosures of movable equipment having a total mass not exceeding 18 kg, and for material and components located inside fire enclosures (see 4.7.3.2 and 4.7.3.4)

A.2.1 Samples

Three samples are tested. For FIRE ENCLOSURES, each sample consists of either a complete FIRE ENCLOSURE or a section of the FIRE ENCLOSURE representing the thinnest significant wall thickness and including any ventilation opening. For material to be located within the FIRE ENCLOSURE, each sample of the material consists of one of the following:

- the complete part; or
- a section of the part representing the thinnest significant wall thickness; or
- a test plaque or bar of uniform thickness representing the thinnest significant section of the part.

For components to be located within the FIRE ENCLOSURE, each sample is to be a complete component.

A.2.2 Conditioning of samples

Prior to being tested, the samples are conditioned in a circulating air oven for a period of 7 days (168 h), at a uniform temperature 10 K higher than the maximum temperature of the part measured during the test of 4.5.1, or 70 °C, whichever is the higher, and then cooled to room temperature.

A.2.3 Mounting of samples

Samples are mounted and oriented as they would be in actual use.

A.2.4 Essai à la flamme

La flamme d'essai est produite par un bec Bunsen, dont le tube a un diamètre intérieur de $9,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ et une longueur d'environ 100 mm au-dessus de la ou des principales bouches d'admission d'air. L'énergie calorifique fournie par le gaz est d'environ 37 MJ/m^3 et la flamme est réglée de façon que, lorsque le bec est en position verticale, la hauteur totale de la flamme atteigne environ 20 mm, les entrées d'air étant entièrement fermées.

A.2.5 Procédure d'essai

La flamme d'essai est appliquée sur une surface interne de l'échantillon, en un endroit jugé susceptible de s'enflammer en raison de sa proximité d'une source d'inflammation. Pour l'évaluation des matériaux placés dans l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU, il est permis d'appliquer la flamme d'essai sur une surface externe de l'échantillon. Pour l'évaluation des composants à placer dans l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU, la flamme d'essai est appliquée directement sur le composant.

S'il s'agit d'une section verticale, la flamme est appliquée sous un angle d'environ 20° par rapport à la verticale. S'il existe des ouvertures d'aération, la flamme est appliquée à un bord d'une ouverture, sinon la flamme est appliquée à une surface pleine. Dans tous les cas, la pointe de la flamme est en contact avec l'échantillon. La flamme est appliquée pendant 30 s, retirée pendant 60 s et appliquée à nouveau au même endroit pendant 30 s.

L'essai est répété sur les deux autres échantillons. Si une partie quelconque à l'essai est proche d'une source d'inflammation en plus d'un point, chaque échantillon est essayé avec application à un endroit différent qui est proche de la source d'inflammation.

A.2.6 Critères de conformité

Pendant l'essai, l'échantillon ne doit pas continuer de brûler plus de 1 min après la deuxième application de la flamme d'essai et ne doit pas être entièrement consumé.

A.2.7 Essai en remplacement

En remplacement de la méthode et de l'appareillage spécifiés en A.2.4 et A.2.5, il est permis d'utiliser la méthode et l'appareillage décrits aux articles 4 et 8 de la CEI 60695-2-2:1991. Le nombre d'applications de la flamme, leur durée et la méthode sont comme spécifié en A.2.5 et la vérification de conformité est en accord avec en A.2.6.

NOTE – La conformité à l'une ou l'autre des méthodes de A.2.4 et A.2.5, ou de A.2.7 est acceptable; il n'est pas prescrit qu'il y ait conformité aux deux méthodes.

A.3 Essais par amorçage d'arc à courant élevé (voir 4.7.3.2)

A.3.1 Echantillons

Cinq échantillons de chaque matériau sont utilisés. Les échantillons ont au moins 130 mm de long par 13 mm de large et une épaisseur uniforme qui représente la section la plus mince de la partie. Les bords doivent être exempts de bavures, ébarbures, etc.

A.2.4 Test flame

The test flame is obtained by means of a Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of $9,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ and a length of approximately 100 mm above the primary air inlet or inlets. A gas supply of calorific value approximately 37 MJ/m^3 is used and the flame adjusted so that while the burner is vertical, the overall height of the flame is approximately 20 mm, with the air inlet ports closed.

A.2.5 Test procedure

The test flame is applied to an inside surface of the sample at a point judged to be likely to become ignited because of its proximity to a source of ignition. For the evaluation of materials located within the FIRE ENCLOSURE, it is permitted to apply the test flame to an external surface of the sample. For the evaluation of components to be located within the FIRE ENCLOSURE, the test flame is applied directly to the component.

If a vertical part is involved, the flame is applied at an angle of approximately 20° from the vertical. If ventilation openings are involved, the flame is applied to an edge of an opening, otherwise to a solid surface. In all cases, the tip of the flame is to be in contact with the sample. The flame is applied for 30 s and removed for 60 s, then reapplied to the same location for 30 s.

The test is repeated on the remaining two samples. If any part being tested is near a source of ignition at more than one point, each sample is tested with the flame applied to a different point which is near a source of ignition.

A.2.6 Compliance criteria

During the test, the samples shall not continue to burn for more than 1 min after the second application of the test flame, and shall not be consumed completely.

A.2.7 Alternative test

As an alternative to the apparatus and procedure specified in A.2.4 and A.2.5, it is permitted to use the apparatus and procedure specified in IEC 60695-2-2:1991, clauses 4 and 8. The manner, duration and number of flame applications are as specified in A.2.5 and compliance is in accordance with A.2.6.

NOTE – Compliance with the method of either A.2.4 and A.2.5 or of A.2.7 is acceptable; it is not required to comply with both methods.

A.3 High current arcing ignition test (see 4.7.3.2)

A.3.1 Samples

Five samples of each material are used. The samples are 130 mm long minimum by 13 mm wide and of uniform thickness representing the thinnest section of the part. Edges are to be free from burrs, fins, etc.

A.3.2 Circuit d'essai

Chaque essai est effectué avec une paire d'électrodes d'essai et une charge d'impédance inductive variable montées en série sur une source de courant alternatif de 220 V à 240 V, 50 Hz ou 60 Hz (voir figure A.1).

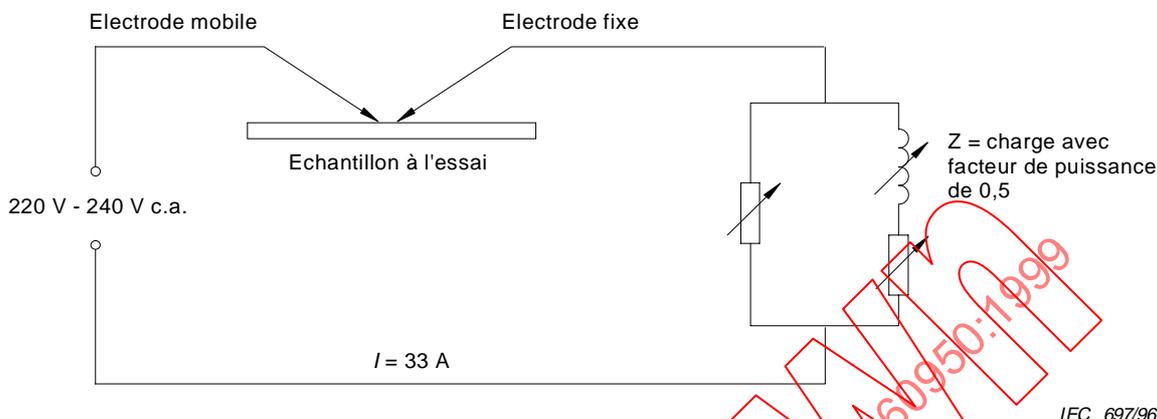


Figure A.1 – Circuit pour les essais par amorçage d'arc à courant élevé

Il est permis d'utiliser un circuit équivalent.

A.3.3 Electrodes d'essai

Une électrode est fixe et l'autre mobile. L'électrode fixe consiste en un conducteur en cuivre massif de 3,5 mm de diamètre ayant une pointe faisant un biseau de 30°. L'électrode mobile est une baguette d'acier inoxydable de 3 mm de diamètre avec une pointe conique symétrique ayant un angle total de 60°, pouvant être déplacée le long de son axe. Le rayon de courbure pour les extrémités de l'électrode ne dépasse pas 0,1 mm au début d'un essai donné. Les électrodes sont disposées l'une en face de l'autre, dans le même plan, à un angle de 45° par rapport à l'horizontale. Les électrodes étant mises en court-circuit, la charge d'impédance inductive variable est ajustée jusqu'à ce que le courant du circuit atteigne 33 A avec un facteur de puissance de 0,5.

A.3.4 Procédure d'essai

L'échantillon essayé est maintenu dans une position horizontale dans l'air ou sur une surface non conductrice, de telle façon que les électrodes, lorsqu'elles se touchent, se trouvent en contact avec la surface de l'échantillon. L'électrode mobile est commandée manuellement ou d'une autre manière de telle façon qu'elle puisse être retirée du contact avec l'électrode fixe pour couper le circuit puis abaissée pour refermer le circuit afin de produire une série d'arcs à une cadence d'environ 40 arc/min, avec une vitesse de séparation de 254 mm/s ± 25 mm/s.

L'essai est poursuivi jusqu'à l'inflammation de l'échantillon, la formation d'un trou brûlé à travers l'échantillon ou l'application de 200 arcs.

A.3.5 Critères de conformité

Le nombre moyen d'arcs pour l'inflammation des spécimens essayés ne doit pas être inférieur à 15 pour les MATÉRIAUX DE CLASSE V-0 et il ne doit pas être inférieur à 30 pour les autres matériaux.

A.3.2 Test circuit

Each test is made with a pair of test electrodes and a variable inductive impedance load connected in series to a source of 220 V to 240 V a.c., 50 Hz or 60 Hz, see figure A.1.

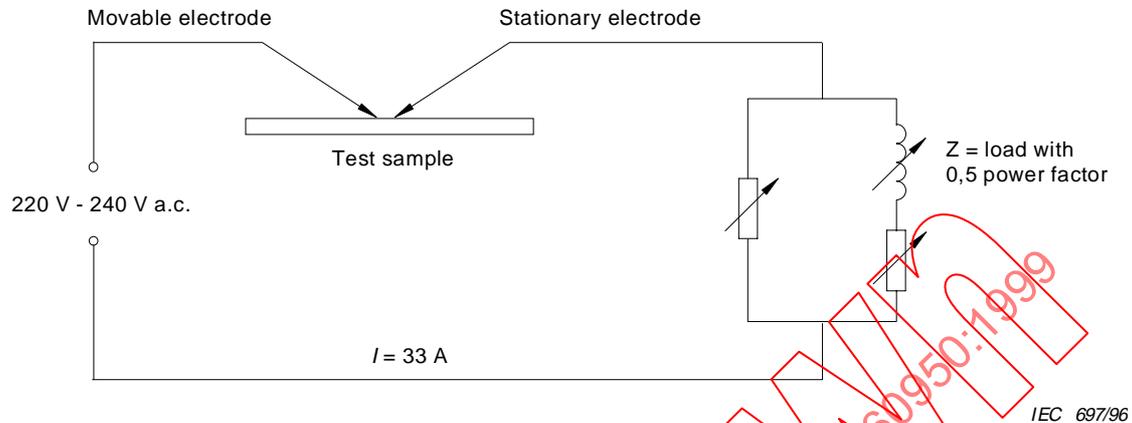


Figure A.1 – Circuit for high current arcing test

It is permitted to use an equivalent circuit.

A.3.3 Test electrodes

One electrode is stationary and the second movable. The stationary electrode consists of a 3,5 mm diameter solid copper conductor having a 30° chisel point. The movable electrode is a 3 mm diameter stainless steel rod with a symmetrical conical point having a total angle of 60° and is capable of being moved along its own axis. The radius of curvature for the electrode tips does not exceed 0,1 mm at the start of a given test. The electrodes are located opposing each other, in the same plane, at an angle of 45° to the horizontal. With the electrodes short-circuited, the variable inductive impedance load is adjusted until the current is 33 A at a power factor of 0,5.

A.3.4 Test procedure

The sample under test is supported horizontally in air or on a non-conductive surface so that the electrodes, when touching each other, are in contact with the surface of the sample. The movable electrode is manually or otherwise controlled so that it can be withdrawn from contact with the stationary electrode to break the circuit and lowered to remake the circuit, so as to produce a series of arcs at a rate of approximately 40 arcs/min, with a separation speed of 254 mm/s ± 25 mm/s.

The test is continued until ignition of the sample occurs, a hole is burned through the sample or a total of 200 arcs has elapsed.

A.3.5 Compliance criteria

The average number of arcs to ignition of the specimens tested shall not be less than 15 for V-0 CLASS MATERIALS and not less than 30 for other materials.

A.4 Essai d'inflammation au fil chaud (voir 4.7.3.2)

A.4.1 Echantillons

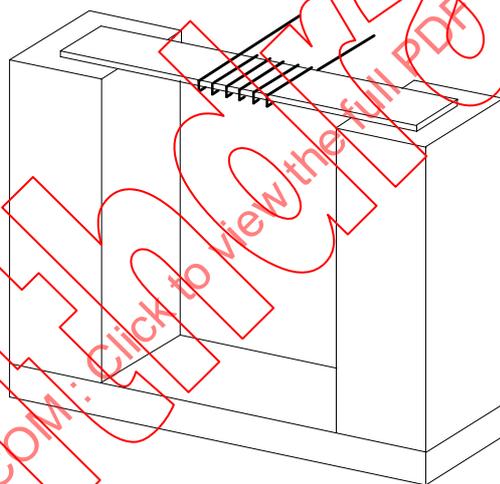
Cinq échantillons de chaque matériau sont utilisés. Les échantillons ont au moins 130 mm de long, 13 mm de large et une épaisseur uniforme qui représente la section la plus mince de la partie. Les bords doivent être exempts de bavures, ébarbures, etc.

A.4.2 Circuit d'essai

Une longueur de 250 mm \pm 5 mm d'un fil nickel/chrome exempt de fer (composition nominale 80 % nickel, 20 % chrome), d'environ 0,5 mm de diamètre et d'une résistance à froid d'environ 5,28 Ω /m, est utilisée. Le fil est relié dans une longueur droite à une source d'alimentation variable réglée pour dissiper 0,26 W/mm \pm 4 % dans le fil pendant une durée de 8 s à 12 s. Après refroidissement, le fil est enroulé autour de l'échantillon de façon à faire cinq tours complets espacés d'environ 6 mm les uns des autres.

A.4.3 Montage des échantillons

L'échantillon entouré par le fil est maintenu en position horizontale et les extrémités du fil sont reliées à la source d'alimentation électrique variable qui est à nouveau réglée pour dissiper environ 0,26 W/mm \pm 4 % dans le fil (voir figure A.2).



IEC 696/96

Figure A.2 – Montage pour l'essai d'inflammation au fil chaud

A.4.4 Procédure d'essai

Au début de l'essai, le circuit est mis sous tension de façon à faire circuler dans le fil chaud un courant fournissant une densité de puissance linéaire de 0,26 W/mm \pm 4 %. L'essai est poursuivi jusqu'à ce que le spécimen d'essai s'enflamme ou pendant 120 s. Après inflammation ou après 120 s, l'essai est arrêté et le temps relevé. Pour les spécimens qui fondent à travers le fil sans brûler, l'essai est arrêté lorsque le spécimen n'est plus en contact étroit avec les cinq tours du fil chauffant.

L'essai est répété sur les autres échantillons.

A.4 Hot wire ignition test (see 4.7.3.2)

A.4.1 Samples

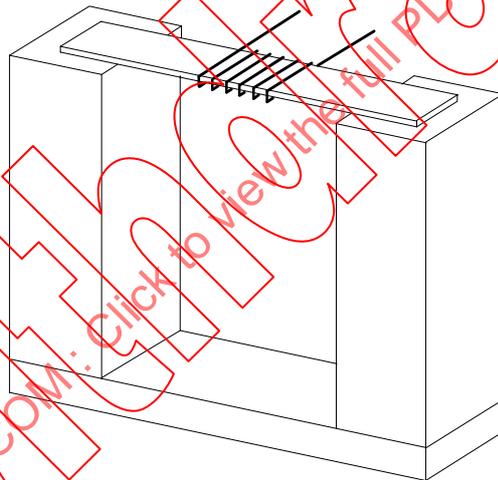
Five samples of each material are tested. The samples are 130 mm long minimum by 13 mm wide and of a uniform thickness representing the thinnest section of the part. Edges are to be free from burrs, fins, etc.

A.4.2 Test circuit

A 250 mm \pm 5 mm length of nichrome wire (nominal composition 80 % nickel, 20 % chromium, iron-free) of approximately 0,5 mm diameter and having a cold resistance of approximately 5,28 Ω /m is used. The wire is connected in a straight length to a variable source of power which is adjusted to cause a power dissipation of 0,26 W/mm \pm 4 % in the wire for a period of 8 s to 12 s. After cooling, the wire is wrapped around a sample to form five complete turns spaced 6 mm apart.

A.4.3 Mounting of samples

The wrapped sample is supported in a horizontal position and the ends of the wire connected to the variable power source, which is again adjusted to dissipate 0,26 W/mm \pm 4 % in the wire, see figure A.2.



IEC 696/96

Figure A.2 – Test fixture for hot wire ignition test

A.4.4 Test procedure

At the start of the test, the circuit is energized so that a current is passed through the heater wire yielding a linear power density of 0,26 W/mm \pm 4 %. The test is continued until the test specimen ignites or until 120 s have passed. When ignition occurs or 120 s have passed, the test is discontinued and the test time recorded. For specimens that melt through the wire without ignition, the test is discontinued when the specimen is no longer in intimate contact with all five turns of the heater wire.

The test is repeated on the remaining samples.

A.4.5 Critères de conformité

Le temps moyen d'inflammation des spécimens essayés ne doit pas être inférieur à 15 s.

A.5 Essai à l'huile chaude enflammée (voir 4.6.2)

A.5.1 Montage des échantillons

Un échantillon du fond de l'ENVELOPPE CONTRE LE FEU, complet et apprêté, est disposé sur un support sur lequel il est solidement fixé, dans une position horizontale. De l'étamine blanche d'environ 40 g/m² est tendue en une seule épaisseur au-dessus d'un bac peu profond à fond plat, placé à environ 50 mm au-dessous de l'échantillon; elle a des dimensions telles qu'elle puisse recouvrir complètement l'ensemble des ouvertures dans l'échantillon sans être toutefois suffisamment large pour recueillir une portion quelconque de l'huile qui déborde de l'échantillon ou ne passe pas par les ouvertures.

NOTE – Il est recommandé d'entourer la zone d'essai d'un écran métallique ou d'une séparation en verre armé.

A.5.2 Procédure d'essai

Une petite louche métallique (de préférence n'ayant pas plus de 65 mm de diamètre) munie d'un bec verseur et d'une longue poignée dont l'axe longitudinal reste à l'horizontale durant le déversement, est remplie partiellement avec 10 ml de mazout distillé, c'est-à-dire un distillat semi-volatile ayant une masse volumique comprise entre 0,845 g/ml et 0,865 g/ml, un point d'éclair compris entre 43,5 °C et 93,5 °C, et une valeur calorifique moyenne de 38 MJ/l. La louche contenant l'huile est chauffée; on enflamme l'huile et on la laisse brûler pendant 1 min, après quoi on déverse toute l'huile chaude enflammée, à un débit constant de 1 ml/s approximativement, sur le centre géométrique de l'ensemble des ouvertures à partir d'une position située à environ 100 mm au-dessus de celles-ci.

L'essai est répété deux fois à 5 min d'intervalle, en utilisant de l'étamine propre.

A.5.3 Critère de conformité

Pendant ces essais, l'étamine ne doit pas s'enflammer.

A.6 Essais d'inflammabilité pour classer les matériaux V-0, V-1 ou V-2

A.6.1 Échantillons

Dix échantillons du matériau ou de l'ensemble destiné à être classé V-0, V-1 ou V-2 sont essayés comme indiqué ci-après.

Les échantillons de matériau ont environ 130 mm de long et 13 mm de large, et la plus faible épaisseur utilisée. Dans le cas d'un matériau utilisé pour l'isolation acoustique, autre que du plastique cellulaire, qui est normalement fixé sur un panneau en un autre matériau, il est permis d'utiliser des échantillons constitués par le matériau fixé sur un panneau de la plus faible épaisseur utilisée. En ce qui concerne les ensembles, il est permis d'utiliser des échantillons consistant en l'ensemble tout entier ou en une partie de celui-ci, à condition que les dimensions ne soient pas inférieures à celles qui sont spécifiées pour un échantillon de matériau. Il est permis d'essayer les engrenages, cames, courroies, paliers, tubes, harnais de câblage, etc., comme des pièces finies, ou d'essayer des échantillons découpés sur les pièces finies.

A.4.5 Compliance criterion

The average ignition time of the specimens tested shall be not less than 15 s.

A.5 Hot flaming oil test (see 4.6.2)

A.5.1 Mounting of samples

A sample of the complete finished bottom of the FIRE ENCLOSURE is securely supported in a horizontal position. Bleached cheesecloth of approximately 40 g/m² is placed in one layer over a shallow, flat-bottomed pan approximately 50 mm below the sample, and is of sufficient size to cover completely the pattern of openings in the sample, but not large enough to catch any of the oil that runs over the edge of the sample or otherwise does not pass through the openings.

NOTE – Use of a metal screen or a wired-glass partition surrounding the test area is recommended.

A.5.2 Test procedure

A small metal ladle (preferably no more than 65 mm in diameter), with a pouring lip and a long handle whose longitudinal axis remains horizontal during pouring, is partially filled with 10 ml of a distillate fuel oil which is a medium volatile distillate having a mass per unit volume between 0,845 g/ml and 0,865 g/ml, a flash point between 43,5 °C and 93,5 °C and an average calorific value of 38 MJ/l. The ladle containing the oil is heated and the oil ignited and permitted to burn for 1 min, at which time all of the hot flaming oil is poured at the rate of approximately 1 ml/s in a steady stream onto the centre of the pattern of openings, from a position approximately 100 mm above the openings.

The test is repeated twice at 5 min intervals, using clean cheesecloth.

A.5.3 Compliance criterion

During these tests the cheesecloth shall not ignite.

A.6 Flammability tests for classifying materials V-0, V-1 or V-2

A.6.1 Samples

Ten samples of a material or assembly intended to be classified as V-0, V-1 or V-2 CLASS MATERIAL are tested as indicated below.

Material test samples are approximately 130 mm long by 13 mm wide, and of the smallest thickness used. For sound-deadening material other than foamed plastic, which is normally attached to a panel of another material, it is permitted to use samples consisting of the material attached to a panel of the smallest thickness used. For testing an assembly, it is permitted to use samples consisting of the assembly, or a portion thereof not smaller than the dimensions specified for a material sample. It is permitted either to test gears, cams, belts, bearings, tubing, wiring harness, etc., as finished parts, or to test samples cut from finished parts.

A.6.2 Conditionnement des échantillons

Avant l'essai, un jeu de cinq échantillons est conditionné pendant 7 jours (168 h) dans une étuve à circulation d'air maintenue à une température uniforme de $70\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Immédiatement après, les échantillons sont placés dans un dessiccateur à chlorure de calcium pendant 4 h au moins pour refroidir jusqu'à la température ambiante. L'autre jeu de cinq échantillons est conditionné pendant 48 h à une température uniforme de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et une humidité relative comprise entre 45 % et 55 %.

A.6.3 Montage des échantillons

Son axe longitudinal étant vertical, l'un des échantillons est fixé à sa partie supérieure par une bride de façon que son rebord inférieur se trouve à 300 mm au-dessus d'une couche plate et horizontale de coton chirurgical non traité (bande de 50 mm x 50 mm aplatie à une hauteur libre maximale de 6 mm). Un bec Bunsen non allumé, dont le tube a un diamètre interne de $9,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ et une longueur d'environ 100 mm au-dessus de la ou des principales bouches d'admission d'air est placé sous l'échantillon, de manière que l'axe longitudinal de son tube soit vertical et coïncide avec l'axe longitudinal de l'échantillon. L'ouverture du bec est à 9,5 mm au-dessous de l'échantillon. Le support du bec est aménagé de façon que le bec puisse être rapidement enlevé de dessous l'échantillon et remis en position, avec précision, sous l'échantillon. L'énergie calorifique du gaz est d'environ 37 MJ/m^3 . Le bec, éloigné de l'échantillon, est allumé et réglé de manière à produire une flamme bleue constante ayant une hauteur totale d'environ 20 mm.

A.6.4 Procédure d'essai

La flamme du brûleur est mise en position sous l'échantillon pendant 10 s puis retirée.

La durée t_1 de toute combustion avec flammes de l'échantillon après retrait de la flamme d'essai est mesurée.

Immédiatement après la cessation de l'émission de flammes par l'échantillon, l'essai est répété sur le même échantillon.

La durée t_2 de toute combustion avec flammes de l'échantillon après la seconde application de la flamme d'essai et la durée t_3 de toute combustion incandescente après la fin de t_2 sont mesurées.

La séquence d'essais ci-dessus est répétée sur les quatre autres échantillons de chaque jeu.

A.6.5 Critères de conformité

Les critères de conformité pour le matériau, dans l'épaisseur essayée, sont énumérés dans le tableau A.1.

A.6.2 Conditioning of samples

Prior to being tested, a set of five samples is conditioned in a circulating air oven for 7 days (168 h) at a uniform temperature of $70\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Immediately afterwards, the samples are placed in a calcium chloride desiccator for at least 4 h to cool to room temperature. The other set of five samples is conditioned for 48 h at a uniform temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and a relative humidity between 45 % and 55 %.

A.6.3 Mounting of samples

One sample is held with its longitudinal axis vertical by a clamp at its upper end so that its lower edge is 300 mm above a flat, horizontal layer of untreated surgical cotton $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ thinned out to a maximum free-standing thickness of 6 mm. An unlit Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of $9,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ and a length of approximately 100 mm above the primary air inlet or inlets, is supported under the sample with the longitudinal axis of the barrel vertical and coincident with the longitudinal axis of the sample. The tip of the barrel is 9,5 mm below the sample. The burner support is arranged to enable the burner to be quickly removed from and precisely returned to its position under the sample. A gas supply of calorific value of approximately 37 MJ/m^3 is used. While not in proximity to the sample, the burner is ignited and adjusted to produce a steady blue flame with an overall height of approximately 20 mm.

A.6.4 Test procedure

The burner flame is moved into position under the sample for 10 s, and then removed.

The duration t_1 of any flaming combustion of the sample after removal of the test flame is measured.

Immediately after flaming of the sample has ceased, the test is repeated on the same sample.

The duration t_2 of any flaming combustion of the sample after the second removal of the test flame, and the duration t_3 of any glowing combustion after the end of t_2 , are measured.

The above sequence of tests is repeated on the four remaining samples of each set.

A.6.5 Compliance criteria

The classification criteria for the material in the thickness tested are listed in table A.1.

Tableau A.1 – Classification des matériaux

Critères	V-0	V-1	V-2
Durée de maintien de l'inflammation pour chaque spécimen individuel, t_1 ou t_2 ,	≤10 s	≤30 s	≤30 s
Durée totale de maintien de l'inflammation pour toute série de conditions, t_1 plus t_2 pour les cinq échantillons	≤50 s	≤250 s	≤250 s
Durée de maintien de l'inflammation et de l'incandescence pour chaque échantillon individuel après la deuxième application de la flamme, t_2 plus t_3	≤30 s	≤60 s	≤60 s
Le maintien de l'inflammation ou de l'incandescence de tout échantillon jusqu'à la bride de maintien est-il permis?	Non	Non	Non
L'inflammation de l'indicateur en coton par des particules ou des gouttes enflammées est-elle permise?	Non	Non	Oui

A.6.6 Nouvel essai permis

Si un seul échantillon d'un jeu de cinq échantillons ne satisfait pas aux critères du tableau A.1 qui sont applicables, un autre jeu de cinq échantillons, soumis au même conditionnement, est essayé. Tous les échantillons de ce deuxième jeu doivent satisfaire aux critères qui sont applicables.

A.7 Essais d'inflammabilité pour classer les matériaux cellulaires HF-1, HF-2 ou HBF

A.7.1 Echantillons

Dix échantillons de matériaux plastiques cellulaires destinés à être classés HF-1, HF-2 ou HBF sont essayés comme indiqué ci-après.

Les échantillons de matériau doivent avoir environ 150 mm de long, 50 mm de large et la plus faible épaisseur utilisée. Dans le cas d'un matériau cellulaire qui est normalement fixé sur un panneau en un autre matériau, il est permis d'utiliser des échantillons constitués par le matériau cellulaire fixé sur un panneau qui est de la plus faible épaisseur utilisée.

A.7.2 Conditionnement des échantillons

Avant l'essai, cinq échantillons (référence A) sont conditionnés pendant 7 jours (168 h) dans une étuve à circulation d'air maintenue à une température de $70\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Immédiatement après, les échantillons sont placés dans un dessiccateur à chlorure de calcium pendant 4 h au moins pour refroidir jusqu'à température ambiante. Cinq autres échantillons (référence B) sont conditionnés pendant au moins 48 h à une température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et une humidité relative comprise entre 45 % et 55 %.

A.7.3 Procédure d'essai

Les échantillons sont disposés sur un écran métallique horizontal (en fil d'acier d'environ 0,8 mm et à mailles carrées de 6,5 mm), de 200 mm de longueur et de 75 mm de largeur, dont une extrémité est pliée vers le haut sur 13 mm. L'écran est maintenu à environ 300 mm au-dessus d'une couche de coton chirurgical.

Table A.1 – Materials classification

Criteria conditions	V-0	V-1	V-2
Afterflame time for each individual specimen, t_1 or t_2	≤10 s	≤30 s	≤30 s
Total afterflame time for any condition set, t_1 plus t_2 for the five specimens	≤50 s	≤250 s	≤250 s
Afterflame plus afterglow time for each individual specimen after the second flame application, t_2 plus t_3	≤30 s	≤60 s	≤60 s
Afterflame or afterglow of any specimen up to the holding clamp permitted?	No	No	No
Cotton indicator ignited by flaming particles or drops permitted?	No	No	Yes

A.6.6 Permitted retest

If only one sample of a set of five samples fails to comply with the relevant criteria in table A.1, another set of five samples, subjected to the same conditioning, is tested. All samples in this second set shall comply with the relevant criteria.

A.7 Flammability test for classifying foamed materials HF-1, HF-2 or HBF**A.7.1 Samples**

Ten samples of a foamed plastic material intended to be classified as HF-1, HF-2 or HBF CLASS MATERIAL are tested as indicated below.

Material test samples are approximately 150 mm long by 50 mm wide, and of the smallest thickness used. For foam material which is normally attached to a panel of another material, it is permitted to use samples consisting of the foam material attached to a panel which is of the smallest thickness used.

A.7.2 Conditioning of samples

Prior to being tested, five samples (reference A) are conditioned in a circulating air oven for 7 days (168 h) at a uniform temperature of $70\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Immediately afterwards, the samples are placed in a calcium chloride desiccator for at least 4 h to cool to room temperature. Five other samples (reference B) are conditioned for 48 h at a uniform temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and a relative humidity between 45 % and 55 %.

A.7.3 Test procedure

Samples are supported on a horizontal wire screen (approximately 0,8 mm steel wire in 6,5 mm square mesh), 200 mm long by 75 mm wide, with 13 mm at one end turned up vertically. The screen is supported approximately 300 mm over a layer of surgical cotton.

On utilise un bec Bunsen à flamme papillon, dont le tube a un diamètre interne de $9,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, une longueur d'environ 100 mm au-dessus de la ou des principales bouches d'admission d'air et le bec une largeur d'environ 50 mm. Il est disposé à 13 mm en dessous du bord plié de l'écran, de façon que la flamme soit parallèle à ce bord et centrée sur lui. Le support du bec est aménagé de façon que le bec puisse être rapidement enlevé de dessous l'échantillon et remis en position avec précision sous l'échantillon. L'énergie calorifique fournie par le gaz est d'environ 37 MJ/m^3 . Le bec, éloigné de l'échantillon, est allumé et réglé de manière à produire une flamme bleue d'essai constante ayant une hauteur totale d'environ 38 mm.

Un échantillon est posé à plat sur l'écran, de façon que l'une de ses extrémités soit en contact avec le bord de l'écran plié vers le haut. Les échantillons de matériaux combinés sont placés avec le plastique cellulaire sur le dessus.

La flamme du brûleur est mise en place sous l'échantillon pendant 60 s puis retirée. L'essai est ensuite répété sur les neuf autres échantillons.

A.7.4 Critères de conformité

Pendant et après l'essai, les conditions suivantes doivent s'appliquer:

- pas plus d'un échantillon de référence A et un échantillon de référence B ne doivent brûler plus de 2 s après retrait de la flamme d'essai;
- aucun échantillon ne doit brûler plus de 10 s après retrait de la flamme d'essai;
- aucun échantillon ne doit être incandescent plus de 30 s après retrait de la flamme d'essai;
- aucun échantillon ne doit brûler ou être incandescent sur une distance supérieure à 60 mm à partir de l'extrémité à laquelle la flamme d'essai est appliquée.

A.7.5 Critères de conformité, HF-2

Le matériau est de la CLASSE HF-2 s'il satisfait aux conditions de A.7.4. Pour la CLASSE HF-2, il est autorisé qu'il y ait inflammation du coton chirurgical.

A.7.6 Critères de conformité, HF-1

Le matériau est de la CLASSE HF-1, s'il satisfait aux conditions de A.7.4 et si, en plus, le coton n'est pas enflammé par des particules ou des gouttelettes émises pendant ou après l'application de la flamme d'essai.

A.7.7 Critères de conformité, HBF

Le matériau est de la CLASSE HBF si, bien que ne satisfaisant pas aux conditions de A.7.4, tous les échantillons:

- soit brûlent à une vitesse inférieure à 40 mm/min sur une étendue de 100 mm;
- soit cessent de brûler avant d'atteindre 120 mm à partir de l'extrémité à laquelle la flamme d'essai est appliquée.

A.7.8 Nouvel essai permis, HF-1 ou HF-2

Un second jeu de cinq échantillons, soumis au même conditionnement, est essayé si un jeu de cinq échantillons ne satisfait pas aux prescriptions de A.7.5 ou A.7.6, pour l'une des raisons suivantes:

A Bunsen burner with a fish-tail flame is used, its barrel having an inside diameter of $9,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, a length of approximately 100 mm above the primary air inlet or inlets and a flame spreader having a width of approximately 50 mm. It is supported 13 mm under the bend in the wire screen so that the flame is parallel to and central on the bend. The burner support is arranged to enable the burner to be quickly removed from and precisely returned to its position under the sample. A gas supply of calorific value approximately 37 MJ/m^3 is used. While not in proximity to the sample, the burner is ignited and adjusted to produce a steady blue test flame with an overall height of approximately 38 mm.

One sample is placed flat on the screen, one end being in contact with the upturned end of the screen. Samples of combined materials are placed with the foamed plastic side facing up.

The burner flame is moved into position under the sample for 60 s, and then removed. The test is then repeated on the other nine samples.

A.7.4 Compliance criteria

During and after the test the following conditions shall apply:

- not more than one sample of reference A and not more than one sample of reference B shall flame longer than 2 s after removal of the test flame;
- no sample shall flame longer than 10 s after removal of the test flame;
- no sample shall glow longer than 30 s after removal of the test flame;
- no sample shall flame or glow for a distance greater than 60 mm from the end to which the test flame was applied.

A.7.5 Compliance criteria, HF-2

The material is of CLASS HF-2 if it meets the conditions of A.7.4. For CLASS HF-2 ignition of the surgical cotton is permitted to occur.

A.7.6 Compliance criteria, HF-1

The material is of CLASS HF-1 if it meets the conditions of A.7.4 and additionally, the cotton is not ignited by any particles or drops released during or after application of the test flame.

A.7.7 Compliance criteria, HBF

The material is of CLASS HBF, if despite failing to meet the conditions of A.7.4, all specimens either:

- burn at a rate of under 40 mm/min over a 100 mm span; or
- cease to burn before reaching 120 mm from the end to which the test flame is applied.

A.7.8 Permitted retest, HF-1 or HF-2

A second set of five samples, subjected to the same conditioning, is tested if a set of five samples fails to comply with the requirements of A.7.5 or A.7.6 because of one of the following situations:

- un échantillon d'un jeu de cinq échantillons brûle pendant plus de 10 s; un deuxième échantillon du même jeu brûle pendant plus de 2 s mais moins de 10 s comme autorisé par A.7.4; ou
- deux échantillons d'un jeu de cinq échantillons brûlent pendant plus de 2 s, mais moins de 10 s; ou
- un échantillon d'un jeu de cinq échantillons brûle ou est incandescent sur une distance supérieure à 60 mm à partir de l'extrémité à laquelle la flamme d'essai est appliquée; ou
- un échantillon d'un jeu de cinq échantillons est incandescent pendant plus de 30 s après retrait de la flamme d'essai, ou
- pour la CLASSE HF-1, le coton est enflammé par des particules ou des gouttelettes émises par un échantillon d'un jeu de cinq échantillons.

A.7.9 Nouvel essai permis, HBF

Si un seul échantillon d'un jeu de cinq échantillons ne satisfait pas aux prescriptions de A.7.7, un autre jeu de cinq échantillons, soumis au même conditionnement, est essayé. Tous les échantillons de ce deuxième jeu doivent satisfaire aux prescriptions appropriées de A.7.7 pour que le matériau dans cette épaisseur et cette densité soit classé HBF.

A.8 Essai d'inflammabilité pour classer les matériaux HB

A.8.1 Echantillons

Trois échantillons du matériau ou de l'ensemble destiné à être classé HB sont essayés comme indiqué ci-après.

Les échantillons d'essai du matériau ont environ 130 mm de long et 13 mm de large, avec des bords lisses et une épaisseur au plus égale à la plus faible épaisseur utilisée. Dans le cas de matériaux utilisés en une épaisseur supérieure à 3 mm, les échantillons sont réduits à une épaisseur de 3 mm. Les échantillons sont marqués en largeur par des lignes à 25 mm et à 100 mm d'une extrémité.

A.8.2 Conditionnement des échantillons

Avant l'essai, les échantillons sont conditionnés pendant 48 h à une température uniforme de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et une humidité relative comprise entre 45 % et 55 %.

A.8.3 Montage des échantillons

Un échantillon est maintenu par une bride à l'extrémité la plus éloignée de la ligne repère des 25 mm, avec son axe longitudinal horizontal et son axe transversal à 45° par rapport à l'horizontale. Un carré plat de gaze métallique mesurant environ 130 mm de côté et ayant huit ouvertures au centimètre est disposé horizontalement à 10 mm au-dessous du bord inférieur de l'échantillon, l'extrémité libre de l'échantillon étant juste au-dessus du bord de la gaze (voir figure A.3).

- one sample out of a set of five samples flames for more than 10 s and a second sample out of the same set flames for more than 2 s but less than 10 s as permitted by A.7.4; or
- two samples out of a set of five samples flame for more than 2 s but less than 10 s; or
- one sample out of a set of five samples flames or glows for a distance greater than 60 mm from the end to which the test flame was applied; or
- one sample out of a set of five samples glows for longer than 30 s after removal of the test flame; or
- for CLASS HF-1, the cotton is ignited by particles or drops released from one sample out of a set of five samples.

A.7.9 Permitted retest, HBF

If only one sample from a set of five samples fails to comply with the requirements in A.7.7, a second set of five samples, subjected to the same conditioning, is tested. All samples from this second set of samples shall comply with the appropriate requirements in A.7.7 in order for the material of that thickness and density to be classified as HBF CLASS MATERIAL.

A.8 Flammability test for classifying materials HB

A.8.1 Samples

Three samples of a material or assembly intended to be classified as HB CLASS MATERIAL are tested as indicated below.

Material test samples are approximately 130 mm long by 13 mm wide, with smooth edges, and of the smallest thickness used or less. For materials used in a thickness greater than 3 mm, the samples are reduced to 3 mm thick. The samples are marked across their width with lines at 25 mm and 100 mm from one end.

A.8.2 Conditioning of samples

Prior to being tested the samples are conditioned for 48 h at a uniform temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and a relative humidity between 45 % and 55 %.

A.8.3 Mounting of samples

A sample is held by a clamp at the end farthest from the 25 mm mark, with its longitudinal axis horizontal and its transverse axis at 45° to the horizontal. A flat sheet of steel wire gauze (approximately 130 mm square and having eight openings per centimetre) is supported horizontally 10 mm below the lowest edge of the sample, and with the free end of the sample immediately above the edge of the gauze, see figure A.3.

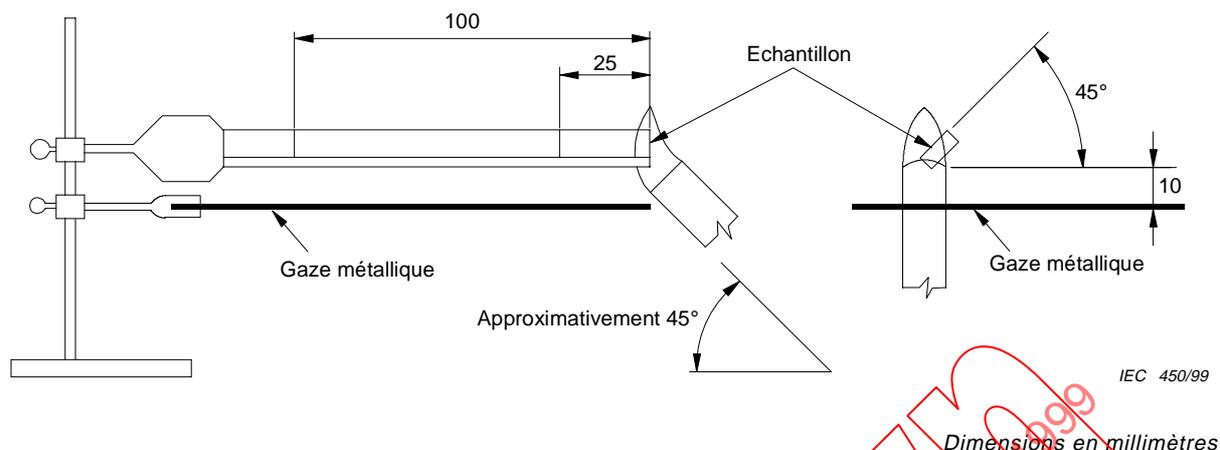


Figure A.3 – Dispositif pour l'essai d'inflammabilité pour classer les matériaux HB

Un bec Bunsen non allumé, dont le tube a un diamètre interne de $9,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ et une longueur d'environ 100 mm au-dessus de la ou des principales bouches d'admission d'air est disposé de façon que son axe longitudinal soit dans le même plan vertical que le bord inférieur de l'échantillon, incliné d'environ 45° sur la verticale, et le bord inférieur du tube étant à 10 mm en dessous de l'extrémité libre de l'échantillon de façon que le bord inférieur de l'échantillon soit soumis à la flamme d'essai lorsque le bec est allumé.

Le support du bec est aménagé de façon que le bec puisse être rapidement enlevé de dessous l'échantillon et remis avec précision en position sous l'échantillon. Une alimentation de gaz d'environ 37 MJ/m^3 est utilisée. Le bec, éloigné de l'échantillon, est allumé et réglé de manière à produire une flamme bleue constante ayant une hauteur totale d'environ 25 mm.

A.8.4 Procédure d'essai

La flamme du brûleur est mise en position à l'extrémité de l'échantillon pendant 30 s, ou jusqu'à ce que l'inflammabilité atteigne la ligne repère des 25 mm si cela se produit en premier, puis retirée. On mesure le temps de progression de la flamme ou de l'incandescence depuis la ligne repère des 25 mm jusqu'à la ligne repère des 100 mm, sur le bord inférieur de l'échantillon, et on calcule la vitesse de propagation en millimètres par minute.

L'essai est répété sur les deux échantillons restants.

A.8.5 Critères de conformité

Aucun échantillon ne doit:

- présenter une vitesse calculée de propagation de la flamme ou de l'incandescence supérieure à:
 - 40 mm/min pour les échantillons d'une épaisseur de 3 mm;
 - 75 mm/min pour les échantillons d'une épaisseur inférieure à 3 mm;
- s'être enflammé ou avoir été incandescent jusqu'au repère des 100 mm.

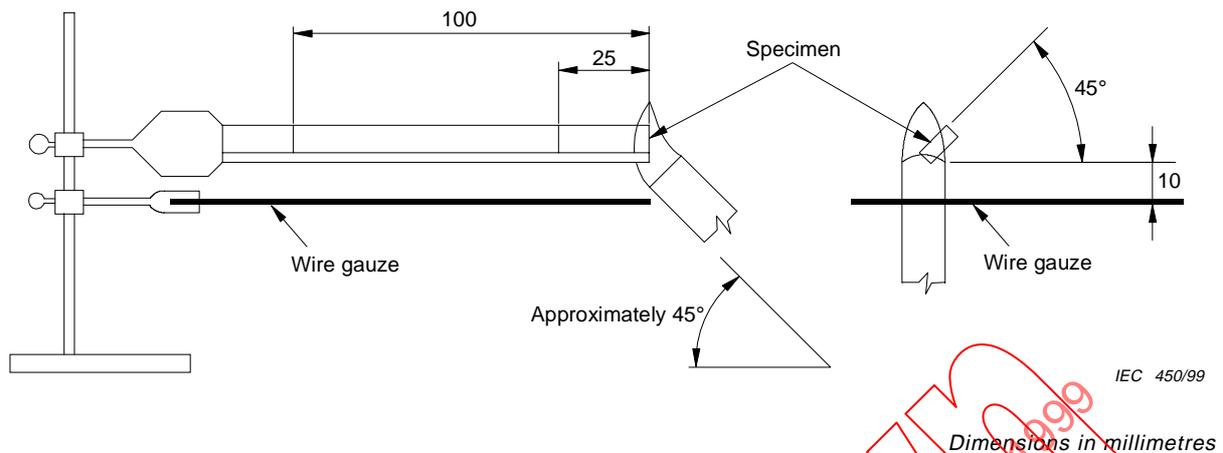


Figure A.3 – Test arrangement for flammability test for classifying materials HB

An unlit Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of $9,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ and a length of approximately 100 mm above the primary air inlet or inlets is supported with its longitudinal axis in the same vertical plane as the lowest edge of the sample, inclined at approximately 45° to the vertical, and with the lower edge of the barrel mouth 10 mm below the free end of the sample, so that the bottom edge of the sample is subjected to the test flame, when lit.

The burner support is arranged to enable the burner to be quickly removed from, and precisely returned to, its position under the sample. A gas supply of calorific value of approximately 37 MJ/m^3 is used. When not in proximity to the sample, the burner is ignited and adjusted to produce a steady blue flame with an overall height of approximately 25 mm.

A.8.4 Test procedure

The burner flame is moved into position at the end of the sample for 30 s, or until burning reaches the 25 mm mark if this occurs earlier, and then removed. By timing the progress of flaming or glowing from the 25 mm mark to the 100 mm mark, at the lower edge of the sample, the rate of progress in millimetres per minute is calculated.

The test is repeated on the two remaining samples.

A.8.5 Compliance criteria

No sample shall:

- have a calculated rate of flaming or glowing greater than:
 - 40 mm/min for samples of a thickness of 3 mm; or
 - 75 mm/min for samples of a thickness of less than 3 mm; or
- have flaming or glowing reach the 100 mm reference mark.

A.8.6 Nouvel essai permis

Si un seul échantillon d'un jeu de trois échantillons ne satisfait pas à A.8.5, un autre jeu de trois échantillons est essayé. Tous les échantillons de ce second jeu doivent satisfaire aux essais.

A.9 Essai d'inflammabilité pour classer les matériaux 5V

A.9.1 Echantillons

Pour chacun des essais, les échantillons du matériau destiné à être classé 5V sont essayés comme indiqué ci-dessous.

L'essai n'est pas applicable aux échantillons d'épaisseur supérieure à 13 mm et, dans ce cas, les essais de l'article A.1 s'appliquent. Si la classification est faite à l'issue d'essais sur des échantillons d'épaisseur inférieure à 13 mm, elle est valable pour toute épaisseur supérieure jusqu'à un maximum de 13 mm.

Utiliser soit dix échantillons du matériau se présentant sous la forme de barres d'essai (voir A.9.4), soit huit échantillons du matériau sous la forme de plaques d'essai (voir A.9.5). Toutefois, si l'on observe que les échantillons en barres subissent des rétrécissements, des elongations ou du fluage, des essais complémentaires sont effectués sur des plaques d'essai.

A.9.2 Conditionnement des échantillons

Pour chaque essai et avant le début de l'essai, un jeu de cinq barres d'essai ou de quatre plaques d'essai est conditionné pendant au moins 48 h à une température uniforme de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et une humidité relative comprise entre 45 % et 55 %. Un autre jeu de cinq barres d'essai ou de quatre plaques d'essai est conditionné pendant une durée de 7 jours (168 h), dans une étuve à circulation d'air à une température uniforme supérieure de 10 K à la température maximale du matériau déterminée pendant l'essai du 4.5.1, ou à 70 °C , suivant la valeur la plus élevée, puis refroidi dans un dessiccateur à chlorure de calcium pendant au moins 4 h à la température ambiante.

A.9.3 Flamme d'essai

La flamme d'essai est produite par un bec Bunsen dont le tube a un diamètre interne de $9,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ et une longueur d'environ 100 mm au-dessus de la ou des principales bouches d'admission d'air. L'énergie calorifique fournie par le gaz est d'environ 37 MJ/m^3 et la flamme d'essai est réglée de façon que, lorsque le bec est en position verticale, la hauteur totale de la flamme atteigne environ 130 mm et la hauteur du cône bleu intérieur environ 40 mm.

A.9.4 Procédure d'essai, barres d'essai

Lorsque des barres sont utilisées, les deux jeux sont essayés. Chaque barre d'essai a 130 mm de long et 13 mm de large et son épaisseur est l'épaisseur la plus faible utilisée dans le matériel, avec un maximum de 13 mm.

Chaque échantillon d'essai est fixé par sa partie supérieure, l'axe longitudinal étant vertical, par une bride sur un anneau. Le bec est fixé sur le plan incliné d'un bloc de montage de façon que le tube du bec puisse être positionné à 20° de la verticale. Le bord étroit de l'échantillon est en face du bec. Une couche de coton chirurgical non traité est placée 300 mm sous le point d'application de la flamme d'essai.

A.8.6 Permitted retest

If only one sample of a set of three samples does not comply with A.8.5, another set of three samples is tested. All samples of this second set shall comply.

A.9 Flammability test for classifying materials 5V

A.9.1 Samples

For each of the tests, samples of the material intended to be classified as 5V CLASS MATERIAL are tested as indicated below.

The test is not applicable to samples of thickness greater than 13 mm and in such cases the tests of clause A.1 apply. If the classification is made as a result of testing samples of thickness less than 13 mm, it is applicable to any greater thickness up to a maximum of 13 mm.

Either ten samples of the material in the form of test bars (see A.9.4), or eight samples of the material in the form of test plaques (see A.9.5), are used. However, if bar specimens are observed to undergo shrinkage, elongation or melting, additional tests are conducted on test plaques.

A.9.2 Conditioning of samples

For each test, prior to being tested, one set of five test bars or four test plaques is conditioned for at least 48 h at a uniform temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and a relative humidity of 45 % to 55 %. A further set of five test bars or four test plaques is conditioned in a circulating air oven for a duration of 7 days (168 h), at a uniform temperature 10 K greater than the maximum temperature of the material determined during the test of 4.5.1, or 70 °C, whichever is the higher, and then cooled in a calcium chloride desiccator for at least 4 h at room temperature.

A.9.3 Test flame

The test flame is obtained by means of a Bunsen burner whose barrel has an inside diameter of $9,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ and a length of approximately 100 mm above the primary air inlet or inlets. A gas supply of calorific value approximately 37 MJ/m^3 is used, and the test flame adjusted so that, while the burner is vertical, the overall height of the flame is approximately 130 mm and the height of the inner blue cone is approximately 40 mm.

A.9.4 Test procedure, test bars

When test bars are used, the two sets are tested. Each test bar is 130 mm long by 13 mm wide, and is the same thickness as the smallest thickness used in the equipment, but not greater than 13 mm.

Each test bar is supported from the upper end of the bar, with the longitudinal axis vertical, by a clamp on a ring stand. The burner is supported on an inclined plane of a mounting block so that the burner tube may be positioned at 20° from the vertical. The narrow edge of the bar faces the burner. A layer of untreated surgical cotton is located 300 mm below the point of application of the test flame.

La flamme est appliquée à l'un des coins inférieurs de l'échantillon à un angle de 20° de la verticale de façon que la pointe du cône bleu touche la barre (voir figure A.4).

La flamme est appliquée pendant 5 s et enlevée pendant 5 s. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'échantillon ait été soumis à cinq applications de la flamme d'essai.

Après le cinquième retrait de la flamme d'essai, les éléments suivants sont observés et relevés:

- durée de l'inflammation et de l'incandescence;
- distance sur laquelle la barre a brûlé ou a été affectée;
- émission ou absence de particules provenant de la barre pendant l'essai;
- toute déformation ou modification de la rigidité mécanique immédiatement après l'inflammation et lorsque la barre est refroidie.

Les résultats d'essai doivent être conformes aux critères de A.9.6 et il ne doit y avoir retrait, allongement ou fusion sur aucune barre. Si l'on observe un tel retrait ou allongement ou une fusion, l'essai de A.9.5 doit être effectué sur les plaques d'essai.

A.9.5 Procédure d'essai, plaques d'essai

Lorsque des plaques d'essai sont utilisées, les deux jeux sont essayés. Chaque plaque est de 150 mm × 150 mm et son épaisseur est l'épaisseur la plus faible utilisée dans la conception du matériel avec un maximum de 13 mm.

Chaque jeu de quatre plaques est monté et essayé dans une position différente de façon que la flamme d'essai soit appliquée comme suit:

- A – une plaque de chaque jeu verticale, la flamme étant appliquée au coin inférieur de la plaque;
- B – une plaque de chaque jeu verticale, la flamme étant appliquée au bord inférieur de la plaque;
- C – une plaque de chaque jeu verticale, la flamme étant appliquée au centre d'un côté de la plaque;
- D – une plaque de chaque jeu horizontale, la flamme étant appliquée au centre de la surface inférieure de la plaque.

Une couche de coton chirurgical non traité est placée à 300 mm sous le point d'application de la flamme d'essai.

Pour les essais avec la plaque d'essai en position verticale, la flamme d'essai est appliquée sous un angle d'environ 20° avec la verticale.

Pour toutes les positions, la pointe du cône bleu est en contact avec la plaque d'essai. La flamme d'essai est appliquée 5 s puis enlevée 5 s. Cette opération est répétée jusqu'à ce que la plaque d'essai ait été soumise à cinq applications de la flamme d'essai au même endroit.

Après le cinquième retrait de la flamme d'essai, les éléments suivants sont observés et relevés:

- durée de l'inflammation et de l'incandescence;
- distance sur laquelle la plaque a brûlé ou a été affectée;

The flame is applied to one of the lower corners of the bar at an angle of 20° from the vertical so that the tip of the blue cone touches the bar, see figure A.4.

The flame is applied for 5 s and removed for 5 s. The operation is repeated until each bar has been subjected to five applications of the test flame.

After the fifth removal of the test flame, the following are observed and recorded:

- duration of flaming plus glowing;*
- the distance the bar burned or was affected;*
- whether or not particles dripped from the bar during the test;*
- any deformation and change in physical strength immediately after burning and when cooled.*

The test results shall comply with the criteria in A.9.6, and there shall be no shrinkage, elongation or melting of any test bar. When shrinkage, elongation or melting is observed, the test of A.9.5 shall be conducted on test plaques.

A.9.5 Test procedure, test plaques

When test plaques are used, the two sets are tested. Each test plaque is 150 mm by 150 mm, and is of the same thickness as the minimum thickness used in the design of the equipment, but not greater than 13 mm.

Each set of four plaques is mounted and tested in a different position so that the test flame is applied as follows:

- A – one plaque of each set vertical with the flame applied to the lower corner of the plaque;*
- B – one plaque of each set vertical with the flame applied to the lower edge of the plaque;*
- C – one plaque of each set vertical with the flame applied to the centre of one side of the plaque;*
- D – one plaque of each set horizontal with the flame applied to the centre of the bottom surface of the plaque.*

A layer of untreated surgical cotton is located 300 mm below the point of the application of the test flame.

If the vertical position for the test plaque is involved, the test flame is applied at an angle of approximately 20° from the vertical.

For all positions, the tip of the blue cone is to be in contact with the test plaque. The test flame is applied for 5 s and removed for 5 s. This operation is repeated until the test plaque has been subjected to five applications of the test flame to the same location.

After the fifth removal of the test flame, the following are observed and recorded:

- duration of flaming plus glowing;*
- the distance the plaque burned or was affected;*

- émission ou absence de particules provenant de la plaque pendant l'essai;
- toute déformation ou modification de la rigidité mécanique immédiatement après l'inflammation et lorsque la plaque est refroidie.

Les résultats des essais doivent être conformes aux critères de A.9.6 et les résultats d'essai pour les positions C et D ne doivent pas montrer de destruction significative dans la zone d'application de la flamme d'essai.

A.9.6 Critères de conformité

Pendant l'essai, le matériau ne doit pas:

- libérer des gouttelettes et des particules enflammées capables d'enflammer le coton chirurgical;
- continuer à brûler avec des flammes ou par incandescence pendant plus de 60 s après le cinquième retrait de la flamme d'essai;
- être entièrement consumé.

A.9.7 Nouvel essai permis

Si un seul échantillon dans un jeu quelconque ne satisfait pas à A.9.6, les essais sont répétés sur un second jeu d'échantillons soumis au même conditionnement. Tous ces échantillons doivent satisfaire à l'essai.

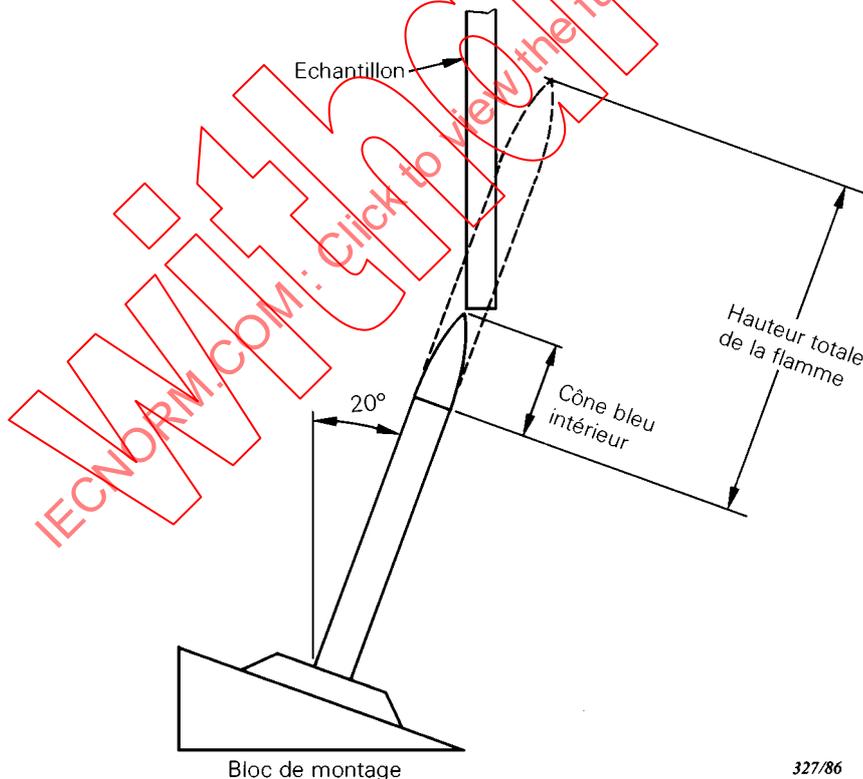


Figure A.4 – Essai d'inflammation verticale pour classer les matériaux 5V

- whether or not particles dripped from the plaque during the test;
- any deformation and change in physical strength immediately after burning and when cooled.

The test results shall comply with the criteria in A.9.6, and the test results for positions C and D shall not show any significant destruction in the area of the test flame application.

A.9.6 Compliance criteria

During the test, the material shall not:

- release flaming drops or particles capable of igniting the surgical cotton;
- continue to burn with flaming or glowing combustion for more than 60 s after the fifth removal of the test flame;
- be consumed completely.

A.9.7 Permitted retest

If only one sample in any set fails to comply with A.9.6, the tests are repeated on a second set of samples subjected to the same conditioning. All of these samples shall comply.

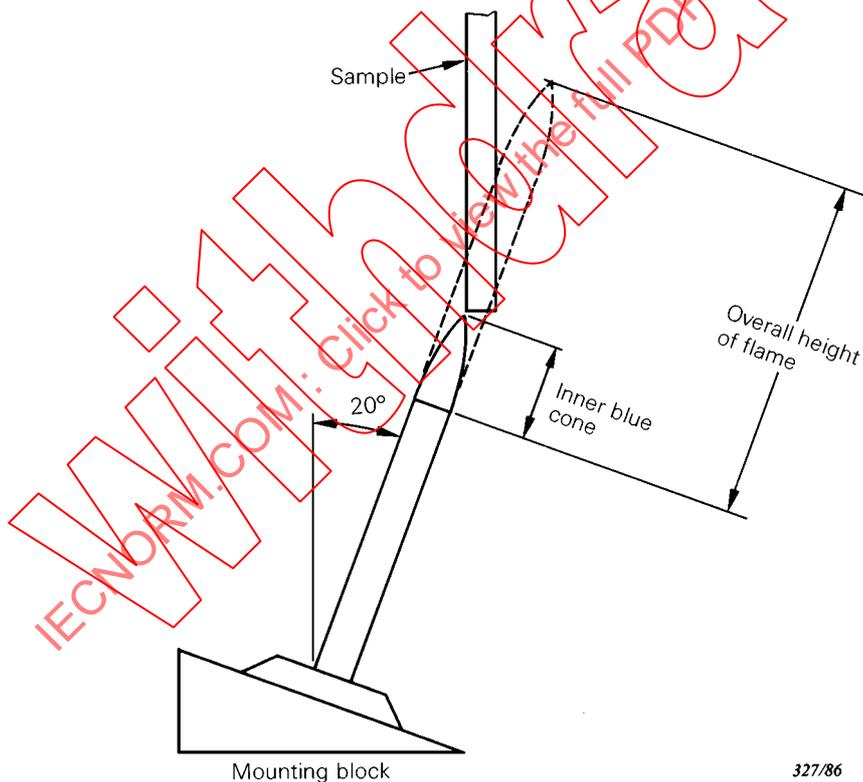


Figure A.4 – Vertical burning test for classifying materials 5V

A.10 Conditionnement pour l'essai de relâchement des contraintes (voir 4.2.7)

Un échantillon constitué du matériel complet, ou de l'ENVELOPPE complète avec toutes les structures de support est placé dans une étuve à circulation d'air et porté pendant 7 h à une température supérieure de 10 K à la température maximale observée sur l'ENVELOPPE pendant l'essai de 4.5.1, mais en aucun cas inférieure à 70 °C, puis laissé se refroidir jusqu'à la température ambiante.

A la demande du constructeur, il est permis d'augmenter la durée d'essai ci-dessus.

Pour les machines dont l'encombrement rend impossible l'essai de l'ENVELOPPE complète, il est permis d'utiliser une partie de l'ENVELOPPE, représentative de l'assemblage complet quant à l'épaisseur, à la forme et à la présence éventuelle de pièces mécaniques de support.

NOTE – Il n'est pas nécessaire de maintenir l'humidité relative à une valeur spécifique pendant cet essai.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999
Withdrawn

A.10 Stress relief conditioning (see 4.2.7)

One sample consisting of the complete equipment, or of the complete ENCLOSURE together with any supporting framework, is placed in a circulating air oven at a temperature 10 K higher than the maximum temperature observed on the ENCLOSURE during the test of 4.5.1, but not less than 70 °C, for a period of 7 h, then permitted to cool to room temperature.

With the concurrence of the manufacturer, it is permitted to increase the above time duration.

For large equipment where it is impractical to condition a complete ENCLOSURE, it is permitted to use a portion of the ENCLOSURE representative of the complete assembly with regard to thickness and shape, including any mechanical support members.

NOTE – Relative humidity needs not be maintained at a specific value during this conditioning.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999
Withdrawn

Annexe B (normative)

Essais des moteurs dans les conditions anormales (voir 4.7.2.2 et 5.3.2)

B.1 Prescriptions générales

Les moteurs autres que les moteurs à courant continu dans les CIRCUITS SECONDAIRES doivent satisfaire aux essais des articles B.4 et B.5 et, lorsqu'ils sont applicables, aux essais des articles B.8, B.9 et B.10, avec l'exception que les moteurs suivants n'ont pas à satisfaire à l'essai de l'article B.4:

- moteurs utilisés uniquement pour le brassage de l'air lorsque l'élément propulsant l'air est directement couplé à l'axe du moteur; et
- moteurs à bagues de déphasage dont les valeurs du courant à rotor calé et du courant à vide ne diffèrent pas de plus de 1 A et ont un rapport inférieur ou égal à 2/1.

Les moteurs à courant continu dans les CIRCUITS SECONDAIRES doivent satisfaire aux essais des articles B.6, B.7 et B.10 sauf que les moteurs qui par leur fonctionnement intrinsèque fonctionnent normalement dans les conditions de rotor calé, tels que les moteurs pas à pas, ne sont pas essayés.

B.2 Conditions d'essais

Sauf spécification contraire dans la présente annexe, pendant les essais, le matériel est mis en fonctionnement sous la TENSION NOMINALE ou sous la tension la plus élevée de la PLAGE NOMINALE DE TENSIONS.

Les essais sont effectués soit sur l'équipement soit dans des conditions simulées sur le banc. Il est permis d'utiliser des échantillons séparés pour les essais sur le banc. Les conditions simulées comprennent:

- tout dispositif de protection qui protégerait le moteur dans le matériel complet; et
- l'utilisation de tout moyen de fixation qui peut servir à évacuer la chaleur de la carcasse du moteur.

Les températures des enroulements sont mesurées comme spécifié en 1.4.13. Lorsque des couples thermoélectriques sont utilisés, ils sont appliqués sur la surface des enroulements du moteur. Les températures sont déterminées à la fin de la période d'essai lorsque cela est spécifié, sinon lorsque la température s'est stabilisée ou lors du fonctionnement des fusibles, des COUPE-CIRCUIT THERMIQUES, des dispositifs de protection du moteur et des dispositifs analogues.

Pour les moteurs entièrement fermés, protégés par impédance, les températures sont mesurées au moyen de couples thermoélectriques appliqués au carter du moteur.

Lorsque des moteurs sans protection thermique propre sont essayés dans des conditions simulées sur le banc, les températures mesurées sur les enroulements sont modifiées pour tenir compte de la température ambiante dans laquelle le moteur est placé normalement dans le matériel, comme mesurée pendant l'essai de 4.5.1.

Annex B (normative)

Motor tests under abnormal conditions (see 4.7.2.2 and 5.3.2)

B.1 General requirements

Motors, other than d.c. motors in SECONDARY CIRCUITS, shall pass the tests of clauses B.4 and B.5 and, where applicable, clauses B.8, B.9 and B.10, except that the following motors are not required to pass the test of clause B.4:

- *motors which are used for air-handling only and where the air propelling component is directly coupled to the motor shaft; and*
- *shaded pole motors whose values of locked-rotor current and no-load current do not differ by more than 1 A and have a ratio of not more than 2/1.*

DC motors in SECONDARY CIRCUITS shall pass the tests of clauses B.6, B.7 and B.10 except that motors which by their intrinsic operation normally operate under locked-rotor conditions, such as stepper motors, are not tested.

B.2 Test conditions

Unless otherwise specified in this annex, during the test the equipment is operated at RATED VOLTAGE, or at the upper voltage of the RATED VOLTAGE RANGE.

The tests are carried out either in the equipment or under simulated conditions on the bench. It is permitted to use separate samples for bench tests. Simulated conditions include:

- *any protection devices which would protect the motor in the complete equipment; and*
- *use of any mounting means which may serve as a heat sink to the motor frame.*

Temperatures of windings are measured as specified in 1.4.13. Where thermocouples are used they are applied to the surface of the motor windings. Temperatures are determined at the end of the test period where specified, otherwise when the temperature has stabilized, or at the instant of operation of fuses, THERMAL CUT-OUTS, motor protection devices and the like.

For totally enclosed, impedance-protected motors, the temperatures are measured by thermocouples applied to the motor case.

When motors without inherent thermal protection are tested under simulated conditions on the bench, the measured winding temperature is adjusted to take into account the ambient temperature in which the motor is normally located within the equipment as measured during the test of 4.5.1.

B.3 Températures maximales

Pour les essais des articles B.5, B.7, B.8 et B.9, les limites de température telles qu'elles sont spécifiées au tableau B.1 ne doivent pas être dépassées pour chaque classe de matériau isolant.

Tableau B.1 – Limites des températures permises pour les enroulements de moteurs (à l'exception de l'essai de surcharge)

Température maximale °C					
Méthode de protection	Classe A	Classe E	Classe B	Classe F	Classe H
Protection par impédance propre ou externe	150	165	175	190	210
Protection par un dispositif de protection qui fonctionne pendant la première heure	200	215	225	240	260
Protection par tout dispositif de protection:					
– maximum après la première heure	175	190	200	215	235
– moyenne arithmétique pendant la 2 ^e heure et la 72 ^e heure	150	165	175	190	210

La moyenne arithmétique de la température est déterminée comme suit:

Le graphique de la température en fonction du temps, voir figure B.1, alors que l'alimentation du moteur est ouverte et fermée, est tracé pour la période d'essai étudiée. La moyenne arithmétique de la température (t_A) est déterminée par la formule:

$$t_A = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$$

où

t_{\max} est la moyenne des maxima;

t_{\min} est la moyenne des minima.

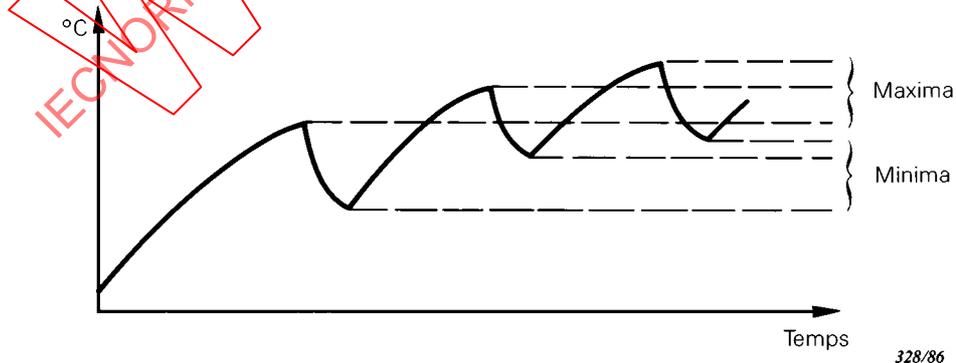


Figure B.1 – Détermination de la moyenne arithmétique des températures

B.3 Maximum temperatures

For the tests in clauses B.5, B.7, B.8 and B.9, the temperature limits, as specified in table B.1, shall not be exceeded for each class of insulating material.

**Table B.1 – Permitted temperature limits for motor windings
(except for running overload test)**

Maximum temperature °C					
Method of protection	Class A	Class E	Class B	Class F	Class H
Protection by inherent or external impedance	150	165	175	190	210
Protection by protective device which operates during the first hour	200	215	225	240	260
Protection by any protective device:					
– maximum after first hour	175	190	200	215	235
– arithmetic average during the 2nd hour and during the 72nd hour	150	165	175	190	210

The arithmetic average temperature is determined as follows.

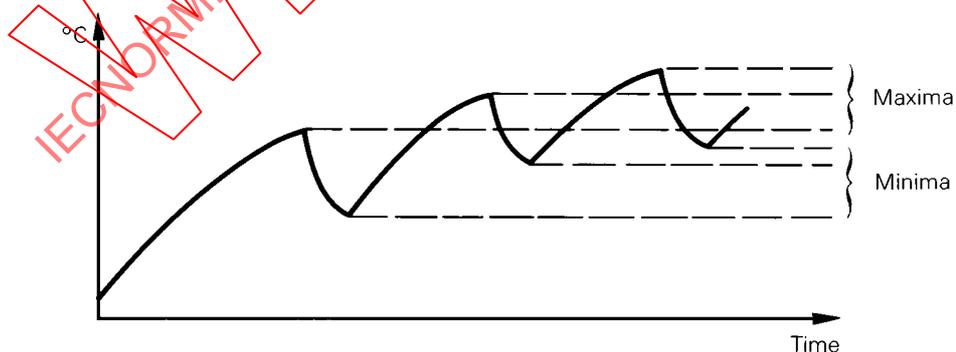
The graph of temperature against time, see figure B.1, while the power to the motor is cycling on and off, is plotted for the period of test under consideration. The arithmetic average temperature (t_A) is determined by the formula:

$$t_A = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$$

where

t_{\max} is the average of the maxima;

t_{\min} is the average of the minima.



328/86

Figure B.1 – Determination of arithmetic average temperature

Pour les essais des articles B.4 et B.6, les limites de températures, telles qu'elles sont spécifiées dans le tableau B.2, ne doivent pas être dépassées pour chaque classe de matériau isolant.

Tableau B.2 – Limites des températures permises pour les essais en surcharge

Températures maximales °C				
Classe A	Classe E	Classe B	Classe F	Classe H
140	155	165	180	200

B.4 Essai de surcharge

Un essai de protection contre le fonctionnement en surcharge est effectué en faisant fonctionner le moteur sous la CHARGE NORMALE. La charge est ensuite augmentée de telle façon que le courant croisse graduellement par échelons appropriés, la tension d'alimentation du moteur étant maintenue à sa valeur initiale. Après obtention de l'état d'équilibre, la charge est à nouveau augmentée. La charge est ainsi augmentée progressivement par échelons appropriés, mais sans atteindre les conditions de rotor calé (voir B.5), jusqu'à ce que le dispositif de protection contre le fonctionnement en surcharge fonctionne.

Les températures des enroulements du moteur sont déterminées pendant chaque période d'équilibre et la température maximale relevée ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau B.2.

B.5 Essai de surcharge à rotor calé

Un essai à rotor calé est effectué avec démarrage à la température ambiante.

La durée de l'essai est la suivante:

- un moteur protégé par une impédance propre ou externe est mis en fonctionnement avec son rotor calé pendant 15 jours avec l'exception que l'essai est arrêté lorsque les enroulements du moteur, du type soit ouvert soit totalement fermé, atteignent une température constante, pourvu que la température constante ne soit pas supérieure à la température spécifiée en 4.5.1 pour le système d'isolation utilisé;
- un moteur muni d'un dispositif de protection à réenclenchement automatique est mis en fonctionnement cyclique, avec son rotor calé, pendant 18 jours;
- un moteur muni d'un dispositif de protection à réenclenchement manuel est mis en fonctionnement cyclique, avec son rotor calé, pendant 60 cycles, le dispositif de protection étant réenclenché après chacun de ses fonctionnements aussi rapidement que possible pour qu'il se maintienne fermé mais pas avant 30 s;
- un moteur muni d'un dispositif de protection non réenclenchable est mis en fonctionnement jusqu'à ce que le dispositif fonctionne.

Les températures sont relevées à intervalles réguliers pendant les trois premiers jours pour les moteurs protégés par une impédance propre ou externe ou munis d'un dispositif de protection à réenclenchement automatique, ou pendant les dix premiers cycles pour les moteurs munis d'un dispositif de protection à réenclenchement manuel, ou au moment du fonctionnement des dispositifs de protection non réenclenchables.

For the tests in clauses B.4 and B.6, the temperature limits, as specified in table B.2, shall not be exceeded for each class of insulating material.

Table B.2 – Permitted temperature limits for running overload tests

Maximum temperature °C				
Class A	Class E	Class B	Class F	Class H
140	155	165	180	200

B.4 Running overload test

A running overload protection test is carried out by operating the motor under NORMAL LOAD. The load is then increased so that the current is increased in appropriate gradual steps, the motor supply voltage being maintained at its original value. When steady conditions are established, the load is again increased. The load is thus progressively increased in appropriate steps but without reaching locked-rotor condition (see B.5), until the overload protection device operates.

The motor winding temperatures are determined during each steady period and the maximum temperature recorded shall not exceed the values specified in table B.2.

B.5 Locked-rotor overload test

A locked-rotor test is carried out starting at room temperature.

The duration of the test is as follows:

- a motor protected by inherent or external impedance is operated with its rotor locked for 15 days except that testing may be discontinued when the windings of the motor, of either the open or totally enclosed type, reach a constant temperature, provided that the constant temperature is not more than that specified in 4.5.1 for the insulation system used;
- a motor with an automatic reset protection device is cycled with its rotor locked for 18 days;
- a motor with a manual reset protection device is cycled with its rotor locked for 60 cycles, the protection device being reset after each operation as soon as possible for it to remain closed, but after not less than 30 s;
- a motor with a non-resettable protection device is operated with its rotor locked until the device operates.

Temperatures are recorded at regular intervals during the first three days for a motor with inherent or external impedance protection or with an automatic reset protection device, or during the first ten cycles for a motor with a manual reset protection device, or at the time of operation of a non-resettable protection device.

Les températures ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées au tableau B.1.

Pendant l'essai, les dispositifs de protection doivent fonctionner de façon sûre sans rupture de l'isolation avec la carcasse du moteur ou sans provoquer des dommages durables au moteur, y compris une détérioration excessive de l'isolation.

Des dommages durables sur le moteur comprennent:

- les émissions de fumées ou l'inflammation fortes ou prolongées;*
- l'altération électrique ou mécanique de toute partie de composant associé tel que condensateur ou relais de démarrage;*
- l'écaillage, la friabilité ou la carbonisation de l'isolation.*

Une décoloration de l'isolation est permise mais la carbonisation ou la friabilité à un point tel que l'isolation s'écaille ou que le matériau s'enlève lorsque l'enroulement est frotté avec le pouce n'est pas permise.

Après la période spécifiée pour la mesure de la température et après refroidissement du moteur jusqu'à la température ambiante, le moteur doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 5.2.2 et avec les tensions d'essai réduites à 0,6 fois les valeurs spécifiées. Il n'est pas exigé d'autre essai de rigidité diélectrique.

NOTE – La poursuite de l'essai d'un dispositif de protection à réenclenchement automatique au-delà de 72 h, et d'un dispositif de protection à réenclenchement manuel au-delà de 10 cycles a pour but de démontrer que le dispositif est capable de couper et d'établir le courant à rotor calé pendant une longue durée.

B.6 Essai de surcharge pour les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires

L'essai de fonctionnement en surcharge n'est effectué que si le risque de surcharge est déterminé par examen ou par l'étude de la conception. Il n'est pas nécessaire d'effectuer l'essai, par exemple, dans le cas où un circuit piloté par électronique maintient un courant pratiquement constant.

L'essai est effectué en faisant fonctionner le moteur sous la CHARGE NORMALE. La charge est ensuite augmentée de telle façon que le courant croisse graduellement par échelons appropriés, la tension d'alimentation du moteur étant maintenue à sa valeur initiale. Après obtention de l'état d'équilibre, la charge est à nouveau augmentée. La charge est ainsi augmentée progressivement par échelons appropriés jusqu'à ce que le dispositif de protection contre le fonctionnement en surcharge fonctionne, ou jusqu'à ce que l'enroulement devienne un circuit ouvert.

Les températures des enroulements du moteur sont déterminées pendant chaque période d'équilibre et la température maximale relevée ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau B.2, sauf que, lorsqu'il s'avère difficile d'obtenir des mesures de températures précises du fait de la petite taille ou de la conception non conventionnelle du moteur, il est permis d'utiliser l'essai suivant à la place de la mesure de la température.

Pendant l'essai de surcharge, le moteur est couvert par une seule épaisseur d'un tissu de coton blanchi d'environ 40 g/m². Pendant l'essai ou à la fin de celui-ci, il ne doit pas y avoir inflammation du tissu.

La conformité à l'une ou l'autre méthode est acceptable; il n'est pas nécessaire de satisfaire aux deux méthodes.

The temperatures shall not exceed the values specified in table B.1.

During the test, protective devices shall operate reliably without breakdown of insulation to the motor frame or permanent damage to the motor, including excessive deterioration of the insulation.

Permanent damage to the motor includes:

- severe or prolonged smoking or flaming;*
- electrical or mechanical breakdown of any associated component part such as a capacitor or starting relay;*
- flaking, embrittlement or charring of insulation.*

Discoloration of the insulation is permitted but charring or embrittlement to the extent that insulation flakes off or material is removed when the winding is rubbed with the thumb is not permitted.

After the period specified for temperature measurement, the motor shall withstand the electric strength test in 5.2.2 after the insulation has cooled to room temperature and with test voltages reduced to 0,6 times the specified values. No further electric strength test is required.

NOTE – Continuation of the test of an automatic reset protection device beyond 72 h, and of a manual reset protection device beyond 10 cycles, is for the purpose of demonstrating the capability of the device to make and break locked-rotor current for an extended period of time.

B.6 Running overload test for d.c. motors in secondary circuits

The running overload test is carried out only if a possibility of an overload occurring is determined by inspection or by review of the design. The test need not be carried out, for example, where electronic drive circuits maintain a substantially constant drive current.

The test is carried out by operating the motor under NORMAL LOAD. The load is then increased so that the current is increased in appropriate gradual steps, the motor supply voltage being maintained at its original value. When steady conditions are established the load is again increased. The load is thus progressively increased in appropriate steps until either the overload protection device operates or the winding becomes an open circuit.

The motor winding temperatures are determined during each steady period and the maximum temperature recorded shall not exceed the value in table B.2, except that, where difficulty is experienced in obtaining accurate temperature measurements, due to the small size or unconventional design of the motor, it is permitted to use the following test instead of temperature measurement.

During the running overload test, the motor is covered with a single layer of bleached cotton cheesecloth of approximately 40 g/m². There shall be no ignition of the cheesecloth during the test or at its conclusion.

Compliance with either method is acceptable; it is not necessary to comply with both methods.

B.7 Essai de surcharge à rotor calé pour les moteurs à courant continu dans les circuits secondaires

Les moteurs doivent satisfaire à l'essai de B.7.1 sauf que, lorsqu'il s'avère difficile d'obtenir des mesures de températures précises du fait de la petite taille ou de la conception non conventionnelle du moteur, la méthode de B.7.3 peut être utilisée à la place. La conformité peut être établie par l'une ou l'autre des méthodes.

B.7.1 Procédure d'essai

Le moteur est mis en fonctionnement sous la tension utilisée dans son application et avec son rotor calé pendant 7 h ou jusqu'à obtention de l'état d'équilibre, suivant la durée la plus longue. Les températures ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau B.1.

B.7.2 Procédure d'essai en variante

Le moteur est placé sur une planche de bois recouverte d'une seule épaisseur de papier mousseline et le moteur, à son tour, est recouvert d'une seule épaisseur d'un tissu de coton blanchi d'environ 40 g/m².

NOTE – Le papier mousseline est défini dans l'ISO 4046: papier d'emballage mince, souple et résistant, de grammage généralement compris entre 12 g/m² et 30 g/m², destiné principalement à la protection ou à la présentation des objets fragiles et des objets-cadeaux.

Le moteur est ensuite mis en fonctionnement sous sa tension de service et avec le rotor calé pendant 7 h ou jusqu'à obtention de l'état d'équilibre, suivant la durée la plus longue.

A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir inflammation du papier mousseline ou du tissu.

B.7.3 Essai de rigidité diélectrique

A la suite de l'essai de B.7.1 ou B.7.2, suivant celui qui est applicable, si la tension du moteur dépasse 42,4 V valeur de crête, ou 60 V courant continu, et après son refroidissement jusqu'à la température ambiante, le moteur doit satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique de 5.2.2 mais avec les tensions d'essai réduites à 0,6 fois les valeurs spécifiées.

B.8 Essais des moteurs à condensateurs

Les moteurs munis de condensateurs pour le changement de phase sont essayés dans les conditions de rotor calé avec les condensateurs court-circuités ou en circuit ouvert (suivant le cas le plus défavorable).

L'essai avec le condensateur court-circuité n'est pas effectué si le condensateur est prévu et marqué de telle sorte que, en cas de défaillance, il ne reste pas court-circuité.

Les températures ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau B.1.

NOTE – Il est spécifié de caler le moteur car certains moteurs pourraient ne pas démarrer et des résultats divers pourraient être obtenus.

B.9 Essais des moteurs triphasés

Les moteurs triphasés sont essayés sous la CHARGE NORMALE avec un conducteur de phase déconnecté à moins que les dispositifs de commande des circuits n'empêchent l'application de la tension au moteur avec un ou plusieurs conducteurs déconnectés.

B.7 Locked-rotor overload test for d.c. motors in secondary circuits

Motors shall pass the test in B.7.1, except that, where difficulty is experienced in obtaining accurate temperature measurements, due to the small size or unconventional design of the motor, the method of B.7.2 can be used instead. Compliance may be established by either method.

B.7.1 Test procedure

The motor is operated at the voltage used in its application and with its rotor locked for 7 h or until steady conditions are established, whichever is the longer. Temperatures shall not exceed the values specified in table B.1.

B.7.2 Alternative test procedure

The motor is placed on a wooden board which is covered with a single layer of wrapping tissue, and the motor in turn covered with a single layer of bleached cotton cheesecloth of approximately 40 g/m².

NOTE – Wrapping tissue is defined in ISO 4046 as a soft and strong, lightweight wrapping paper of grammage generally between 12 g/m² and 30 g/m², primarily intended for protective packaging of delicate articles and for gift wrapping.

The motor is then operated at the voltage used in its application and with its rotor locked for 7 h or until steady conditions are established, whichever is the longer.

At the conclusion of the test there shall be no ignition of the wrapping tissue or cheesecloth.

B.7.3 Electric strength test

Following the test of B.7.1 or B.7.2, as applicable, if the motor voltage exceeds 42,4 V peak, or 60 V d.c., and after it has cooled to room temperature, the motor shall withstand the electric strength test in 5.2.2 but with test voltages reduced to 0,6 times the specified values.

B.8 Test for motors with capacitors

Motors having phase-shifting capacitors are tested under locked rotor conditions with the capacitor short-circuited or open-circuited (whichever is the more unfavourable).

The short-circuit test is not made if the capacitor is so designed that, upon failure, it will not remain short-circuited.

Temperatures shall not exceed the values specified in table B.1.

NOTE – Locked rotor is specified because some motors may not start and variable results could be obtained.

B.9 Test for three-phase motors

Three-phase motors are tested under NORMAL LOAD, with one line conductor disconnected, unless circuit controls prevent the application of voltage to the motor with one or more supply conductors disconnected.

L'effet d'autres charges et circuits à l'intérieur du matériel peut rendre nécessaire d'effectuer l'essai sur le moteur à l'intérieur du matériel et avec chacun des trois conducteurs de phase déconnecté un par un.

Les températures ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau B.1.

B.10 Essais des moteurs série

Les moteurs série sont mis en fonctionnement sous une tension égale à 1,3 fois leur tension nominale pendant 1 min avec la charge la plus faible possible.

Après l'essai, les enroulements et les connexions ne doivent pas s'être desserrés et aucun danger ne doit exister au sens de la présente norme.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999
Withdram

The effect of other loads and circuits within the equipment may necessitate that the motor be tested within the equipment and with each of the three line conductors disconnected one at a time.

Temperatures shall not exceed the values specified in table B.1.

B.10 Test for series motors

Series motors are operated at a voltage equal to 1,3 times the motor voltage rating for 1 min with the lowest possible load.

After the test, windings and connections shall not have worked loose and no hazard shall be present in the meaning of this standard.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999
Withdrawn

Annexe C (normative)

Transformateurs (voir 1.5.4 et 5.3.3)

C.1 Essai de surcharge

Si les essais du présent article sont effectués dans des conditions simulées au banc d'essai, ces conditions doivent comprendre tout dispositif de protection qui protégerait le transformateur dans le matériel complet.

Les transformateurs pour les alimentations à découpage sont essayés dans l'alimentation complète ou dans le matériel complet. Les charges d'essai sont appliquées à la sortie de l'alimentation.

Chacun des enroulements secondaires d'un transformateur linéaire ou d'un transformateur à ferro-résonance est chargé tour à tour, les autres enroulements secondaires étant chargés entre zéro et leur charge maximale spécifiée pour obtenir l'effet d'échauffement maximal.

La sortie d'une alimentation à découpage est chargée pour obtenir l'effet d'échauffement maximal dans le transformateur.

NOTE – Pour des exemples de charges donnant l'effet d'échauffement maximal, voir l'annexe X.

Lorsqu'une surcharge ne peut survenir ou n'est pas susceptible de provoquer un danger, les essais ci-dessus ne sont pas effectués.

Les températures maximales des enroulements ne doivent pas dépasser les valeurs du tableau C.1, lorsqu'elles sont mesurées comme spécifié en 1.4.13 et déterminées comme spécifié ci-dessous:

- *avec une protection extérieure contre les surintensités: au moment du fonctionnement, pour la détermination du temps écoulé jusqu'à ce que la protection contre les surintensités fonctionne, il est permis de se référer à une feuille de caractéristiques du dispositif de protection contre les surintensités donnant le temps de déclenchement en fonction des caractéristiques de courant;*
- *avec un COUPE-CIRCUIT THERMIQUE À RÉENCLÈCHEMENT AUTOMATIQUE: comme indiqué dans le tableau C.1 et après 400 h;*
- *avec un COUPE-CIRCUIT THERMIQUE À RÉENCLÈCHEMENT MANUEL: au moment du fonctionnement;*
- *pour les transformateurs limiteurs de courant: après stabilisation de la température.*

Les enroulements secondaires qui dépassent les limites de température mais qui se mettent en circuit ouvert ou qui nécessitent, d'une autre façon, le remplacement du transformateur sont satisfaisants pour cet essai, si aucun danger n'est créé au sens de la présente norme.

Annex C (normative)

Transformers (see 1.5.4 and 5.3.3)

C.1 Overload test

If the tests in this clause are carried out under simulated conditions on the bench, these conditions shall include any protection device which would protect the transformer in the complete equipment.

Transformers for switch mode power supply units are tested in the complete power supply unit or in the complete equipment. Test loads are applied to the output of the power supply unit.

A linear transformer or a ferro-resonant transformer has each secondary winding loaded in turn, with any other secondaries loaded between zero and their specified maxima to result in the maximum heating effect.

The output of a switch mode power supply unit is loaded to result in the maximum heating effect in the transformer.

NOTE – For examples of loading to give the maximum heating effect, see annex X.

Where an overload cannot occur or is unlikely to create a hazard, the above tests are not made.

Maximum temperatures of windings shall not exceed the values in table C.1 when measured as specified in 1.4.13, and determined as specified below:

- *with external overcurrent protection: at the moment of operation, for determination of the time until the overcurrent protection operates, it is permitted to refer to a data sheet of the overcurrent protection device showing the trip time versus the current characteristics;*
- *with an AUTOMATIC RESET THERMAL CUT-OUT: as shown in table C.1 and after 400 h;*
- *with a MANUAL RESET THERMAL CUT-OUT: at the moment of operation;*
- *for current-limiting transformers: after temperature has stabilized.*

Secondary windings which exceed the temperature limits but which become open circuit or otherwise require replacement of the transformer do not constitute a failure of this test, provided that no hazard is created in the meaning of this standard.

Tableau C.1 – Limites des températures permises pour les enroulements de transformateurs

Température maximale °C					
Méthode de protection	Classe A	Classe E	Classe B	Classe F	Classe H
Protection par impédance propre ou externe	150	165	175	190	210
Protection par un dispositif de protection qui fonctionne pendant la première heure	200	215	225	240	260
Protection par tout dispositif de protection:					
– maximum après la première heure	175	190	200	215	235
– moyenne arithmétique pendant la 2 ^e heure et la 72 ^e heure	150	165	175	190	210

La moyenne arithmétique de la température est déterminée comme suit:

Le graphique de la température en fonction du temps (voir figure C.1), alors que l'alimentation du transformateur est ouverte et fermée, est tracé pour la période d'essai étudiée. La moyenne arithmétique de la température (t_A) est déterminée par la formule

$$t_A = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$$

où

t_{\max} est la moyenne des maxima;

t_{\min} est la moyenne des minima.

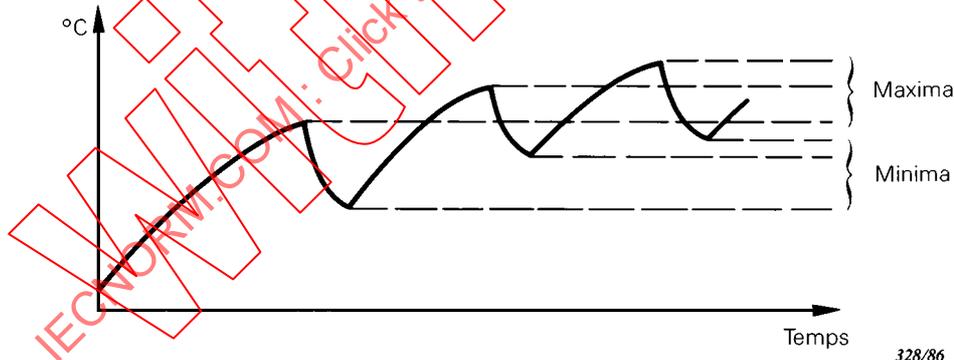


Figure C.1 – Détermination de la moyenne arithmétique des températures

C.2 Isolation

L'isolation dans les transformateurs doit satisfaire aux prescriptions suivantes.

Les enroulements et les parties conductrices des transformateurs doivent être traités comme des parties des circuits auxquels ils sont connectés, si cela s'applique. L'isolation entre eux doit satisfaire aux prescriptions applicables de 2.10 et satisfaire aux essais applicables de 5.2.2, suivant l'application de l'isolation dans le matériel (voir 2.9.5).

Table C.1 – Permitted temperature limits for transformer windings

Maximum temperature °C					
Protection method	Class A	Class E	Class B	Class F	Class H
Protection by inherent or external impedance	150	165	175	190	210
Protection by protective device which operates during the first hour	200	215	225	240	260
Protection by any protective device:					
– maximum after first hour	175	190	200	215	235
– arithmetic average during the 2nd hour and during the 72nd hour	150	165	175	190	210

The arithmetic average temperature is determined as follows:

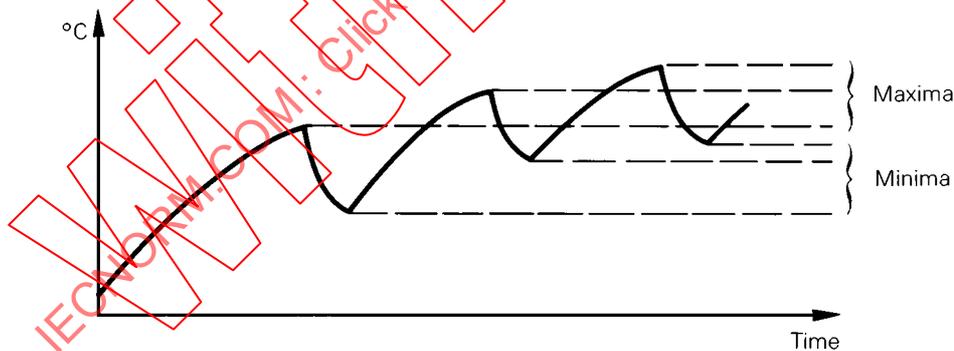
The graph of temperature against time (see figure C.1), while the power to the transformer is cycling on and off, is plotted for the period of test under consideration. The arithmetic average temperature (t_A) is determined by the formula:

$$t_A = \frac{t_{\max} + t_{\min}}{2}$$

where

t_{\max} is the average of the maxima;

t_{\min} is the average of the minima.



328/86

Figure C.1 – Determination of arithmetic average temperature

C.2 Insulation

Insulation in transformers shall comply with the following requirements.

Windings and conductive parts of transformers shall be treated as parts of the circuits to which they are connected, if any. The insulation between them shall comply with the relevant requirements of 2.10 and pass the relevant tests of 5.2.2, according to the application of the insulation in the equipment (see 2.9.5).

Des précautions doivent être prises pour empêcher la réduction en dessous des valeurs minimales prescrites des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE qui assurent l'ISOLATION PRINCIPALE, SUPPLÉMENTAIRE ou RENFORCÉE par:

- *un déplacement des enroulements ou de leurs spires;*
- *un déplacement des conducteurs internes ou des conducteurs pour les connexions externes;*
- *un déplacement nuisible des parties des enroulements ou des conducteurs internes, en cas de rupture des conducteurs adjacents aux connexions ou de desserrage des connexions;*
- *un pontage de l'isolation par des conducteurs, des vis, des rondelles ou des organes analogues au cas où ils se desserreraient ou se détacheraient.*

Il n'est pas envisagé que deux fixations indépendantes se desserrent en même temps.

Tous les enroulements doivent avoir des spires terminales maintenues par des moyens fiables.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et, si nécessaire, par les essais suivants.

Si un transformateur est équipé d'un écran mis à la terre pour des raisons de protection, le transformateur doit satisfaire à l'essai de 2.6.3.3 entre l'écran mis à la terre et la borne de mise à la terre du transformateur.

Aucun essai de rigidité diélectrique ne s'applique à l'isolation entre un enroulement quelconque et le noyau ou l'écran, pourvu que le noyau ou l'écran soit totalement enfermé ou mis sous boîtier rempli et qu'il n'y ait aucune connexion électrique au noyau ou à l'écran. Toutefois, les essais entre les enroulements qui ont des sorties continuent de s'appliquer.

NOTE – Comme exemples de constructions qui satisfont à ces prescriptions (il existe d'autres formes de constructions acceptables), on peut citer:

- des enroulements isolés les uns des autres placés sur des supports séparés d'un même noyau, avec ou sans bobines;
- des enroulements disposés sur une bobine unique avec une paroi de séparation, pourvu que la bobine et la paroi de séparation soient pressées ou moulées en une seule pièce, ou que, dans le cas où la paroi de séparation est rapportée, il existe une protection intermédiaire ou un recouvrement sur le joint entre la bobine et la paroi de séparation;
- des enroulements concentriques séparés sur une bobine en matière isolante sans rebords ou sur une isolation appliquée sous forme de feuilles minces sur le noyau du transformateur;
- une isolation est prévue entre les enroulements sous forme d'une feuille isolante s'étendant au-delà des spires terminales de chaque couche;
- des enroulements concentriques séparés par un écran conducteur mis à la terre, qui consiste en une feuille métallique qui s'étend sur toute la largeur de l'enroulement avec une isolation appropriée entre chaque enroulement et l'écran. L'écran conducteur et son conducteur de sortie ont une section suffisante pour garantir qu'en cas de défaillance de l'isolation, le dispositif de protection contre les surcharges ouvrira le circuit avant que l'écran ne soit détruit. Le dispositif de protection contre les surcharges peut être une partie du transformateur.

Precautions shall be taken to prevent the reduction below the required minimum values of CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCE that provide BASIC, SUPPLEMENTARY or REINFORCED INSULATION by:

- *displacement of windings or their turns;*
- *displacement of internal wiring or wires for external connections;*
- *undue displacement of parts of windings or internal wiring, in the event of rupture of wires adjacent to connections or loosening of the connections;*
- *bridging of insulation by wires, screws, washers and the like should they loosen or become free.*

It is not expected that two independent fixings will loosen at the same time.

All windings shall have the end turns retained by positive means.

Compliance is checked by inspection, measurement, and if necessary, by the following tests.

If a transformer is fitted with an earthed screen for protective purposes, the transformer shall pass the test of 2.6.3.3 between the earthed screen and the earthing terminal of the transformer.

No electric strength test applies to insulation between any winding and the core or screen, provided that the core or screen is totally enclosed or encapsulated and there is no electrical connection to the core or screen. However, the tests between windings which have terminations continue to apply.

NOTE – Examples of acceptable forms of construction are the following (there are other acceptable forms of construction):

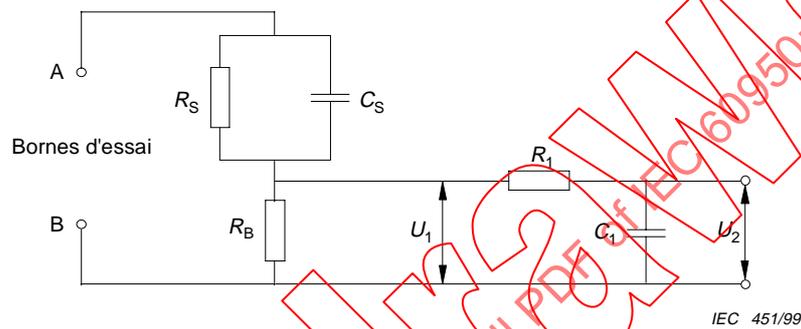
- windings isolated from each other by placing them on separate limbs of the core, with or without spools;
- windings on a single spool with a partition wall, where either the spool and partition wall are pressed or moulded in one piece, or a pushed-on partition wall has an intermediate sheath or covering over the joint between the spool and the partition wall;
- concentric windings on a spool of insulating material without flanges, or on insulation applied in thin sheet form to the transformer core;
- insulation is provided between windings consisting of sheet insulation extending beyond the end turns of each layer;
- concentric windings, separated by an earthed conductive screen which consists of metal foil extending the full width of the windings, with suitable insulation between each winding and the screen. The conductive screen and its lead-out wire have a cross section sufficient to ensure that on breakdown of the insulation an overload device will open the circuit before the screen is destroyed. The overload device may be a part of the transformer.

Annexe D
(normative)

Instruments de mesure pour les essais de courant de contact
(voir 5.1.4)

D.1 Instrument de mesure

L'instrument de mesure de la figure D.1 est celui de la figure 4 de la CEI 60990.



R_S	1 500 Ω		
R_B	500 Ω		
R_1	10 k Ω		
C_S	0,22 μF		
C_1	0,022 μF		
Voltmètre ou oscilloscope (lecture valeur efficace ou crête)	Résistance d'entrée:	>1 M Ω	
	Capacité d'entrée:	<200 pF	
	Plage de fréquences:	15 Hz à 1 MHz	
		(appropriée pour la plus haute fréquence intéressante, voir 1.4.7)	

Figure D.1 – Instrument de mesure

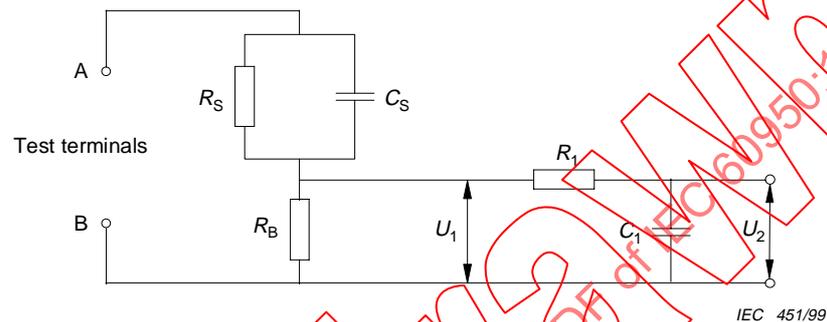
L'instrument de mesure est étalonné par comparaison du facteur de fréquence de U_2 avec la ligne continue de la figure F.2 de la CEI 60990 à différentes fréquences. Une courbe d'étalonnage est construite, montrant l'écart de U_2 par rapport à la courbe idéale en fonction de la fréquence.

Annex D (normative)

Measuring instruments for touch-current tests (see 5.1.4)

D.1 Measuring instrument

The measuring instrument of figure D.1 is from IEC 60990, figure 4.

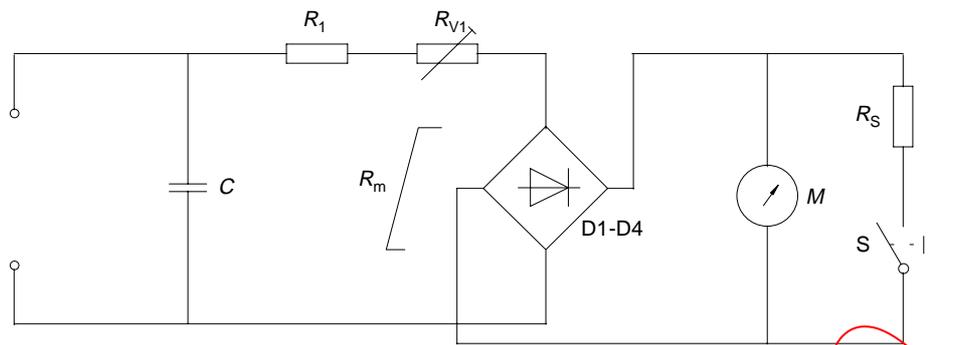


R_S	1 500 Ω
R_B	500 Ω
R_1	10 k Ω
C_S	0,22 μF
C_1	0,022 μF
Voltmeter or oscilloscope (r.m.s. or peak reading)	Input resistance: >1 M Ω Input capacitance: <200 pF Frequency range: 15 Hz up to 1 MHz (appropriate for the highest frequency of interest, see 1.4.7)

Figure D.1 – Measuring instrument

The measuring instrument is calibrated by comparing the frequency factor of U_2 with the solid line in figure F.2 of IEC 60990 at various frequencies. A calibration curve is constructed showing the deviation of U_2 from the ideal curve as a function of frequency.

D.2 Instrument de mesure en variante



M	0 mA – 1 mA mouvement de la bobine mobile
$R_1 + R_{V1} + R_m$ à 0,5 mA courant continu	1 500 $\Omega \pm 1\%$ avec $C = 150 \text{ nF} \pm 1\%$ ou 2 000 $\Omega \pm 1\%$ avec $C = 112 \text{ nF} \pm 1\%$
D1-D4	Redresseur
R_s	Shunt non inductif pour plage $\times 10$
S	Bouton de sensibilité (appuyer pour sensibilité maximale)

Figure D.2 – Instrument de mesure en variante

L'instrument comprend un redresseur/compteur à bobine mobile avec des résistances complémentaires en série, les deux étant shuntées par un condensateur, comme indiqué dans la figure D.2. L'effet du condensateur est de réduire la sensibilité aux harmoniques et autres fréquences au-dessus de la fréquence d'alimentation. L'instrument devrait également inclure une plage $\times 10$ obtenue en shuntant la bobine du compteur par une résistance non inductive. Il est permis d'inclure également une protection contre les surintensités pourvu que la méthode utilisée n'affecte pas les caractéristiques de base de l'instrument.

R_{V1} est réglé pour la valeur désirée de résistance totale à 0,5 mA courant continu.

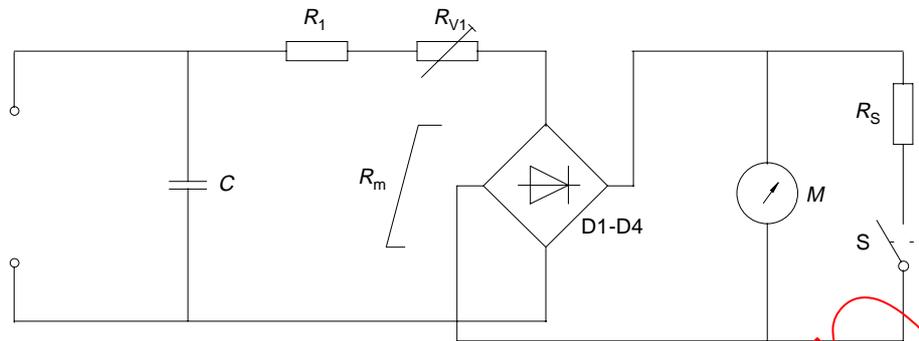
Le compteur est étalonné aux points d'étalonnage suivants sur la plage de sensibilité maximale à 50 Hz à 60 Hz, sinusoïdal:

0,25 mA, 0,5 mA, 0,75 mA.

La réponse de fréquence est vérifiée au point d'étalonnage 0,5 mA:

Sensibilité à 5 kHz sinusoïdal: 3,6 mA $\pm 5\%$.

D.2 Alternative measuring instrument



M	0 mA – 1 mA moving coil movement
$R_1 + R_{V1} + R_m$ at 0,5 mA d.c =	1 500 $\Omega \pm 1\%$ with $C = 150 \text{ nF} \pm 1\%$ or 2 000 $\Omega \pm 1\%$ with $C = 112 \text{ nF} \pm 1\%$
D1-D4	Rectifier
R_s	Non-inductive shunt for $\times 10$ range
S	Sensitivity button (press for maximum sensitivity)

Figure D.2 – Alternative measuring instrument

The instrument comprises a rectifier/moving coil meter with additional series resistance, the two being shunted by a capacitor, as shown in figure D.2. The effect of the capacitor is to reduce the sensitivity to harmonics and other frequencies above the power frequency. The instrument should also include a $\times 10$ range obtained by shunting the meter coil by a non-inductive resistor. It is also permitted to include overcurrent protection, provided that the method used does not affect the basic characteristics of the instrument.

R_{V1} is adjusted for the desired value of total resistance at 0,5 mA d.c.

The meter is calibrated at the following calibration points on the maximum sensitivity range at 50 Hz to 60 Hz sinusoidal:

0,25 mA, 0,5 mA, 0,75 mA.

The following response is checked at the 0,5 mA calibration point:

Sensitivity at 5 kHz sinusoidal: 3,6 mA $\pm 5\%$.

Annexe E (normative)

Échauffement d'un enroulement (voir 1.4.13 et 4.5.1)

La valeur de l'échauffement d'un enroulement est calculée à partir de la formule:

pour un enroulement en cuivre

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (234,5 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

pour un enroulement en aluminium

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (225 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

où

Δt est l'échauffement, en kelvins;

R_1 est la résistance de l'enroulement au début de l'essai, en ohms;

R_2 est la résistance de l'enroulement à la fin de l'essai, en ohms;

t_1 est la température ambiante au début de l'essai, en degrés Celsius;

t_2 est la température ambiante à la fin de l'essai, en degrés Celsius.

Au début de l'essai, les enroulements sont à la température ambiante.

Il est recommandé de déterminer la résistance des enroulements à la fin de l'essai en prenant des mesures de résistance dès que possible après la déconnexion, et ensuite à faibles intervalles de façon que la courbe de résistance en fonction du temps puisse être tracée pour s'assurer de la résistance au moment de la déconnexion.

Annex E (normative)

Temperature rise of a winding (see 1.4.13 and 4.5.1)

The value of the temperature rise of a winding is calculated from the formula:

for a copper winding

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (234,5 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

for an aluminum winding

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (225 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

where

Δt is the temperature rise, in kelvins;

R_1 is the resistance of the winding at the beginning of the test, in ohms;

R_2 is the resistance of the winding at the end of the test, in ohms;

t_1 is the room temperature at the beginning of the test, in degrees Celsius;

t_2 is the room temperature at the end of the test, in degrees Celsius.

At the beginning of the test, the windings are at room temperature.

It is recommended that the resistance of windings at the end of the test be determined by taking resistance measurements as soon as possible after switching off, and then at short intervals so that a curve of resistance against time can be plotted for ascertaining the resistance at the instant of switching off.

Annexe F
(normative)

Mesure des lignes de fuite et distances dans l'air
(voir 2.10)

Les méthodes de mesure de LIGNES DE FUITE et DISTANCES DANS L'AIR qui sont spécifiées dans les figures suivantes sont utilisées dans l'interprétation des prescriptions de la présente norme.

Dans les figures suivantes, la valeur de X est donnée dans le tableau F.1. Lorsque la distance montrée est inférieure à X, la profondeur de l'ouverture ou de l'encoche n'est pas prise en compte pour la mesure d'une LIGNE DE FUITE.

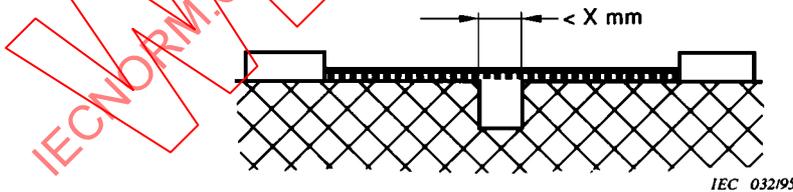
Le tableau F.1 est valable uniquement si la DISTANCE DANS L'AIR minimale prescrite est supérieure ou égale à 3 mm. Si la DISTANCE DANS L'AIR minimale est inférieure à 3 mm, la valeur de X est la valeur la plus faible des deux suivantes:

- la valeur applicable du tableau F.1; ou
- un tiers de la DISTANCE DANS L'AIR minimale prescrite.

Tableau F.1 – Valeur de X

Degré de pollution (voir 2.10.1)	X mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5

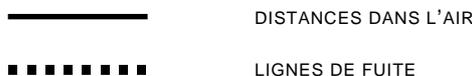
Dans les figures suivantes les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE sont indiquées comme suit:



Condition: Le chemin comprend une encoche à flancs parallèles ou convergents, de profondeur quelconque et de largeur inférieure à X mm.

Règle: La LIGNE DE FUITE et la DISTANCE DANS L'AIR sont mesurées en ligne droite au-dessus de l'encoche.

Figure F.1 – Encoche étroite



Annex F (normative)

Measurement of clearances and creepage distances (see 2.10)

The methods of measuring CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES which are specified in the following figures are used in interpreting the requirements of this standard.

In the following figures, the value of X is given in table F.1. Where the distance shown is less than X, the depth of the gap or groove is disregarded when measuring a CREEPAGE DISTANCE.

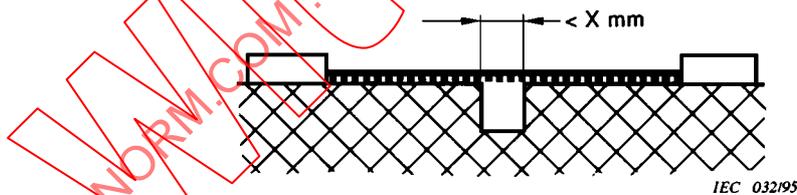
Table F.1 is valid only if the required minimum CLEARANCE is 3 mm or more. If the required minimum CLEARANCE is less than 3 mm, the value of X is the lesser of:

- the relevant value in table F.1; or
- one third of the required minimum CLEARANCE.

Table F.1 – Value of X

Pollution Degree (see 2.10.1)	X mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5

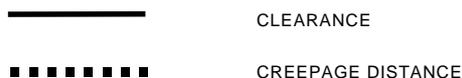
In the following figures, CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES are shown as follows:

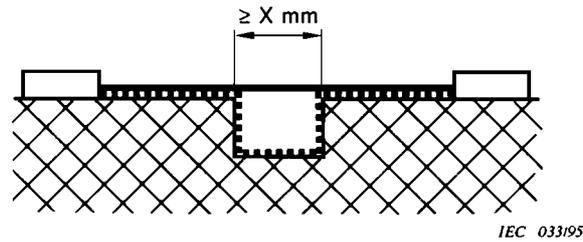


Condition: Path under consideration includes a parallel or converging-sided groove of any depth with width less than X mm.

Rule: CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE are measured directly across the groove.

Figure F.1 – Narrow groove

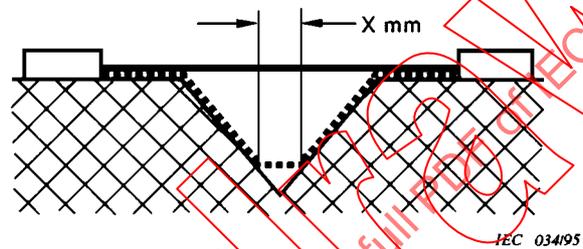




Condition: Le chemin comprend une encoche à flancs parallèles de profondeur quelconque et de largeur égale ou supérieure à X mm.

Règle: La DISTANCE DANS L'AIR est la distance en ligne droite. Le chemin de la LIGNE DE FUITE longe le profil de l'encoche.

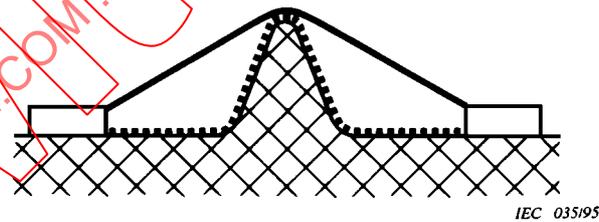
Figure F.2 – Encoche large



Condition: Le chemin comprend une encoche en V dont l'angle d'ouverture est inférieur à 80° et dont la largeur est supérieure à X mm.

Règle: La DISTANCE DANS L'AIR est la distance en ligne droite. Le chemin de la LIGNE DE FUITE longe le profil de l'encoche, mais «court-circuite» le bas de l'encoche par un tronçon d'une longueur de X mm.

Figure F.3 – Encoche en forme de V

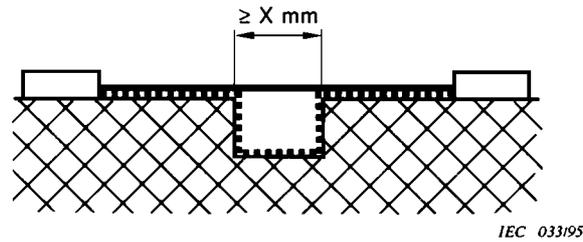


Condition: Le chemin comprend une nervure.

Règle: La DISTANCE DANS L'AIR est le chemin dans l'air le plus court par-dessus le sommet de la nervure. Le chemin de la LIGNE DE FUITE longe le profil de la nervure.

Figure F.4 – Nervure

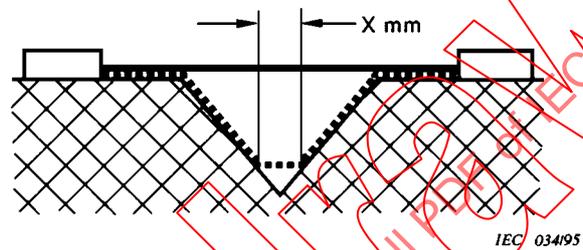




Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth, and equal to or more than X mm wide.

Rule: CLEARANCE is the "line of sight" distance. CREEPAGE DISTANCE path follows the contour of the groove.

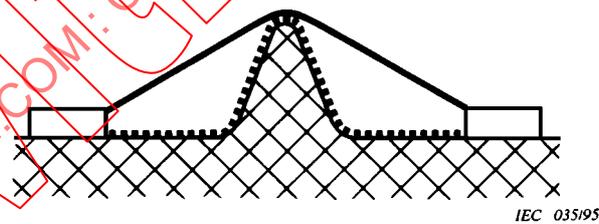
Figure F.2 – Wide groove



Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with internal angle of less than 80° and a width greater than X mm.

Rule: CLEARANCE is "line of sight" distance. CREEPAGE DISTANCE path follows the contour of the groove but "short circuits" the bottom of the groove by a link X mm long.

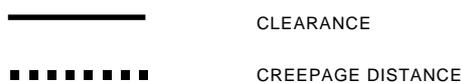
Figure F.3 – V-shaped groove

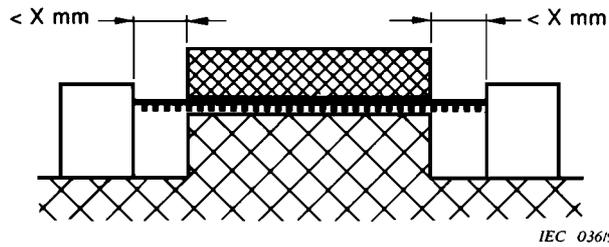


Condition: Path under consideration includes a rib.

Rule: CLEARANCE is the shortest direct air path over the top of the rib. CREEPAGE DISTANCE path follows the contour of the rib.

Figure F.4 – Rib



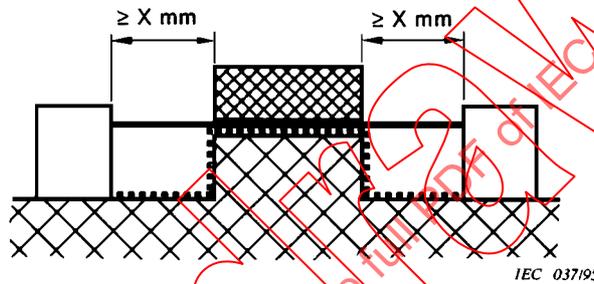


IEC 036/95

Condition: Le chemin comprend deux parties non collées avec des encoches de largeur inférieure à X mm de chaque côté.

Règle: Le chemin de la LIGNE DE FUITE et de la DISTANCE DANS L'AIR est la distance en ligne droite indiquée ci-dessus.

Figure F.5 – Parties non collées avec encoche étroite

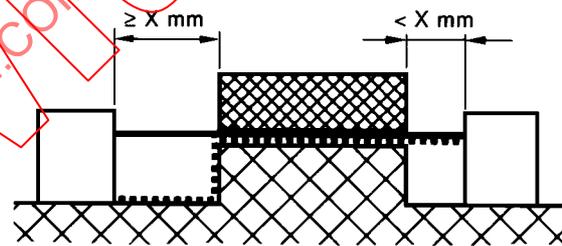


IEC 037/95

Condition: Le chemin comprend deux parties non collées avec des encoches de largeur égale ou supérieure à X mm de chaque côté.

Règle: La DISTANCE DANS L'AIR est la distance en ligne droite. Le chemin de la LIGNE DE FUITE longe le profil des encoches.

Figure F.6 – Parties non collées avec encoche large



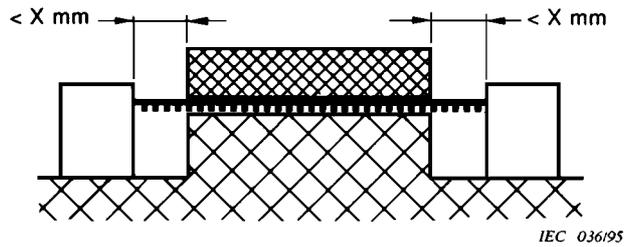
IEC 038/95

Condition: Le chemin comprend deux parties non collées avec, d'un côté, une encoche de largeur inférieure à X mm et, de l'autre côté, une encoche de largeur égale ou supérieure à X mm.

Règle: Les chemins de la DISTANCE DANS L'AIR et de la LIGNE DE FUITE sont indiqués sur la figure.

Figure F.7 – Parties non collées avec encoches large et étroite

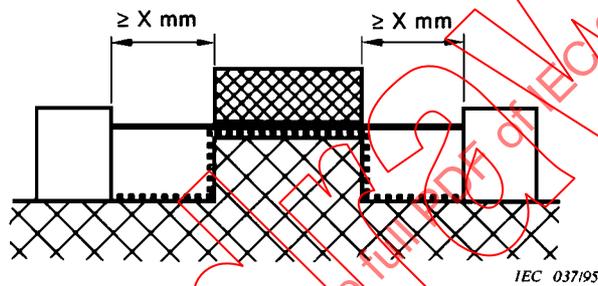
—	DISTANCES DANS L'AIR
- - - - -	LIGNES DE FUITE



Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than X mm wide on either side.

Rule: CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE path is the "line of sight" distance shown.

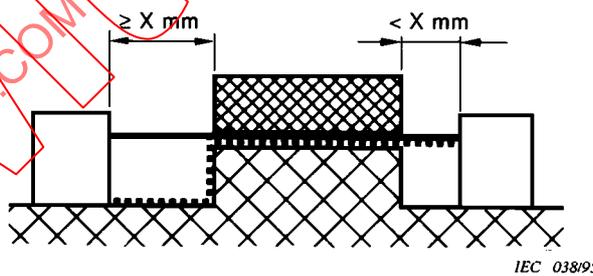
Figure F.5 – Uncemented joint with narrow groove



Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove equal to or more than X mm wide each side.

Rule: CLEARANCE is the "line of sight" distance. CREEPAGE DISTANCE path follows the contour of the groove.

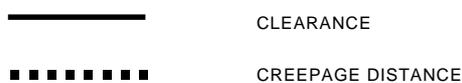
Figure F.6 – Uncemented joint with wide groove

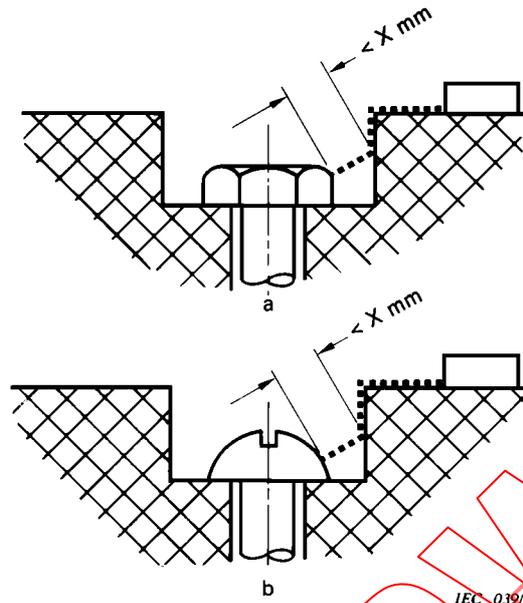


Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove on one side less than X mm wide and a groove on the other equal to or more than X mm wide.

Rule: CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE path are as shown.

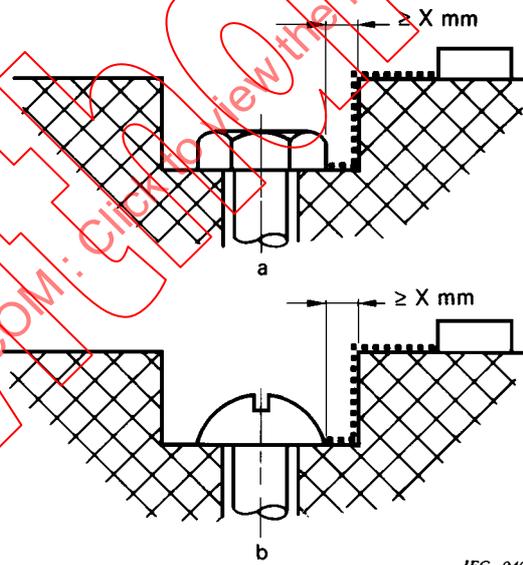
Figure F.7 – Uncemented joint with narrow and wide grooves





Distance entre tête de vis et paroi du logement trop faible pour être comptée.

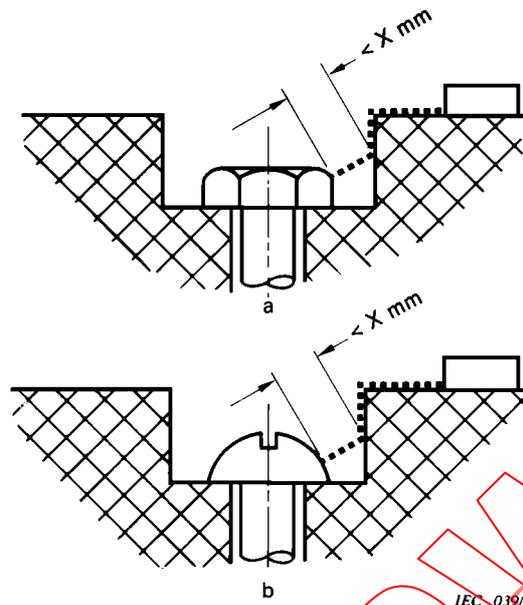
Figure F.8 – Faible retrait



Distance entre tête de vis et paroi du logement suffisante pour être comptée.

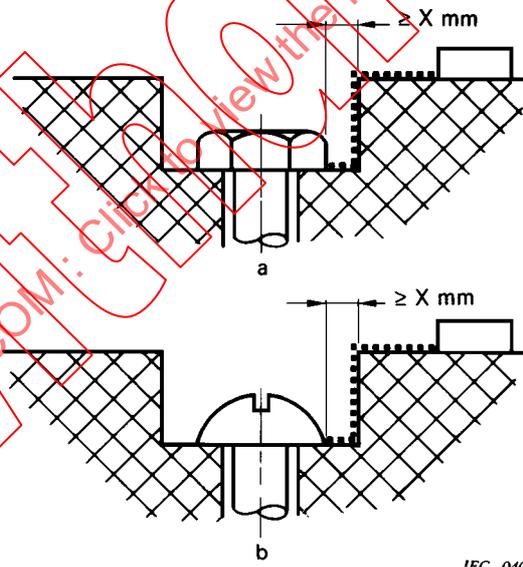
Figure F.9 – Large retrait

- DISTANCES DANS L'AIR
- LIGNES DE FUITE



Gap between head of screw and wall of recess too narrow to be taken into account.

Figure F.8 – Narrow recess



Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account.

Figure F.9 – Wide recess

- CLEARANCE
- CREEPAGE DISTANCE

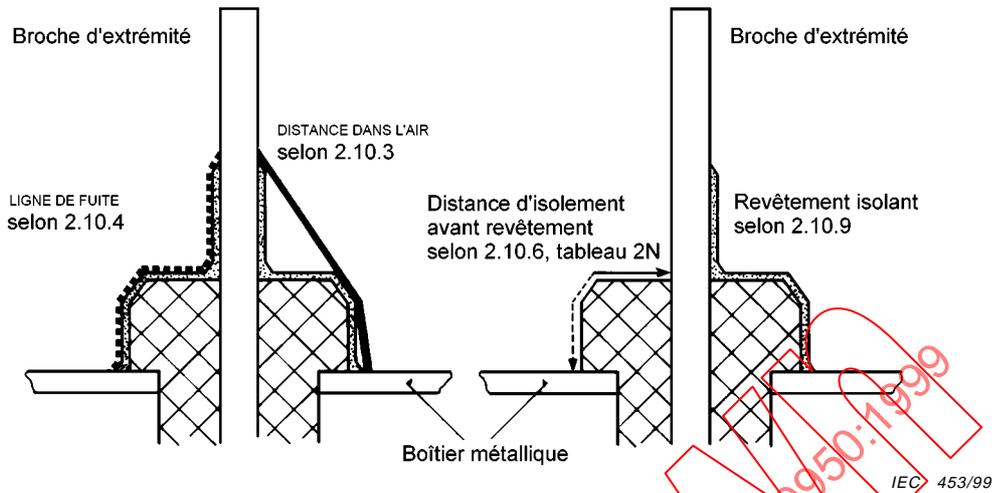


Figure F.10 – Revêtement autour des bornes

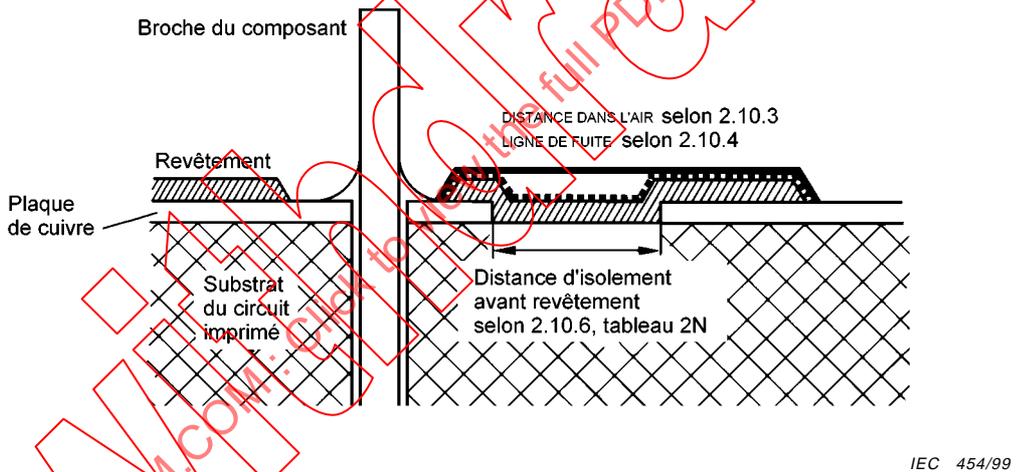


Figure F.11 – Revêtement sur des circuits imprimés

- DISTANCES DANS L'AIR
- LIGNES DE FUITE

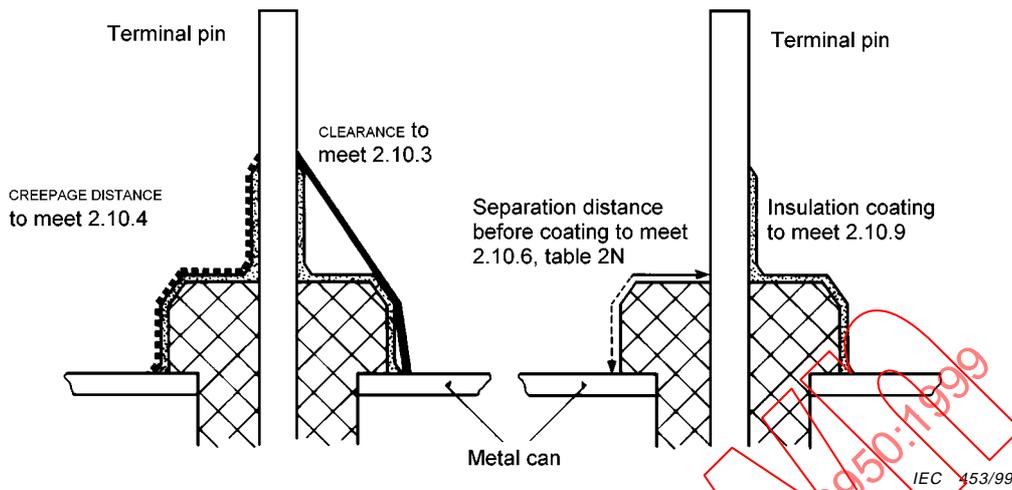


Figure F.10 - Coating around terminals

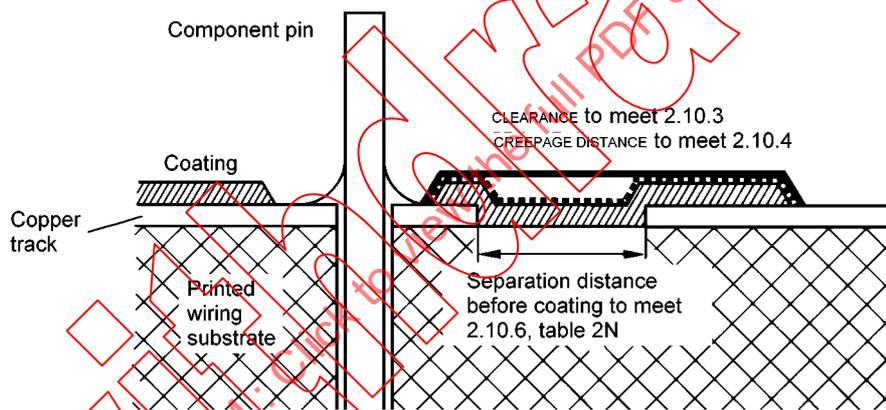
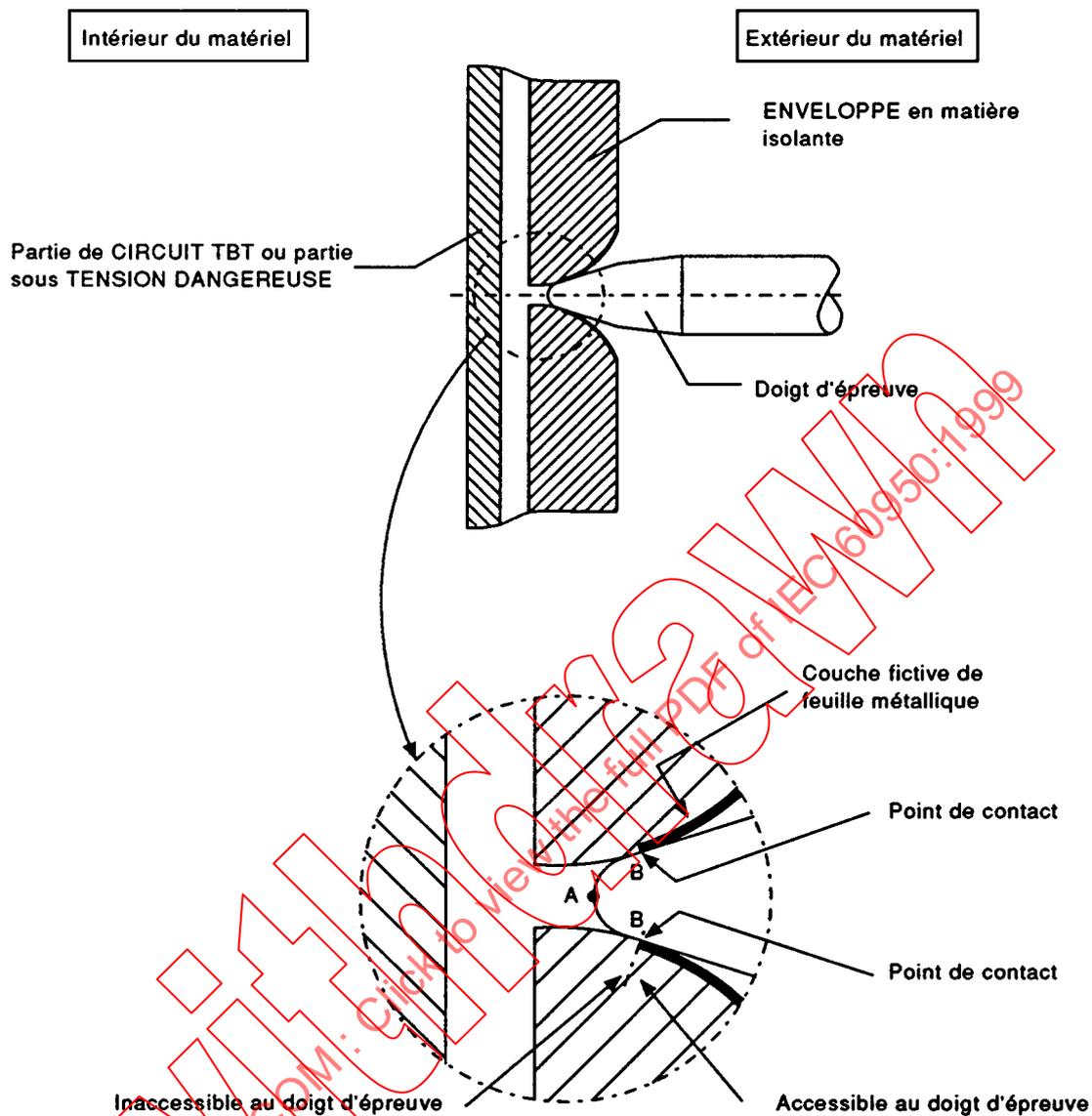


Figure F.11 - Coating over printed wiring

- CLEARANCE
- CREEPAGE DISTANCE



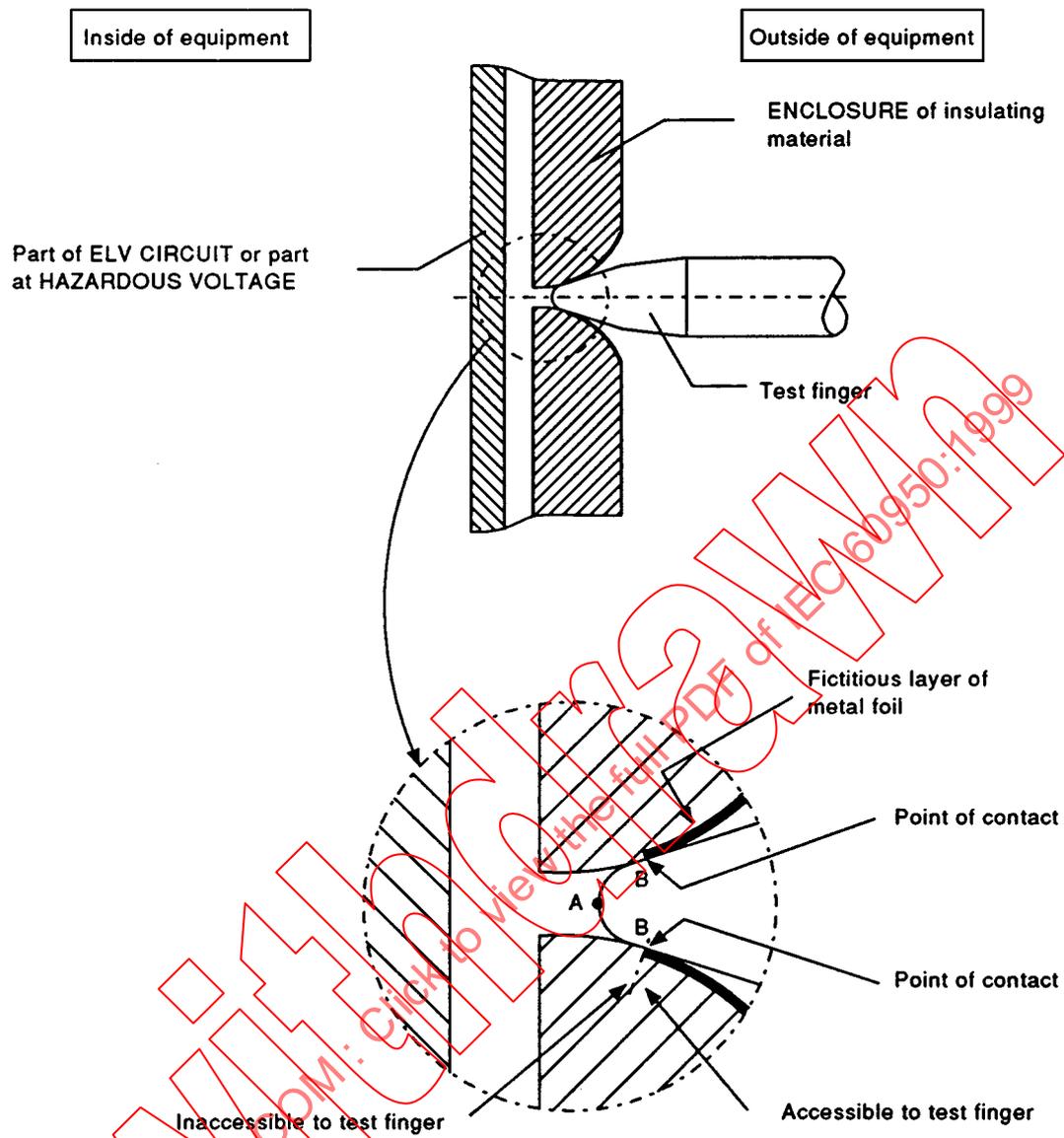
CEI 640193

Le point A est utilisé pour la détermination de la distance d'air avec une partie sous une tension supérieure à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu (voir 2.1.1.1).

Le point B est utilisé pour les mesures de DISTANCES DANS L'AIR et de LIGNES DE FUITE depuis l'extérieur d'une ENVELOPPE de matériau isolant vers une partie à l'intérieur d'une ENVELOPPE (voir 2.10.3.1 et 2.10.4).

Figure F.12 – Exemple de mesures dans une enveloppe de matériau isolant

- DISTANCES DANS L'AIR
- LIGNES DE FUITE



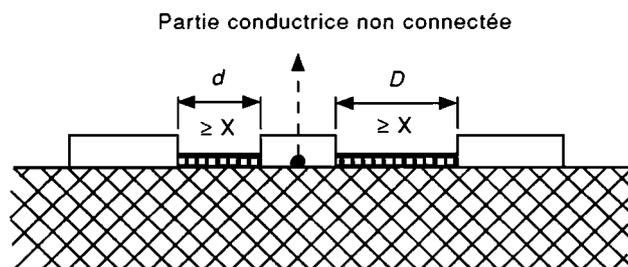
IEC 640193

Point A is used for determining the air gap to a part at a voltage exceeding 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. (see 2.1.1.1).

Point B is used for measurements of CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE from the outside of an ENCLOSURE of insulating material to a part inside the ENCLOSURE (see 2.10.3.1 and 2.10.4).

Figure F.12 – Example of measurements in an enclosure of insulating material





IEC 458/96

Condition: Distance d'isolation avec une partie conductrice non connectée intercalée.

Règle: La DISTANCE DANS L'AIR est la distance $d + D$

La LIGNE DE FUITE est aussi $d + D$

Lorsque la valeur de d ou D est inférieure à X elle doit être considérée comme égale à 0.

Figure F.13 – Partie conductrice non connectée intercalée

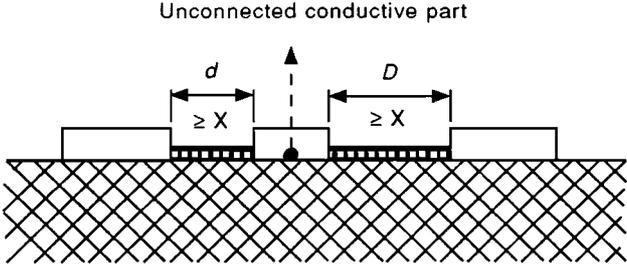


DISTANCES DANS L'AIR



LIGNES DE FUITE

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999



IEC 458/96

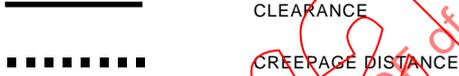
Condition: Insulation distance with intervening, unconnected conductive part.

Rule: CLEARANCE is the distance $d + D$.

CREEPAGE DISTANCE is also $d + D$.

Where the value of d or D is smaller than X , it shall be considered as zero.

Figure F.13 – Intervening, unconnected conductive part



IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999
 Withdorm

Annexe G (normative)

Autre méthode pour la détermination des distances dans l'air minimales

La présente annexe contient la méthode pour la détermination des DISTANCES DANS L'AIR minimales, en variante de celle de 2.10.3.

Il n'y a pas d'essai de rigidité diélectrique pour vérifier les DISTANCES DANS L'AIR.

G.1 Résumé de la procédure pour la détermination des distances dans l'air minimales

NOTE – Les DISTANCES DANS L'AIR minimales pour l'ISOLATION FONCTIONNELLE, PRINCIPALE, SUPPLÉMENTAIRE ET RENFORCÉE, que ce soit dans un CIRCUIT PRIMAIRE ou dans un autre circuit, dépendent de la TENSION DE TENUE PRESCRITE. La TENSION DE TENUE PRESCRITE dépend à son tour de l'effet combiné de la tension de fonctionnement normal (y compris les pics répétitifs dus à des circuits internes tels que les alimentations à découpage) et des surtensions non répétitives dues aux transitoires externes.

Pour déterminer la valeur minimale de chaque DISTANCE DANS L'AIR, les étapes suivantes doivent être suivies:

1. Mesurer la TENSION DE TRAVAIL CRÊTE à travers la DISTANCE DANS L'AIR concernée.
2. Si le matériel est alimenté par le réseau:
 - déterminer la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU (G.2); et
 - calculer la valeur de crête de la tension nominale de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF.
3. Utiliser les règles de G.4 a) et les valeurs de tension ci-dessus pour déterminer la TENSION DE TENUE PRESCRITE pour les transitoires du réseau et les transitoires internes. En l'absence de transitoires venant d'un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, aller à l'étape 7.
4. Si le matériel est destiné à être relié à un RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, déterminer la TENSION DE TRANSITOIRES DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS (G.3).
5. Utiliser la TENSION DE TRANSITOIRES DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS et les règles de G.4 b) pour déterminer la TENSION DE TENUE PRESCRITE pour les transitoires du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS. En l'absence de transitoires du réseau d'alimentation et de transitoires internes, aller à l'étape 7.
6. Utiliser les règles de G.4 c) pour déterminer la TENSION DE TENUE PRESCRITE totale.
7. Utiliser la TENSION DE TENUE PRESCRITE pour déterminer la DISTANCE DANS L'AIR minimale (G.6).

G.2 Détermination de la tension de transitoires du réseau

Pour les matériels destinés à être alimentés par l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, la valeur de la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU dépend de la catégorie de surtension et de la valeur nominale de la tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF. En général, les DISTANCES DANS L'AIR dans les matériels destinés à être connectés à l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF doivent être prévues pour une TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU dans la catégorie de surtension II.

Annex G (normative)

Alternative method for determining minimum clearances

This annex contains the alternative method for determining minimum CLEARANCES referred to in 2.10.3.

There is no electric strength test to verify CLEARANCES.

G.1 Summary of the procedure for determining minimum clearances

NOTE – The minimum clearances for FUNCTIONAL, BASIC, SUPPLEMENTARY and REINFORCED INSULATION, whether in a primary circuit or another circuit, depend on the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE. The REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE depends in turn on the combined effect of the normal operating voltage (including repetitive peaks due to internal circuitry such as switch mode power supplies) and non-repetitive overvoltages due to external transients.

To determine the minimum value for each required CLEARANCE, the following steps shall be used:

1. Measure the PEAK WORKING VOLTAGE across the CLEARANCE in question.
2. If the equipment is mains operated:
 - determine the MAINS TRANSIENT VOLTAGE (G.2); and
 - calculate the peak value of the nominal AC MAINS SUPPLY voltage.
3. Use the rules in G.4 a) and the above voltage values to determine the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE for AC MAINS SUPPLY transients and internal transients. In the absence of transients coming from a TELECOMMUNICATION NETWORK, go to step 7.
4. If the equipment is to be connected to a TELECOMMUNICATION NETWORK, determine the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE (G.3).
5. Use the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE and the rules in G.4 b) to determine the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE for TELECOMMUNICATION NETWORK transients. In the absence of mains and internal transients, go to step 7.
6. Use the rules in G.4 c) to determine the total REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE.
7. Use the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE to determine the minimum CLEARANCE (G.6).

G.2 Determination of mains transient voltage

For equipment to be supplied from the AC MAINS SUPPLY, the value of the MAINS TRANSIENT VOLTAGE depends on the Overvoltage Category and the nominal value of the AC MAINS SUPPLY voltage. In general, CLEARANCES in equipment intended to be connected to the AC MAINS SUPPLY shall be designed for a MAINS TRANSIENT VOLTAGE in Overvoltage Category II.

Les matériels qui sont des parties de l'installation d'alimentation du bâtiment ou qui peuvent être soumis à des surtensions transitoires dépassant celles de la catégorie de surtension II doivent être conçus pour des catégories de surtension III ou IV, à moins qu'une protection supplémentaire soit prévue à l'extérieur du matériel. Dans ce cas, les instructions d'installation doivent indiquer la nécessité d'une telle protection extérieure.

Il convient de noter que l'annexe G fournit uniquement une méthode pour la détermination des DISTANCES DANS L'AIR minimales pour les catégories de surtension III et IV. Il faut considérer d'autres aspects de conception, par exemple les exigences pour une isolation solide et pour les essais de rigidité diélectrique (voir à ce sujet la CEI 60664-1) et les caractéristiques nominales des composants afin de tenir les TENSIONS TRANSITOIRES DU RÉSEAU données au tableau G.1.

Tableau G.1 – Tensions transitoires du réseau

Tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF ligne-neutre inférieure ou égale à V efficace	TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU $V_{crête}$			
	Catégorie de surtension			
	I	II	III	IV
50	330	500	800	1 500
100	500	800	1 500	2 500
150 ¹⁾	800	1 500	2 500	4 000
300 ²⁾	1 500	2 500	4 000	6 000
600 ³⁾	2 500	4 000	6 000	8 000
1) compris 120/208 ou 120/240 V. 2) compris 230/400 ou 277/480 V. 3) compris 400/690 V.				

NOTE – En Norvège, du fait du schéma d'alimentation IT utilisé, la tension de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF est considérée comme étant égale à la tension entre lignes, et restera 230 V en cas de premier défaut.

G.3 Détermination de la tension de transitoires du réseau de télécommunications

Si la TENSION TRANSITOIRE SUR LE RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS n'est pas connue pour le RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS concerné, elle doit être prise comme:

- 1 500 $V_{crête}$ si le circuit relié au RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est un CIRCUIT TRT-1 ou un CIRCUIT TRT-3; et
- 800 $V_{crête}$ si le circuit relié au RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est un CIRCUIT TBTS ou un CIRCUIT TRT-2.

Equipment that is part of the building power installation, or that may be subject to transient overvoltages exceeding those for Overvoltage Category II, shall be designed for Overvoltage Category III or IV, unless additional protection is to be provided external to the equipment. In this case, the installation instructions shall state the need for such external protection.

It should be noted that annex G only provides a method of determining minimum CLEARANCES for overvoltage categories III and IV. Other aspects of design must be considered, for example requirements for solid insulation and for electric strength testing (refer to IEC 60664-1) and appropriate rating of components to withstand the MAINS TRANSIENT VOLTAGES given in table G.1.

Table G.1 – Mains transient voltages

Nominal AC MAINS SUPPLY voltage line-to-neutral up to and including V r.m.s.	MAINS TRANSIENT VOLTAGE V_{peak}			
	Overvoltage Category			
	I	II	III	IV
50	330	500	800	1 500
100	500	800	1 500	2 500
150 ¹⁾	800	1 500	2 500	4 000
300 ²⁾	1 500	2 500	4 000	6 000
600 ³⁾	2 500	4 000	6 000	8 000
1) Including 120/208 or 120/240 V. 2) Including 230/400 or 277/480 V. 3) Including 400/690 V.				

NOTE – In Norway, due to the IT power distribution system used, the AC MAINS SUPPLY voltage is considered to be equal to the line-to-line voltage, and will remain 230 V in case of a single earth fault.

G.3 Determination of telecommunication network transient voltage

If the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE is not known for the TELECOMMUNICATION NETWORK in question, it shall be taken as:

- 1 500 V_{peak} if the circuit connected to the TELECOMMUNICATION NETWORK is a TNV-1 CIRCUIT or a TNV-3 CIRCUIT; and
- 800 V_{peak} if the circuit connected to the TELECOMMUNICATION NETWORK is an SELV CIRCUIT or a TNV-2 CIRCUIT.

G.4 Détermination de la tension de tenue prescrite

a) Transitoires du réseau et transitoires internes

- CIRCUIT PRIMAIRE recevant les transitoires du réseau non atténués:

Dans un tel CIRCUIT PRIMAIRE, l'effet des transitoires venant du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS est ignoré, et les règles suivantes doivent être appliquées:

Règle 1) Si la TENSION DE SERVICE CRÊTE U_{pw} est inférieure à la valeur de crête de la tension nominale de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, la TENSION DE TENUE PRESCRITE est la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU de G.2;

$$U_{\text{tenue prescrite}} = U_{\text{transitoires du réseau}}$$

Règle 2) Si la TENSION DE TRAVAIL CRÊTE U_{pw} est supérieure à la valeur de crête de la tension nominale de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF, la TENSION DE TENUE PRESCRITE est la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU déterminée en G.2, plus la différence entre la TENSION DE SERVICE CRÊTE et la valeur de crête de la tension nominale de l'ALIMENTATION DU RÉSEAU EN COURANT ALTERNATIF;

$$U_{\text{tenue prescrite}} = U_{\text{transitoires du réseau}} + U_{pw} - U_{\text{crête réseau}}$$

- CIRCUIT SECONDAIRE dont le CIRCUIT PRIMAIRE reçoit les transitoires du réseau non atténués:

Dans un tel CIRCUIT SECONDAIRE, la TENSION DE TENUE PRESCRITE doit être déterminée comme suit, en ignorant les effets des transitoires venant des RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS.

Les règles 1) et 2) ci-dessus sont appliquées, la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU déterminée en G.2 étant remplacée par une tension de valeur immédiatement inférieure dans la liste suivante:

330, 500, 800, 1 500, 2 500, 4 000, 6 000 et 8 000 V_{crête}.

Toutefois, cette réduction n'est pas permise pour un CIRCUIT SECONDAIRE flottant à moins qu'il ne soit dans un matériel avec une borne principale de mise à la terre de protection et qu'il ne soit séparé de son CIRCUIT PRIMAIRE par un écran métallique mis à la terre, connecté à la terre de protection conformément à 2.6.

En variante, les règles 1) et 2) ci-dessus sont appliquées, mais la tension déterminée par mesurage, selon G.5 a) est prise comme la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU.

- CIRCUITS PRIMAIRES et CIRCUITS SECONDAIRES ne recevant pas les transitoires du réseau non atténués:

Dans de tels CIRCUITS PRIMAIRES ou SECONDAIRES, la TENSION DE TENUE PRESCRITE, en ignorant les effets des transitoires venant de tout RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, est déterminée comme suit. Les règles 1) et 2) ci-dessus sont appliquées mais une tension déterminée par mesurage selon G.5 a) doit être prise comme la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU.

- CIRCUIT SECONDAIRE alimenté par une source en courant continu ayant un filtrage capacitif.

Dans tout CIRCUIT SECONDAIRE mis à la terre alimenté par une source de courant continu avec filtrage capacitif, la TENSION DE TENUE PRESCRITE doit être prise comme égale à la TENSION CONTINUE.

b) Transitoires du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Si uniquement les transitoires venant du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS sont concernés, la TENSION DE TENUE PRESCRITE est la TENSION DE TRANSITOIRES DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS déterminée en G.3, à moins qu'un niveau inférieur ne soit mesuré lors des essais conformément à G.5 b).

G.4 Determination of required withstand voltage

a) Mains and internal transients

- PRIMARY CIRCUIT receiving the unattenuated mains transient:

In such a PRIMARY CIRCUIT, the effect of transients coming from a TELECOMMUNICATION NETWORK is ignored, and the following rules shall be applied:

Rule 1) If the PEAK WORKING VOLTAGE, U_{PW} , is less than the peak value of the nominal AC MAINS SUPPLY voltage, the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE is the MAINS TRANSIENT VOLTAGE determined in G.2;

$$U_{\text{required withstand}} = U_{\text{mains transient}}$$

Rule 2) If the PEAK WORKING VOLTAGE, U_{PW} , is greater than the peak value of the nominal AC MAINS SUPPLY voltage, the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE is the MAINS TRANSIENT VOLTAGE determined in G.2, plus the difference between the PEAK WORKING VOLTAGE and the peak value of the nominal AC MAINS SUPPLY voltage.

$$U_{\text{required withstand}} = U_{\text{mains transient}} + U_{pw} - U_{\text{mains peak}}$$

- SECONDARY CIRCUIT whose PRIMARY CIRCUIT receives the unattenuated mains transient:

In such a SECONDARY CIRCUIT, the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE shall be determined as follows, ignoring the effect of transients coming from TELECOMMUNICATION NETWORKS.

The above rules 1) and 2) are applied, with the MAINS TRANSIENT VOLTAGE determined in G.2 replaced by a voltage that is one step smaller in the following list:

330, 500, 800, 1 500, 2 500, 4 000, 6 000 and 8 000 V_{peak}

However, this reduction is not permitted for a floating SECONDARY CIRCUIT unless it is in equipment with a main protective earthing terminal and is separated from its PRIMARY CIRCUIT by an earthed metal screen, connected to protective earth in accordance with 2.6.

Alternatively, the above rules 1) and 2) are applied but the voltage determined by measurement, see G.5 a), is taken as the MAINS TRANSIENT VOLTAGE.

- PRIMARY and SECONDARY CIRCUITS not receiving the unattenuated mains transient:

In such PRIMARY or SECONDARY CIRCUITS, the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE, ignoring the effect of transients coming from any TELECOMMUNICATION NETWORK, is determined as follows. The above rules 1) and 2) are applied, but a voltage determined by measurement, see G.5 a), shall be taken as the MAINS TRANSIENT VOLTAGE.

- SECONDARY CIRCUIT supplied by a d.c. source having capacitive filtering:

In any earthed SECONDARY CIRCUIT supplied by a d.c. source with capacitive filtering, the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE shall be taken as equal to the DC VOLTAGE.

b) TELECOMMUNICATION NETWORK transients

If transients only from a TELECOMMUNICATION NETWORK are involved, the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE is the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE determined in G.3, unless a lower level is measured when tested according to G.5 b).

c) *Combinaison de transitoires.*

Si les transitoires des points a) et b) sont concernés, la TENSION DE TENUE PRESCRITE est la plus élevée des deux tensions. Les deux valeurs ne doivent pas être additionnées.

G.5 Mesure des niveaux des transitoires

Les essais suivant sont effectués uniquement s'il est prescrit de déterminer si oui ou non la tension transitoire à travers la DISTANCE DANS L'AIR dans un circuit quelconque est plus faible que la normale, en raison, par exemple, de l'effet d'un filtre dans le matériel. La tension transitoire à travers la DISTANCE DANS L'AIR est mesurée à l'aide de la procédure d'essais suivante.

Pendant les essais, le matériel est relié à son unité d'alimentation séparée, s'il elle existe, mais n'est pas relié au réseau d'alimentation, ni à aucun RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, et tous les parasurtensions dans les CIRCUITS PRIMAIRES sont déconnectés.

Un dispositif de mesure de tension est connecté à travers la DISTANCE DANS L'AIR concernée.

- a) Pour mesurer le niveau réduit des transitoires dus aux surtensions du réseau, le générateur d'essai en impulsions de l'annexe N est utilisé pour produire des impulsions de 1,2/50 μ s, avec U_c égal à la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU déterminée en G.2.

Trois à six impulsions de polarités alternées, avec des intervalles d'au moins 1 s entre les impulsions, sont appliquées entre tous les points suivants, lorsque c'est applicable:

- entre lignes;
- tous les conducteurs de ligne reliés galvaniquement ensemble et le neutre;
- tous les conducteurs de ligne reliés galvaniquement ensemble et la terre de protection;
- le neutre et la terre de protection.

- b) Pour mesurer le niveau réduit de transitoires dus aux surtensions du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS, le générateur d'essai en impulsions de l'annexe N est utilisé pour produire des impulsions de 10/700 μ s, avec U_c égal à la TENSION TRANSITOIRE DU RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS déterminée en G.3.

Trois à six impulsions de polarités alternées, avec des intervalles d'au moins 1 s entre les impulsions, sont appliquées entre tous les points de connexion suivants du RÉSEAU DE TÉLÉCOMMUNICATIONS d'un type d'interface unique:

- chaque paire de bornes (par exemple A et B) d'une interface;
- toutes les bornes d'un type d'interface unique reliées ensemble et la terre.

Un seul exemplaire d'un ensemble de circuits identiques est soumis à l'essai.

G.6 Détermination des distances dans l'air minimales

Pour les matériels destinés à être utilisés jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer, chaque DISTANCE DANS L'AIR doit être conforme aux dimensions minimales données dans le tableau G.2, en utilisant la valeur de TENSION DE TENUE PRESCRITE déterminée suivant G.4.

Pour les matériels destinés à être utilisés au-delà de 2 000 m au-dessus du niveau de la mer, le tableau A.2 de la CEI 60664-1:1992 doit être utilisé à la place du tableau G.2.

c) *Combination of transients*

If both transients a) and b) are involved, the REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE is the larger of the two voltages. The two values shall not be added together.

G.5 Measurement of transient levels

The following tests are conducted only where it is required to determine whether or not transient voltage across the CLEARANCE in any circuit is lower than normal, due for example, to the effect of a filter in the equipment. The transient voltage across the CLEARANCE is measured using the following test procedure.

During the tests, the equipment is connected to its separate power supply unit, if any, but is not connected to the mains, nor to any TELECOMMUNICATION NETWORKS, and any surge suppressors in PRIMARY CIRCUITS are disconnected.

A voltage measuring device is connected across the CLEARANCE in question.

- a) To measure the reduced level of transients due to mains overvoltages, the impulse test generator of annex N is used to generate 1,2/50 μ s impulses, with U_c equal to the MAINS TRANSIENT VOLTAGE determined in G.2.

Three to six impulses of alternating polarity, with intervals of at least 1 s between impulses, are applied between each of the following points where relevant:

- line-to-line;
- all line conductors conductively joined together and neutral;
- all line conductors conductively joined together and protective earth;
- neutral and protective earth.

- b) To measure the reduced level of transients due to TELECOMMUNICATION NETWORK overvoltages, the impulse test generator of annex N is used to generate 10/700 μ s impulses, with U_c equal to the TELECOMMUNICATION NETWORK TRANSIENT VOLTAGE determined in G.3.

Three to six impulses of alternating polarity, with intervals of at least 1 s between impulses, are applied between each of the following TELECOMMUNICATION NETWORK connection points of a single interface type:

- each pair of terminals (e.g. A and B or tip and ring) in an interface;
- all terminals of a single interface type joined together and earth.

Only one of a set of identical circuits is tested.

G.6 Determination of minimum clearances

For equipment to be operated up to 2 000 m above sea level, each CLEARANCE shall comply with the minimum dimensions given in table G.2, using the value of REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE determined according to G.4.

For equipment to be operated at more than 2 000 m above sea level, table A.2 of IEC 60664-1:1992 shall be used instead of table G.2.

A l'exception de ce qui est prescrit en 2.8.7.1, les DISTANCES DANS L'AIR spécifiées ne sont pas applicables à la distance entre les contacts de THERMOSTATS, de COUPE-CIRCUIT THERMIQUES, de dispositifs de protection contre les surcharges, d'interrupteurs à faible distance d'ouverture des contacts et dispositifs analogues, lorsque la distance varie avec les contacts.

NOTE 1 – Pour les distances entre les contacts des dispositifs de connexion, voir 3.4.2. Pour les distances entre les contacts des interrupteurs de verrouillage, voir 2.8.7.1.

Les DISTANCES DANS L'AIR spécifiées sont soumises aux valeurs minimales suivantes:

- 10 mm pour un intervalle d'air servant d'ISOLATION RENFORCÉE entre une partie sous TENSION DANGEREUSE et une partie conductrice accessible de l'ENVELOPPE de matériels reposant sur le sol ou la surface supérieure non verticale d'un matériel de table;
- 2 mm pour un intervalle d'air des contacts servant d'ISOLATION PRINCIPALE entre une partie sous TENSION DANGEREUSE et une partie conductrice accessible de l'ENVELOPPE externe de MATÉRIELS DE TYPE A RACCORDÉS PAR PRISE DE COURANT.

NOTE 2 – Il convient que les DISTANCES DANS L'AIR ne soient pas réduites au-dessous des valeurs minimales spécifiées par les tolérances de fabrication, les déformations qui peuvent survenir pendant la manutention, les chocs et les vibrations susceptibles de se produire pendant la fabrication, le transport et l'utilisation normale.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950-1:1999

Withdrawn

Except as required by 2.8.7.1, the specified CLEARANCES are not applicable to the air gap between the contacts of THERMOSTATS, THERMAL CUT-OUTS, overload protection devices, switches of microgap construction and similar components where the air gap varies with the contacts.

NOTE 1 – For air gaps between contacts of disconnect devices, see 3.4.2. For air gaps between the contacts of interlock switches, see 2.8.7.1.

The specified CLEARANCES are subject to the following minimum values:

- 10 mm for an air gap serving as REINFORCED INSULATION between a part at HAZARDOUS VOLTAGE and an accessible conductive part of the ENCLOSURE of floor-standing equipment or of the non-vertical top surface of desk-top equipment;
- 2 mm for an air gap serving as BASIC INSULATION between a part at HAZARDOUS VOLTAGE and an accessible conductive part of the external ENCLOSURE of PLUGGABLE EQUIPMENT TYPE A.

NOTE 2 – CLEARANCES should not be reduced below the minimum specified values by manufacturing tolerances or by deformation which can occur due to handling, shock and vibration likely to be encountered during manufacture, transport and normal use.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999

Withdram

Tableau G.2 – Distances dans l'air minimales jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer

DISTANCES DANS L'AIR en millimètres

TENSION DE TENUE PRESCRITE V crête ou continue	DISTANCES DANS L'AIR minimales		
	ISOLATION FONCTIONNELLE	ISOLATION PRINCIPALE ET SUPPLÉMENTAIRE	ISOLATION RENFORCÉE
Jusqu'à 400	0,1	0,2 (0,1)	0,4 (0,2)
800	0,1	0,2	0,4
1 000	0,2	0,3	0,6
1 200	0,3	0,4	0,8
1 500	0,5	0,8 (0,5)	1,6 (1)
2 000	1	1,3 (1)	2,6 (2)
2 500	1,5	2 (1,5)	4 (3)
3 000	2	2,6 (2)	5,2 (4)
4 000	3	4 (3)	6
6 000	5,5	7,5	11
8 000	8	11	16
10 000	11	15	22
12 000	14	19	28
15 000	18	24	36
25 000	33	44	66
40 000	60	80	120
50 000	75	100	150
60 000	90	120	180
80 000	130	173	260
100 000	170	227	340

1) Excepté pour les CIRCUITS PRIMAIRES en G.4 a), il est permis de procéder par interpolation linéaire entre les deux points les plus proches, l'intervalle calculé étant arrondi à l'échelon de 0,1 mm immédiatement supérieur.

2) Les valeurs entre parenthèses sont applicables uniquement si la fabrication est soumise à un programme de contrôle de la qualité qui fournit un niveau d'assurance au moins égal à celui de l'exemple donné à l'article R.2. En particulier, les ISOLATIONS DOUBLE et RENFORCÉE doivent être soumises à un ESSAI INDIVIDUEL DE SÉRIE pour la rigidité diélectrique.

3) La conformité à la valeur minimale de DISTANCE DANS L'AIR de 8,4 mm pour les CIRCUITS SECONDAIRES n'est pas prescrite si le chemin de la DISTANCE DANS L'AIR est:

- entièrement dans l'air;
- entièrement ou partiellement le long d'une surface de matériau du groupe I;

et si l'isolation concernée satisfait à l'essai diélectrique conformément à 5.2.2, avec:

- une tension d'essai en courant alternatif dont la valeur efficace est égale à 1,06 fois la TENSION DE SERVICE CRÊTE; ou
- une tension d'essai continue égale à la valeur de crête de la tension d'essai en courant alternatif prescrite ci-dessus.

Si le chemin de la DISTANCE DANS L'AIR est partiellement le long d'une surface d'un matériau qui n'est pas du groupe de matériau I, l'essai de rigidité diélectrique est effectué sur l'intervalle d'air seulement.

Table G.2 – Minimum clearances up to 2 000 m above sea level

CLEARANCES in millimetres

REQUIRED WITHSTAND VOLTAGE	Minimum CLEARANCES in air		
	FUNCTIONAL INSULATION	BASIC and SUPPLEMENTARY INSULATION	REINFORCED INSULATION
Up to 400	0,1	0,2 (0,1)	0,4 (0,2)
800	0,1	0,2	0,4
1 000	0,2	0,3	0,6
1 200	0,3	0,4	0,8
1 500	0,5	0,8 (0,5)	1,6 (1)
2 000	1	1,3 (1)	2,6 (2)
2 500	1,5	2 (1,5)	4 (3)
3 000	2	2,6 (2)	5,2 (4)
4 000	3	4 (3)	6
6 000	5,5	7,5	11
8 000	8	11	16
10 000	11	15	22
12 000	14	19	28
15 000	18	24	36
25 000	33	44	66
40 000	60	80	120
50 000	75	100	150
60 000	90	120	180
80 000	130	173	260
100 000	170	227	340

1) Except in PRIMARY CIRCUITS in G.4 a), linear interpolation is permitted between the nearest two points, the calculated minimum CLEARANCES being rounded up to the next higher 0,1 mm increment.

2) The values in parentheses are applicable only if manufacturing is subjected to a quality control programme, that provides at least the same level of assurance as the example given in clause R.2. In particular, DOUBLE and REINFORCED INSULATION shall be subjected to ROUTINE TESTS for electric strength.

3) Compliance with a CLEARANCE value of 8,4 mm or greater for SECONDARY CIRCUITS is not required if the CLEARANCE path is:

- entirely through air; or
- wholly or partly along the surface of an insulation of Material Group I;

and the insulation involved passes an electric strength test according to 5.2.2, using:

- an a.c. test voltage whose r.m.s. value is equal to 1,06 times the PEAK WORKING VOLTAGE; or
- a d.c. test voltage equal to the peak value of the a.c. test voltage prescribed above.

If the CLEARANCE path is partly along the surface of a material that is not of Material Group I, the electric strength test is conducted in the air gap only.

La vérification est effectuée par examen, en tenant compte de l'annexe F.

Les conditions suivantes sont applicables.

Les parties mobiles sont placées dans leurs positions les plus défavorables.

Lorsque les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUIITE à partir d'une ENVELOPPE en matière isolante sont mesurées à travers une fente ou une ouverture dans l'ENVELOPPE, la surface accessible est considérée comme conductrice comme si elle était recouverte d'une feuille de métal partout où elle peut être touchée par le doigt d'épreuve de la figure 2A (voir 2.1.1.1), appliqué sans force appréciable (voir figure F.12, point B).

Lors de la mesure des DISTANCES DANS L'AIR, les essais de force de 4.2.2, 4.2.3 et 4.2.4 sont à appliquer.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999
Withdrawn

Compliance is checked by measurement, taking into account annex F.

The following conditions are applicable.

Movable parts are placed in their most unfavourable positions.

When measuring CLEARANCES from an ENCLOSURE of insulating material through a slot or opening in the ENCLOSURE, the accessible surface is considered to be conductive as if it were covered by metal foil wherever it can be touched by the test finger, of figure 2A (see 2.1.1.1), applied without appreciable force (see figure F.12, point B).

When measuring CLEARANCES, the force tests of 4.2.2, 4.2.3 and 4.2.4 are to be applied.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60950:1999

Withdrawn

Annexe H (normative)

Rayonnements ionisants (voir 4.3.13)

Les matériels qui risquent de produire des rayonnements ionisants sont vérifiés par une mesure du rayonnement émis.

Le rayonnement émis est déterminé au moyen d'un instrument de mesure du rayonnement du type chambre d'ionisation de section efficace égale à 10 cm², ou au moyen d'instruments de mesure d'autres types donnant des résultats équivalents.

Les mesures sont effectuées en utilisant le matériel alimenté à la tension la plus défavorable (voir 1.4.5), les commandes de l'OPÉRATEUR et les commandes de service étant réglées de manière à provoquer le maximum de rayonnement tout en maintenant le matériel apte à fonctionner normalement.

Les réglages internes qu'il n'est pas prévu d'ajuster au cours de la vie du matériel ne sont pas considérés comme des commandes de service.

En aucun point situé à 5 cm de la surface de la ZONE D'ACCÈS DE L'OPÉRATEUR le taux d'exposition ne doit dépasser 36 pA/kg (0,5 mR/h) (voir note). Il est tenu compte du niveau de bruit de fond.

NOTE – Cette valeur figure dans l'ICRP 15.

Annex H (normative)

Ionizing radiation (see 4.3.13)

Equipment which might produce ionizing radiation is checked by measuring the amount of radiation.

The amount of radiation is determined by means of a radiation monitor of the ionizing chamber type with an effective area of 10 cm² or by measuring equipment of other types giving equivalent results.

Measurements are made with the equipment on test operating at the most unfavourable supply voltage (see 1.4.5) and with OPERATOR controls and service controls adjusted so as to give maximum radiation whilst maintaining the equipment operative for normal use.

Internal preset controls not intended to be adjusted during the lifetime of the equipment are not considered to be service controls.

At any point 5 cm from the surface of the OPERATOR ACCESS AREA, the dose-rate shall not exceed 36 pA/kg (0,5 mR/h) (see note). Account is taken of the background level.

NOTE – This value appears in ICRP 15.

Annexe J
(normative)
Tableau des potentiels électrochimiques (voir 2.6.5.6)

Tableau J.1 – Potentiels électrochimiques

Magnésium, alliages de magnésium	Zinc, alliages de zinc	Étain 80/Zn 20 sur acier, Zn sur fer ou acier	Aluminium	Cd sur acier	Alliage Al/Mg	Acier doux	Duralumin	Plomb	Cr sur acier, soudure tendre	Cr sur Ni sur acier, étain sur acier, acier inoxydable 12 % Cr	Acier inoxydable à haute teneur en Cr	Cuivre, alliages de cuivre	Soudure à l'argent, acier inoxydable austénitique	Ni sur acier	Argent	Rh sur Ag sur Cu, alliage argent/or	Carbone	Or/platine	
0	0,5	0,55	0,7	0,8	0,85	0,9	1,0	1,05	1,1	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45	1,6	1,65	1,7	1,75	Magnésium, alliages de magnésium
	0	0,05	0,2	0,3	0,35	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,75	0,85	0,9	0,95	1,1	1,15	1,2	1,25	Zinc, alliages de zinc
		0	0,15	0,25	0,3	0,35	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	1,05	1,1	1,15	1,2	Étain 80/Zn 20 sur acier, Zn sur fer ou acier
			0	0,1	0,15	0,2	0,3	0,35	0,4	0,45	0,55	0,65	0,7	0,75	0,9	0,95	1,0	1,05	Aluminium
				0	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,45	0,55	0,6	0,65	0,8	0,85	0,9	0,95	Cd sur acier
Ag	Argent				0	0,05	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6	0,75	0,8	0,85	0,9	Alliage Al/Mg
Al	Aluminium					0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,35	0,45	0,5	0,55	0,7	0,75	0,8	0,85	Acier doux
Cr	Chrome																		
Cd	Cadmium						0	0,05	0,1	0,15	0,25	0,35	0,4	0,45	0,6	0,65	0,7	0,75	Duralumin
Mg	Magnésium																		
Ni	Nickel							0	0,5	0,1	0,2	0,3	0,35	0,4	0,55	0,6	0,66	0,7	Plomb
Rh	Rhodium																		
Zn	Zinc								0	0,05	0,15	0,25	0,3	0,35	0,5	0,55	0,6	0,65	Cr sur acier, soudure tendre
										0	0,1	0,2	0,25	0,3	0,45	0,5	0,55	0,6	Cr sur Ni sur acier, étain sur acier inoxydable 12 % Cr
											0	0,1	0,15	0,2	0,35	0,4	0,45	0,5	Acier inoxydable à haute teneur en Cr
												0	0,05	0,1	0,25	0,3	0,35	0,4	Cuivre, alliages de cuivre
													0	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	Soudure à l'argent, acier inoxydable austénitique
														0	0,15	0,2	0,25	0,3	Ni sur acier
															0	0,5	0,1	0,15	Argent
																0	0,05	0,1	Rh sur Ag sur Cu, alliage argent/or
																	0	0,5	Carbone
																		0	Or/platine

NOTE – La corrosion due à une action électrochimique entre métaux dissemblables qui sont en contact est minimisée si le potentiel électrochimique combiné est au-dessous d'environ 0,6 V. Le tableau suivant donne la liste des potentiels électrochimiques combinés pour un certain nombre de paires de métaux couramment employés. Il convient d'éviter les combinaisons situées au-dessus de la ligne de séparation.

Annex J
(normative)

Table of electrochemical potentials (see 2.6.5.6)

Table J.1 – Electrochemical potentiels

Magnesium, magnesium alloys	Zinc, zinc alloys	80 tin/20 Zn on steel, Zn on iron or steel	Aluminium	Cd on steel	Al/Mg alloy	Mild steel	Duralumin	Lead	Cr on steel, soft solder	Cr on Ni on steel, tin on steel 12 % Cr stainless steel	High Cr stainless steel	Copper, copper alloys	Silver solder, Austenitic stainless steel	Ni on steel	Silver	Rh on Ag on Cu, silver/gold alloy	Carbon	Gold, platinum		
0	0,5	0,55	0,7	0,8	0,85	0,9	1,0	1,05	1,1	1,15	1,25	1,35	1,4	1,45	1,6	1,65	1,7	1,75	Magnesium, magnesium alloys	
	0	0,05	0,2	0,3	0,35	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,75	0,85	0,9	0,95	1,1	1,15	1,2	1,25	Zinc, zinc alloys	
		0	0,15	0,25	0,3	0,35	0,45	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	0,9	1,05	1,1	1,15	1,2	80 tin/20 Zn on steel, Zn on iron or steel	
			0	0,1	0,15	0,2	0,3	0,35	0,4	0,45	0,55	0,65	0,7	0,75	0,9	0,95	1,0	1,05	Aluminium	
				0	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,45	0,55	0,6	0,65	0,8	0,85	0,9	0,95	Cd on steel	
Ag	Silver				0	0,05	0,15	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6	0,75	0,8	0,85	0,9	Al/Mg alloy	
Al	Aluminium					0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,35	0,45	0,5	0,55	0,7	0,75	0,8	0,85	Mild steel	
Cr	Chromium																			
Cd	Cadmium					0	0,05	0,1	0,15	0,25	0,35	0,4	0,45	0,6	0,65	0,7	0,75	0,75	Duralumin	
Mg	Magnesium							0	0,5	0,1	0,2	0,3	0,35	0,4	0,55	0,6	0,66	0,7	Lead	
Ni	Nickel									0	0,05	0,15	0,25	0,3	0,35	0,5	0,55	0,6	Cr on steel, soft solder	
Rh	Rhodium										0	0,1	0,2	0,25	0,3	0,45	0,5	0,55	0,6	Cr on Ni on steel, tin on steel 12 % Cr stainless steel
Zn	Zinc											0	0,1	0,15	0,2	0,35	0,4	0,45	0,5	High Cr stainless steel
													0	0,05	0,1	0,25	0,3	0,35	0,4	Copper, copper alloys
														0	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	Silver solder, Austenitic stainless steel
														0	0,15	0,2	0,25	0,3		Ni on steel
															0	0,5	0,1	0,15		Silver
																0	0,05	0,1		Rh on Ag on Cu, silver/gold alloy
																	0	0,5		Carbon
																		0		Gold, platinum

NOTE – Corrosion due to electrochemical action between dissimilar metals which are in contact is minimised if the combined electrochemical potential is below about 0,6 V. In the table the combined electrochemical potentials are listed for a number of pairs of metals in common use; combinations above the dividing line should be avoided.

Annexe K (normative)

Dispositifs de commande thermiques (voir 1.5.3 et 5.3.7)

K.1 Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure

Les THERMOSTATS et les LIMITEURS DE TEMPÉRATURES doivent avoir un pouvoir de fermeture et un pouvoir de coupure suffisants.

La vérification est effectuée en soumettant trois échantillons aux essais des articles K.2 et K.3 ou aux essais de l'article K.4 suivant ce qui s'applique. Si le composant est marqué T, un échantillon est essayé, la partie interrupteur étant à la température ambiante, et deux échantillons sont essayés, cette partie étant à la température correspondant aux marques et indications.

Les composants qui ne portent pas l'indication de leurs propres caractéristiques nominales peuvent être essayés dans la machine ou séparément, suivant ce qui convient le mieux, mais, s'ils sont essayés séparément, les conditions d'essai doivent être semblables à celles qui se présentent dans le matériel.

Pendant les essais, il ne doit se produire aucun arc permanent.

Après les essais, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage nuisible à leur usage ultérieur. Les connexions électriques ne doivent pas s'être desserrées. Le composant doit satisfaire à un essai de rigidité diélectrique identique à l'essai spécifié en 5.2.2 avec l'exception suivante: la tension d'essai pour l'isolation entre les contacts est égale à deux fois la tension appliquée lorsque le matériel est alimenté sous la TENSION NOMINALE ou sous la limite supérieure de la plage NOMINALE DE TENSIONS.

Pour les besoins de l'essai, la fréquence de fonctionnement peut être augmentée au-delà de la fréquence normale de fonctionnement propre au matériel, pourvu qu'il n'en résulte pas une augmentation du risque de défaillance.

S'il n'est pas possible d'essayer le composant séparément, trois échantillons du matériel dans lequel il est utilisé sont essayés.

K.2 Fiabilité des thermostats

On fait fonctionner thermiquement les THERMOSTATS 200 fois (200 fermetures et 200 coupures) lorsque le matériel fonctionne sous une tension égale à 1,1 fois la TENSION NOMINALE ou 1,1 fois la limite supérieure de la PLAGE NOMINALE DE TENSIONS, et sous la CHARGE NORMALE.

K.3 Essai d'endurance des thermostats

On fait fonctionner thermiquement les THERMOSTATS 10 000 fois (10 000 fermetures et 10 000 coupures) lorsque le matériel fonctionne sous la TENSION NOMINALE ou sous la limite supérieure de la PLAGE NOMINALE DE TENSIONS, et sous la CHARGE NORMALE.

Annex K (normative)

Thermal controls (see 1.5.3 and 5.3.7)

K.1 Making and breaking capacity

THERMOSTATS and TEMPERATURE LIMITERS shall have adequate making and breaking capacity.

Compliance is checked by subjecting three samples either to the tests of clauses K.2 and K.3, or to the tests of clause K.4, as appropriate. If the component is T-marked, one sample is tested with the switch part at room temperature, and two samples with the switch part at a temperature in accordance with the marking.

Components not marked with individual ratings are tested either in the equipment or separately, whichever is more convenient, but, if tested separately, the test conditions are to be similar to those occurring in the equipment.

During the tests, no sustained arcing shall occur.

After the tests, the samples shall show no damage impairing their further use. Electrical connections shall not have worked loose. The component shall withstand an electric strength test as specified in 5.2.2, except that the test voltage for the insulation between the contacts is twice the voltage applied when the equipment is operated at RATED VOLTAGE or at the upper voltage of the RATED VOLTAGE RANGE.

For test purposes the switching frequency can be increased above the normal switching frequency inherent to the equipment, provided that no greater risk of failure is induced.

If it is not possible to test the component separately, three samples of the equipment in which it is used are tested.

K.2 Thermostat reliability

THERMOSTATS are caused, thermally, to perform 200 cycles of operation (200 makes and 200 breaks) when the equipment is operated at a voltage equal to 1,1 times RATED VOLTAGE or to 1,1 times the upper voltage of the RATED VOLTAGE RANGE, and under NORMAL LOAD.

K.3 Thermostat endurance test

THERMOSTATS are caused, thermally, to perform 10 000 cycles of operation (10 000 makes and 10 000 breaks) when the equipment is operated at RATED VOLTAGE or at the upper voltage of the RATED VOLTAGE RANGE, and under NORMAL LOAD.

K.4 Endurance des limiteurs de température

On fait fonctionner thermiquement les LIMITEURS DE TEMPÉRATURE 1 000 fois (1 000 fermetures et 1 000 coupures) lorsque le matériel fonctionne sous la TENSION NOMINALE ou sous la tension la plus élevée de la PLAGE NOMINALE DE TENSIONS, et sous la CHARGE NORMALE.

K.5 Fiabilité des coupe-circuit thermiques

Les COUPE-CIRCUIT THERMIQUES doivent fonctionner de façon sûre.

La vérification est effectuée pendant que le matériel fonctionne dans les conditions spécifiées en 4.5.1.

On fait fonctionner 200 fois les COUPE-CIRCUIT THERMIQUES À RÉENCLÈCHEMENT AUTOMATIQUE; les COUPE-CIRCUIT THERMIQUES À RÉENCLÈCHEMENT MANUEL sont réenclenchés après chaque déclenchement et ainsi mis en fonctionnement 10 fois.

Après les essais, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage nuisible à leur usage ultérieur.

Il est permis de prévoir des périodes de ventilation forcée et de repos pour empêcher que le matériel ne soit endommagé.

K.6 Stabilité de fonctionnement

Les THERMOSTATS, les LIMITEURS DE TEMPÉRATURE et les COUPE-CIRCUIT THERMIQUES doivent être construits de façon que leur réglage ne soit pas modifié sensiblement par des échauffements, des vibrations, etc., se produisant en usage normal.

La vérification est effectuée par examen pendant les essais de fonctionnement anormal de 5.3.

K.4 Temperature limiter endurance

TEMPERATURE LIMITERS are caused, thermally, to perform 1 000 cycles of operation (1 000 makes and 1 000 breaks) when the equipment is operated at RATED VOLTAGE, or at the upper voltage of the RATED VOLTAGE RANGE, and under NORMAL LOAD.

K.5 Thermal cut-out reliability

THERMAL CUT-OUTS shall operate reliably.

Compliance is checked while the equipment is operating under the conditions specified in 4.5.1.

AUTOMATIC RESET THERMAL CUT-OUTS are caused to operate 200 times; MANUAL RESET THERMAL CUT-OUTS are reset after each operation and thus caused to operate 10 times.

After the tests, the samples shall show no damage impairing their further use.

Forced cooling and resting periods are permitted to prevent damage to the equipment.

K.6 Stability of operation

THERMOSTATS, TEMPERATURE LIMITERS and THERMAL CUT-OUTS shall be so constructed that their setting is not changed appreciably by heating, vibration, etc., occurring in normal use.

Compliance is checked by inspection during the abnormal operation tests of 5.3.

Annexe L (normative)

Conditions de charge normale pour quelques types de matériels de bureau électriques

(voir 1.2.2.1 et 4.5.1)

L.1 Machines à écrire

Les machines à écrire sont mises en fonctionnement à vide jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint. Les machines à écrire à touches manuelles sont alors mises en fonctionnement à une vitesse de 200 caractères par minute, avec une manoeuvre de changement de ligne tous les 60 caractères y compris les espaces, jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint. Les machines à écrire automatiques sont mises en fonctionnement à la vitesse maximale de dactylographie indiquée dans la notice d'emploi du fabricant.

L.2 Machines à additionner et caisses enregistreuses

Pour les machines à additionner et les caisses enregistreuses, des nombres de quatre chiffres sont introduits ou inscrits et la touche de répétition ou la barre motrice est actionnée 24 fois par minute, jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint, les nombres de quatre chiffres à employer étant ceux qui donnent la charge la plus élevée à la machine. Si la caisse enregistreuse a un tiroir qui s'ouvre chaque fois qu'un élément est inscrit, la caisse enregistreuse est mise en fonctionnement à une vitesse de 15 cycles de fonctionnement par minute, le tiroir étant fermé entre chaque fonctionnement, jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint. Pour une machine à additionner ou une caisse enregistreuse, une manoeuvre consiste en une inscription ou une introduction des chiffres avec lesquels la machine doit fonctionner et ensuite à presser la barre motrice, la touche de répétition ou le dispositif analogue pour chaque manoeuvre.

L.3 Effaceuses

Les effaceuses sont mises en fonctionnement continu à vide pendant 1 h.

L.4 Taille-crayons

Pour un taille-crayons, cinq crayons neufs sont chacun taillés huit fois selon le tableau suivant. Sauf pour les crayons neufs, la pointe est cassée avant chaque taillage.

Période de taillage	4 s pour un crayon neuf
	2 s pour les taillages ultérieurs
Intervalle entre les taillages	6 s
Intervalle entre les crayons	60 s

Toutes ces durées sont approximatives.

Annex L (normative)

Normal load conditions for some types of electrical business equipment (see 1.2.2.1 and 4.5.1)

L.1 Typewriters

Typewriters are energized with no load applied until steady conditions are established. Manually keyed machines are then operated at a rate of 200 characters per minute, with a line transport operation after each 60 characters including spaces, until steady conditions are established. Automatically operated machines are operated at the maximum typing speed recommended in the manufacturer's instruction sheet.

L.2 Adding machines and cash registers

For adding machines and cash registers, four digit numbers are entered or set and the repeat key or operating bar activated 24 times per minute, until steady conditions are established, the four digit number to be used being that which loads the machine most heavily. If the cash register has a drawer which opens every time an item is rung up, the cash register is operated at a rate of 15 operation cycles per minute, the drawer being shut after each operation, until steady conditions are established. For an adding machine or cash register, an operation consists of the OPERATOR setting or inserting the figures with which the machine is to operate and then pressing the operating bar, repeating key or the like for each operation.

L.3 Erasers

Erasers are operated continuously at no load for 1 h.

L.4 Pencil sharpeners

For a pencil sharpener, five new pencils are each sharpened eight times according to the following timetable. Except for new pencils, the point is broken off before each sharpening.

Sharpening period	4 s for a new pencil 2 s for subsequent sharpenings
Interval between sharpenings	6 s
Interval between pencils	60 s
All times are approximate	

L.5 Duplicateurs et machines à copier

Les duplicateurs et les machines à copier sont mis en fonctionnement continu à la vitesse maximale jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint. Il est permis d'introduire une période de repos de 3 min toutes les 500 copies si elle est compatible avec la conception de la machine.

L.6 Classeurs à moteurs

Les classeurs à moteurs sont chargés de façon à simuler un déséquilibre causé par une répartition inégale du contenu. Lors du fonctionnement, la charge déséquilibrée est déplacée sur environ un tiers de la course totale du chariot, sur le parcours qui impose la charge maximale pendant chaque manoeuvre. Cette manoeuvre est répétée toutes les 15 s jusqu'à ce que l'état d'équilibre soit atteint.

On simule une charge provoquée par une répartition inégale du contenu de la façon suivante.

Dans le cas d'une alimentation verticale, on charge, sans laisser de vides, trois huitièmes de la plaque support de documents avec trois huitièmes de la charge admise. Avec cette charge, on parcourt la course totale de transport. Ce cycle d'alimentation est renouvelé, à des intervalles de 10 s, jusqu'à obtention de la température d'équilibre.

Dans le cas d'autres modes de transport, par exemple horizontaux ou circulaires, la charge totale est déplacée sur la course totale de transport. Ce cycle de transport est renouvelé à des intervalles de 15 s, jusqu'à obtention de la température d'équilibre.

L.7 Autres machines de bureau

Les autres machines de bureau sont mises en fonctionnement suivant le mode de fonctionnement le plus défavorable décrit dans la notice d'emploi du fabricant.

L.5 Duplicators and copy machines

Duplicators and copy machines are operated continuously at maximum speed until steady conditions are established. It is permitted to introduce a rest period of 3 min after each 500 copies if this is compatible with the design of the machine.

L.6 Motor-operated files

Motor-operated files are loaded to simulate a condition of unbalance caused by uneven distribution of the contents. During operation, the unbalanced load is moved approximately one-third of the total carrier travel of the path that will impose maximum loading during each operation. The operation is repeated each 15 s until steady conditions are established.

A load caused by the non-uniform distribution of the contents is permitted to be simulated as follows.

In the case of vertical transport, three-eighths of the filing area are to be loaded, without leaving clearances, with three-eighths of the admissible load. The entire transport way is to be travelled with this load. The transport cycle is to be repeated, at intervals of 10 s, until the temperature has stabilized.

In the case of a different transport, for example horizontal or circular mode of transport, the total load is moved over the whole transport way. The transport cycle is to be repeated, at intervals of 15 s, until the temperature has stabilized.

L.7 Other business equipment

Other business equipment is operated according to the most unfavourable way of operation given in the operating instructions.

Annexe M
(normative)

Critères pour les signaux de sonnerie du téléphone
(voir 2.3.1)

M.1 Introduction

Les deux méthodes possibles décrites dans la présente annexe reflètent les expériences satisfaisantes acquises dans les différentes parties du monde. La méthode A est typique des réseaux téléphoniques analogiques européens et la méthode B des réseaux nord-américains. Ces deux méthodes conduisent à des normes de sécurité électrique qui sont largement équivalentes.

M.2 Méthode A

Cette méthode exige que les courants I_{TS1} et I_{TS2} traversant une résistance de 5 000 Ω placée entre deux conducteurs quelconques, ou entre un conducteur et la terre, ne dépassent pas les limites spécifiées ci-après:

- a) I_{TS1} , le courant déterminé à partir du courant calculé ou mesuré pour toute période de sonnerie active unique t_1 (défini à la figure M.1), ne dépasse pas:
- pour des signaux cadencés de sonnerie ($t_1 < \infty$), le courant donné par la courbe de la figure M.2 à t_1 ; ou
 - pour une sonnerie continue ($t_1 = \infty$), 16 mA, ou 20 mA lorsque le signal cadencé devient continu à la suite d'un premier défaut;

où I_{TS1} en mA, est donné par:

$$I_{TS1} = \frac{I_p}{\sqrt{2}} \quad \text{pour } (t_1 \leq 600 \text{ ms})$$

$$I_{TS1} = \frac{t_1 - 600}{600} \times \frac{I_{pp}}{2\sqrt{2}} + \frac{1\,200 - t_1}{600} \times \frac{I_p}{\sqrt{2}} \quad \text{pour } (600 \text{ ms} < t_1 < 1\,200 \text{ ms})$$

$$I_{TS1} = \frac{I_{pp}}{2\sqrt{2}} \quad \text{pour } (t_1 \geq 1\,200 \text{ ms})$$

où

- I_p est la valeur crête du courant, en mA, de l'onde correspondante donnée à la figure M.3;
- I_{pp} est la valeur crête à crête du courant, en mA, de l'onde correspondante donnée à la figure M.3;
- t_1 est exprimé en ms.