

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61800-5-1

Première édition
First edition
2003-02

**Entraînements électriques de puissance
à vitesse variable –**

**Partie 5-1:
Exigences de sécurité –
Electrique, thermique et énergétique**

**Adjustable speed electrical power
drive systems –**

**Part 5-1:
Safety requirements –
Electrical, thermal and energy**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61800-5-1:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61800-5-1

Première édition
First edition
2003-02

**Entraînements électriques de puissance
à vitesse variable –**

**Partie 5-1:
Exigences de sécurité –
Electrique, thermique et énergétique**

**Adjustable speed electrical power
drive systems –**

**Part 5-1:
Safety requirements –
Electrical, thermal and energy**

© IEC 2003 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 photocopie 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, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XC**

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	14
3.1 Système	14
3.2 Généralités	14
3.3 Classification des essais	22
4 Protection contre les chocs électriques et les dangers thermiques et énergétiques	26
4.1 Généralités	26
4.2 Protection contre les chocs électriques	26
4.3 Protection contre les risques thermiques	80
4.4 Protection contre les risques énergétiques	86
5 Exigences d'essais	88
5.1 Généralités	88
5.2 Spécifications d'essai	94
6 Exigences relatives aux informations et au marquage	128
6.1 Généralités	128
6.2 Informations pour le choix	132
6.3 Informations pour l'installation et la mise en service	132
6.4 Informations pour l'utilisation	140
6.5 Informations pour l'entretien	146
Annexe A (informative) Exemples de protection en cas de contact direct	148
Annexe B (informative) Symboles référencés dans cette partie de la CEI 61800	152
Annexe C (normative) Mesure de la distance d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	154
Annexe D (informative) Sections des conducteurs ronds	166
Annexe E (informative) Guide pour la compatibilité avec des DDR	168
Bibliographie	174
Figure 1 – Configuration matérielle d'un EEP dans une installation	24
Figure 2 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement alternative	30
Figure 3 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement continue	30
Figure 4 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement pulsatoire	32
Figure 5 – Exemples de protection contre le contact direct	36
Figure 6 – Procédures de tension d'essai	108
Figure 7 – Circuit pour essai de formation d'arc à courant élevé	122
Figure 8 – Montage pour essai d'inflammation au fil chaud	126
Figure A.1 – Protection par TBTS (non mise à la terre) ou TBTP (mise à la terre), avec séparation de protection	148
Figure A.2 – Protection au moyen d'impédances de protection	148
Figure A.3 – Protection au moyen de tensions limitées	150

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	15
3.1 System	15
3.2 General	15
3.3 Test classification	23
4 Protection against electric shock, thermal, and energy hazards	27
4.1 General	27
4.2 Protection against electric shock	27
4.3 Protection against thermal hazards	81
4.4 Protection against energy hazards	87
5 Test requirements	89
5.1 General	89
5.2 Test specifications	95
6 Information and marking requirements	129
6.1 General	129
6.2 Information for selection	133
6.3 Information for installation and commissioning	133
6.4 Information for use	141
6.5 Information for maintenance	147
Annex A (informative) Examples of protection in case of direct contact	149
Annex B (informative) Symbols referred to in this part of IEC 61800	153
Annex C (normative) Measurement of clearance and creepage distances	155
Annex D (informative) Cross-sections of round conductors	167
Annex E (informative) Guidelines for RCD compatibility	169
Bibliography	175
Figure 1 – PDS hardware configuration within an installation	25
Figure 2 – Typical waveform for a.c. working voltage	31
Figure 3 – Typical waveform for d.c. working voltage	31
Figure 4 – Typical waveform for pulsating working voltage	33
Figure 5 – Examples for protection against direct contact	37
Figure 6 – Voltage test procedures	109
Figure 7 – Circuit for high-current arcing test	123
Figure 8 – Test fixture for hot-wire ignition test	127
Figure A.1 – Protection by SELV (unearthed) or PELV (earthed), with protective separation	149
Figure A.2 – Protection by means of protective impedance	149
Figure A.3 – Protection by using limited voltages	151

Figures C.1 à C.13 – Exemples des mesures des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite.....	154
Figure E.1 – Organigramme conduisant au choix du type de DDR avec un EEP en aval	168
Figure E.2 – Formes d'onde des courants de défaut dans des montages avec dispositifs à semi-conducteurs	172
Tableau 1 – Résumé des limites des classes de tension déterminantes	26
Tableau 2 – Section du conducteur de protection	44
Tableau 3 – Définitions des degrés de pollution	48
Tableau 4 – Tension d'isolement des circuits basse tension	54
Tableau 5 – Tension d'isolement des circuits haute tension	54
Tableau 6 – Distances dans l'air	56
Tableau 7 – Lignes de fuite (mm)	60
Tableau 8 – Epaisseur des tôles d'enveloppes - Acier au carbone ou acier chromé	68
Tableau 9 – Epaisseur des tôles d'enveloppes aluminium, cuivre ou laiton	70
Tableau 10 – Espace de courbure des fils des bornes à enveloppe	76
Tableau 11 – Températures maximales mesurées pour les composants et matériaux internes.....	84
Tableau 12 – Températures maximales mesurées pour les parties externes de l'EEP	86
Tableau 13 – Vue d'ensemble des essais	92
Tableau 14 – Essai de tension de choc	98
Tableau 15 – Tension d'essai de choc pour EEP basse tension.....	100
Tableau 16 – Tension d'essai de choc pour EEP haute tension	100
Tableau 17 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits raccordés directement au réseau d'alimentation basse tension	102
Tableau 18 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits raccordés directement au réseau d'alimentation haute tension	104
Tableau 19 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits non raccordés directement au réseau d'alimentation.....	104
Tableau 20 – Essai de décharge partielle.....	112
Tableau 21 – Exigences d'informations	130
Tableau B 1 – Symboles utilisés	152
Tableau C.1 – Largeur des rainures en fonction du degré de pollution.....	154
Tableau D.1 – Sections standards des conducteurs ronds.....	166

Figure C.1 to C.13 Examples of the measurement of clearance and creepage distances	155
Figure E.1 – Flow chart leading to selection of the RCD type when using a PDS downstream.....	169
Figure E.2 – Fault current waveforms in connections with semiconductor devices	171
Table 1 – Summary of the limits of the decisive voltage classes	27
Table 2 – Protective conductor cross-section	45
Table 3 – Definitions of pollution degrees	49
Table 4 – Insulation voltage for low voltage circuits	55
Table 5 – Insulation voltage for high voltage circuits	55
Table 6 – Clearance distances	57
Table 7 – Creepage distances (mm)	61
Table 8 – Thickness of sheet metal for enclosures – Carbon steel or stainless steel.....	69
Table 9 – Thickness of sheet metal for enclosures: aluminium, copper or brass	71
Table 10 – Wire bending space from terminals to enclosure.....	77
Table 11 – Maximum measured temperatures for internal materials and components	85
Table 12 – Maximum measured temperatures for external parts of the PDS	87
Table 13 – Test overview	93
Table 14 – Impulse voltage test	99
Table 15 – Impulse test voltage for low-voltage PDS	101
Table 16 – Impulse test voltage for high-voltage PDS	101
Table 17 – AC or d.c. test voltage for circuits connected directly to low voltage mains	103
Table 18 – AC or d.c. test voltage for circuits connected directly to high voltage mains.....	105
Table 19 – AC or d.c. test voltage for circuits not connected directly to the mains.....	105
Table 20 – Partial discharge test.....	113
Table 21 – Information requirements	131
Table B.1 – Symbols used	153
Table C.1 – Width of grooves by pollution degree	155
Table D.1 – Standard cross-sections of round conductors	167

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Part 5-1: Exigences de sécurité – Electrique, thermique et énergétique

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, spécifications techniques, 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 recommandation de la CEI et la norme nationale 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 61800-5-1 a été établie par le sous-comité 22G: Convertisseurs à semiconducteurs pour les systèmes d'entraînement électriques à vitesse variable, du comité d'études 22 de la CEI: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Le texte de la présente partie de la CEI 61800 est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22G/108/FDIS	22G/110/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente partie de la CEI 61800.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum de septembre 2003 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –**Part 5-1: Safety requirements –
Electrical, thermal and energy**

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 specifications, 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 61800-5-1 has been prepared by subcommittee 22G: Semiconductor power converters for adjustable speed electric drive systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

The text of this part of IEC 61800 is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
22G/108/FDIS	22G/110/RVD

Full information on the voting for the approval of this part of IEC 61800 can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of September 2003 have been included in this copy.

ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES DE PUISSANCE À VITESSE VARIABLE –

Part 5-1: Exigences de sécurité – Electrique, thermique et énergétique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61800 spécifie les exigences pour les entraînements électriques de puissance à vitesse variable, ou leurs éléments, en tenant compte des aspects de sécurité électrique, thermique et énergétique. Elle ne couvre pas l'équipement entraîné à l'exception des exigences pour les interfaces. Elle s'applique aux systèmes d'entraînement électrique à vitesse variable qui comprennent le convertisseur de puissance, le système de commande et un ou plusieurs moteurs. En sont exclus les entraînements pour les véhicules électriques et à traction. Elle s'applique aux systèmes d'entraînement en courant continu, connectés à des réseaux de tension inférieure ou égale à 1 kV c.a., 50 Hz ou 60 Hz et aux systèmes d'entraînement en courant alternatif avec des tensions d'entrée ou de sortie de convertisseur inférieures ou égales à 35 kV, 50 Hz ou 60 Hz.

Les spécifications des caractéristiques pour les systèmes d'entraînement de puissance en courant continu connectés à des réseaux de tension inférieure ou égale à 1 kV c.a. sont couvertes par la CEI 61800-1.

Les spécifications des caractéristiques pour les systèmes d'entraînement de puissance en courant alternatif avec des tensions d'entrée ou de sortie de convertisseur inférieures ou égales à 1 kV c.a. sont couvertes par la CEI 61800-2.

Les aspects de la CEM sont couverts par la CEI 61800-3.

Les spécifications des caractéristiques pour les systèmes d'entraînement de puissance en courant alternatif avec des tensions d'entrée ou de sortie de convertisseur supérieures à 1 kV c.a. et inférieures ou égales à 35 kV c.a. sont couverts par la CEI 61800-4.

La présente partie de la CEI 61800 ne s'applique pas aux appareils utilisés comme des composants de l'EEP s'ils sont conformes aux exigences de sécurité de la norme de produit appropriée pour un même environnement.

NOTE 1 Dans certains cas, les exigences de l'EEP tout entier (par exemple la protection contre les contacts directs) peuvent nécessiter l'utilisation de composants spéciaux et/ou de mesures supplémentaires.

NOTE 2 Pour les besoins de cette norme, les risques énergétiques peuvent être par exemple l'explosion de composants ou l'énergie stockée dans des condensateurs.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60034 (toutes les parties), *Machines électriques tournantes*

CEI 60050(111), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 111: Physique et chimie*

ADJUSTABLE SPEED ELECTRICAL POWER DRIVE SYSTEMS –

Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy

1 Scope

This part of IEC 61800 specifies requirements for adjustable speed power drive systems, or their elements, with respect to electrical, thermal and energy safety considerations. It does not cover the driven equipment except for interface requirements. It applies to adjustable speed electric drive systems which include the power conversion, drive control, and motor or motors. Excluded are traction and electric vehicle drives. It applies to d.c. drive systems connected to line voltages up to 1 kV a.c., 50 Hz or 60 Hz and a.c. drive systems with converter input or output voltages up to 35 kV, 50 Hz or 60 Hz.

Rating specifications for d.c. power drive systems connected to line voltages up to 1 kV a.c. are covered in IEC 61800-1.

Rating specifications for a.c. power drive systems with converter input or output voltages up to 1 kV a.c. are covered in IEC 61800-2.

EMC aspects are covered in IEC 61800-3.

Rating specifications for a.c. power drive systems with converter input or output voltages greater than 1 kV a.c. and up to 35 kV a.c. are covered in IEC 61800-4.

The scope of this part of IEC 61800 does not include devices used as component parts of a PDS if they comply with the safety requirements of a relevant product standard for the same environment.

NOTE 1 In some cases, safety requirements of the overall PDS (for example, protection against direct contact) can necessitate the use of special components and/or additional measures.

NOTE 2 For the purposes of this International Standard, energy hazards can be, for example, explosion of components or stored energy in capacitors.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034 (all parts), *Rotating electrical machines*

IEC 60050(111), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 111: Physics and chemistry*

CEI 60050(151), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050(161), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 60050(191), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60050(441), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60050(442), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 441: Petit appareillage*

CEI 60050(551), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 551: Electronique de puissance*

CEI 60050(601), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension. Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60071-2:1996, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Guide d'application*

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60204-11:2000, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 11: Prescriptions pour les équipements HT fonctionnant à des tensions supérieures à 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. et ne dépassant pas 36 kV*

CEI 60249-1:1982, *Matériaux de base pour circuits imprimés. Première partie: Méthodes d'essai*

CEI 60364-1:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

CEI 60417 (toutes les parties), *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*¹

CEI 60617, *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*²

¹ Il existe une édition consolidée 2.1 (2001) comprenant l'édition 2.0 et son amendement.

² Il existe une édition consolidée 1.2 (2002) comprenant l'édition 1.0 et ses amendements.

IEC 60050(151), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050(161), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60050(191), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60050(441), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050(442), *International Electrotechnical Vocabulary – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050(551), *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551: Power electronics*

IEC 60050(601), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60204-11:2000, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000V a.c. or 1 500V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60249-1:1982, *Base materials for printed circuits – Part 1: Test methods*

IEC 60364-1:2001, *Electrical installations of buildings – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60417 (all parts), *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*¹

IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*²

¹ There is a consolidated edition 2.1 (2001) that includes edition 2.0 and its Amendment 1.

² There is a consolidated edition 1.2 (2002) that includes edition 1.0 and its Amendments 1 and 2.

CEI 60664-3:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtements pour réaliser la coordination de l'isolement des cartes imprimées équipées*

CEI 60695-2-10:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

IEC 60695-2-12:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité sur matériaux*

IEC 60695-2-13:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'allumabilité pour matériaux*

CEI 60695-11-10:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

CEI 60695-11-20:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-20: Flammes d'essai – Méthodes d'essai à la flamme de 500 W*

CEI 60707:1999, *Inflammabilité des matériaux solides non métalliques soumis à des sources d'allumage à flamme – Liste des méthodes d'essai*

CEI 60755:1983, *Règles générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel*

CEI 60947-7-1:2002, *Appareillage à basse tension – Partie 7-1: Matériels accessoires – Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

CEI 60947-7-2:2002, *Appareillage à basse tension – Partie 7-2: Matériels accessoires – Blocs de jonction de conducteur de protection pour conducteurs en cuivre*

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 61800-1:1997, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 1: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement de puissance à vitesse variable en courant continu et basse tension*

CEI 61800-2:1998, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 2: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement de puissance à fréquence variable en courant alternatif et basse tension*

CEI 61800-3:1996, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 3: Norme de produit relative à la CEM incluant des méthodes d'essais spécifiques*

CEI 61800-4:2002, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 4: Exigences générales – Spécifications de dimensionnement pour systèmes d'entraînement en courant alternatif de tension supérieure à 1 000 V alternatif et ne dépassant pas 35 kV*

ISO 3864:1984, *Couleurs et signaux de sécurité*

IEC 60664-3:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies*

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end products*

IEC 60695-2-12:2000, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for materials*

IEC 60695-2-13:2000, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignitability test method for materials*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60695-11-20:1999, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods*

IEC 60707:1999, *Flammability of solid non-metallic materials when exposed to flame sources – List of test methods*

IEC 60755:1983, *General requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60947-7-1:2002, *Low-voltage switchgear and control gear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 60947-7-2:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-2: Ancillary equipment – Protective conductor terminal blocks for copper conductors*

IEC 60990:1999, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61800-1:1997, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 1: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable speed d.c. power drive systems*

IEC 61800-2:1998, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 2: General requirements – Rating specifications for low voltage adjustable frequency a.c. power drive systems*

IEC 61800-3:1996, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC product standard including specific test methods*

IEC 61800-4:2002, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 4: General requirements – Rating specifications for a.c. power drive systems above 1 000 V and not exceeding 35 kV*

ISO 3864:1984, *Safety colours and safety signs*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61800, les termes et définitions des chapitres 111, 151, 161, 191, 441, 442, 551 et 601 de la CEI 60050, de la CEI 60664-1 et des Parties 1 à 4 de la CEI 61800 (quelques-unes d'entre elles sont répétées ci-dessous pour des raisons de commodité) ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Système

3.1.1

module d'entraînement principal (MEP)

module d'entraînement, qui est constitué d'une partie convertisseur, d'un équipement de contrôle de vitesse, de couple, et d'un système de commande des semi-conducteurs de puissance, etc. (voir Figure 1)

3.1.2

module d'entraînement complet (MEC)

système d'entraînement, sans le moteur ni les capteurs mécaniquement couplés à l'arbre de moteur, qui est constitué, sans être limité, d'un MEP, et d'extensions telles que les appareillages d'alimentations, les alimentations d'inducteur, et les circuits auxiliaires (voir Figure 1)

3.1.3

installation

équipement ou ensemble d'équipements qui comprennent au moins l'EEP (voir 3.1.4) et l'équipement entraîné (voir Figure 1)

3.1.4

entraînement électrique de puissance (EEP)

système d'entraînement de puissance, comprenant le MEC et le moteur mais pas l'équipement entraîné (voir Figure 1)

3.2 Généralités

3.2.1

circuit auxiliaire

circuit alimentant un ou plusieurs éléments d'un EEP autre que le moteur principal qui échange une puissance mécanique avec l'équipement entraîné

NOTE Des circuits d'alimentation indépendante d'inducteur du moteur principal, de mesure, de refroidissement, de commande et d'interface sont des exemples de circuits auxiliaires.

3.2.2

isolement principal

isolement appliqué aux parties actives destiné à assurer une protection principale contre les chocs électriques [VEI 826-03-17, modifiée]

3.2.3

locaux électriques fermés

salle ou emplacement pour les équipements électriques pour lequel l'accès est restreint aux personnes autorisées ou informées par l'ouverture d'une porte ou le retrait d'une barrière au moyen d'une clé ou d'un outil et qui est clairement signalé par des avertissements appropriés.

3.2.4

indice de résistance au cheminement (IRC)

valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, pour laquelle un matériau supporte sans cheminer le dépôt de 50 gouttes.

NOTE 1 La valeur de chaque tension d'essai et l'indice de résistance au cheminement doit être divisible par 25.

[IEC 60112:1979, définition 2.3]

3 Terms and definitions

For the purposes of this part of IEC 61800, the terms and definitions given in chapters 111, 151, 161, 191, 441, 442, 551 and 601 of IEC 60050, IEC 60664-1, Parts 1 to 4 of IEC 61800 (some of which are repeated below for convenience) and the following definitions apply.

3.1 System

3.1.1

basic drive module (BDM)

drive module, which consists of, a converter section, a control equipment for speed, torque, current or voltage, and a power semiconductor gating system, etc. (see Figure 1)

3.1.2

complete drive module (CDM)

drive system, without the motor and the sensors which are mechanically coupled to the motor shaft, consisting of, but not limited to, the BDM, and extensions such as feeding section, field supply, and auxiliaries (see Figure 1)

3.1.3

installation

equipment or equipments which include at least both the PDS (see 3.1.4) and the driven equipment (see Figure 1)

3.1.4

power drive system (PDS)

power drive system, including the CDM and the motor but not the driven equipment (see Figure 1)

3.2 General

3.2.1

auxiliary circuit

circuit supplying an element or elements of a PDS other than the main motor which exchanges mechanical power with the driven equipment

NOTE Examples of auxiliary circuits are interface, control, cooling, measurement and independent field supply circuit of the main motor.

3.2.2

basic insulation

insulation applied to live parts to provide basic protection against electrical shock

[VEI 826-03-17, modifié]

3.2.3

closed electrical operating area

room or location for electrical equipment to which access is restricted to skilled or instructed persons by the opening of a door or the removal of a barrier by the use of a key or tool and which is clearly marked by appropriate warning signs

3.2.4

comparative tracking index (CTI)

numerical value of the maximum voltage in volts at which a material withstands 50 drops without tracking

NOTE 1 The value of each test voltage and the CTI should be divisible by 25.

[IEC 60112: 1979, definition 2.3]

3.2.5

protégé contre les courts-circuits sous condition

circuit dans lequel seuls les dispositifs de protection tels que des fusibles, des interrupteurs, des verrouillages électroniques ou des limiteurs électroniques de courant, répondent en cas de court-circuit

3.2.6

classe de tension déterminante

gamme de tension calculée utilisée afin de déterminer la classification des mesures de protection contre les chocs électriques

3.2.7

isolement double

isolement comprenant à la fois un isolement principal et supplémentaire

[VEI 826-03-19, modifiée]

NOTE Les isollements principal et supplémentaire sont séparés, chacun d'eux étant conçu pour une protection principale contre les chocs électriques.

3.2.8

claquage électrique

défaillance de l'isolation en cas de contrainte électrique lorsque la décharge court-circuite complètement l'isolation, réduisant pratiquement à zéro la tension entre électrodes

[IEC 60664-1:1992, définition 1.3.20]

3.2.9

TBT (Très Basse Tension)

toute tension n'excédant pas 50 V c.a. efficace et 120 V c.c.

NOTE Tension ondulée efficace n'excédant pas 10 % de la composante continue.

3.2.10

circuit TBTF (TBT fonctionnelle)

circuit électrique dans lequel la tension n'excède pas la TBT, et qui n'est pas conforme aux exigences de sécurité pour les circuits TBTS (voir 3.2.29) ou les circuits TBTP (voir 3.2.16)

3.2.11

isolement fonctionnel

isolement entre des parties conductrices qui n'assure pas une protection contre les chocs électriques

3.2.12

produit de la haute tension

produit avec une tension nominale d'alimentation comprise entre 1 kV et 35 kV c.a., 50 Hz ou 60 Hz

NOTE Ces produits sont compris dans le domaine d'application de la CEI 61800-4.

3.2.13

courant de fuite (à la terre)

courant qui s'écoule des parties actives à la terre en l'absence de tout défaut d'isolement

[VEI 442-01-24]

3.2.14

partie active

conducteur ou partie conductrice prévu pour être sous tension en condition normale d'utilisation, comprenant le conducteur de neutre mais pas une terre de protection au neutre

3.2.5**conditionally short-circuit proof**

circuit in which only prescribed protective devices such as fuses, switches, electronic interlocks, or electronic current limiters respond when subjected to a short-circuit

3.2.6**decisive voltage class**

calculated voltage range used to determine the classification of protective measures against electric shock

3.2.7**double insulation**

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

[VEI 826-03-19, modified]

NOTE Basic and supplementary insulation are separate, each designed for basic protection against electric shock.

3.2.8**electrical breakdown**

failure of insulation under electric stress when the discharge completely bridges the insulation, thus reducing the voltage between the electrodes almost to zero

[IEC 60664-1:1992, definition 1.3.20]

3.2.9**ELV (Extra Low Voltage)**

any voltage not exceeding 50 V a.c. r.m.s. and 120 V d.c.

NOTE RMS ripple voltage of not more than 10 % of the d.c. component.

3.2.10**FELV (Functional ELV) circuit**

electrical circuit in which the voltage does not exceed ELV, and which does not comply with the safety requirements for SELV (see 3.2.29) or PELV (see 3.2.16) circuits

3.2.11**functional insulation**

insulation between conductive parts which does not provide protection against electric shock

3.2.12**high-voltage product**

product with rated supply voltage between 1 kV and 35 kV a.c., 50 Hz or 60 Hz

NOTE These products fall into the scope of IEC 61800-4

3.2.13**(earth) leakage current**

current flowing from the live parts of the installation to earth, in the absence of an insulation fault

[IEV 442-01-24]

3.2.14**live part**

conductor or conductive part intended to be energized in normal use, including a neutral conductor but not a protective earth neutral

3.2.15

produit de la basse tension

produit avec une tension nominale d'alimentation inférieure ou égale à 1 000 V c.a., 50 Hz ou 60 Hz

NOTE Ces produits sont compris dans le domaine d'application de la CEI 61800-1 ou de la CEI 61800-2.

3.2.16

circuit de TBTP (TBT de protection)

circuit électrique avec les caractéristiques suivantes:

- la tension n'excède pas la TBT;
- il y a des séparations de protection des circuits autres que des TBTP ou TBTS;
- il y a des moyens de mise à la terre du circuit TBTP ou de ses parties conductrices exposées ou des deux à la fois

3.2.17

matériel professionnel

matériel utilisé dans les échanges commerciaux, les professions et l'industrie ou qui n'est pas destiné à être vendu au grand public. Cette appellation est spécifiée par le constructeur

[CEI 61000-3-2:2000, définition 3.15]

3.2.18

liaison de protection

connexion électrique à la terre des parties conductrices pour des raisons de sécurité

3.2.19

protection de classe 0

appareillage dans lequel la protection contre les chocs électriques repose uniquement sur un isolement principal

NOTE Les appareils de cette classe deviennent dangereux en cas de défaut de l'isolement principal.

3.2.20

protection de classe I

appareillage dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur un isolement principal mais qui comprend une précaution de sécurité supplémentaire de telle manière que des moyens sont fournis pour la connexion des parties conductrices accessibles au conducteur (de terre) de protection pour les installations à câblages fixes, ainsi les parties conductrices accessibles ne peuvent pas devenir actives en cas de défaut de l'isolement principal

3.2.21

protection de classe II

appareillage dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur un isolement principal mais dans lequel des précautions supplémentaires de sécurité telles qu'un isolement double ou un isolement renforcé sont fournis, ceci étant, il n'y a aucun moyen de connexion à une terre de protection ou aucune dépendance aux conditions d'installation

3.2.22

protection de classe III

appareillage dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur une alimentation en TBTS et dans lequel des tensions supérieures à celles de la TBTS ne sont pas générées

3.2.23

conducteur de protection

conducteur fournissant une protection contre les chocs électriques par une connexion des parties conductrices à la terre

3.2.15**low-voltage product**

product with rated supply voltage up to 1 000 V a.c., 50 Hz or 60 Hz

NOTE These products fall into the scope of IEC 61800-1 or IEC 61800-2.

3.2.16**PELV (Protective ELV) circuit**

electrical circuit with the following characteristics:

- the voltage does not exceed ELV; and
- protective separation from circuits other than PELV or SELV; and
- provisions for earthing of the PELV circuit, or its exposed conductive parts, or both

3.2.17**professional equipment**

equipment for use in trades, professions, or industries and which is not intended for sale to the general public. The designation is specified by the manufacturer.

[IEC 61000-3-2: 2000, definition 3.15]

3.2.18**protective bonding**

electrical connection to earth of conductive parts for safety purposes

3.2.19**protective class 0**

equipment in which protection against electric shock relies only upon basic insulation

NOTE Equipment of this class becomes hazardous in the event of a failure of the basic insulation.

3.2.20**protective class I**

equipment in which protection against electric shock does not rely on basic insulation only, but which includes an additional safety precaution in such a way that means are provided for the connection of accessible conductive parts to the protective (earthing) conductor in the fixed wiring of the installation, so that accessible conductive parts cannot become live in the event of a failure of the basic insulation

3.2.21**protective class II**

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 provision for protective earthing or reliance upon installation conditions

3.2.22**protective class III**

equipment in which protection against electric shock relies on supply at SELV and in which voltages higher than those of SELV are not generated

3.2.23**protective conductor**

conductor providing protection against electric shock by connecting conductive parts to earth

3.2.24

terre de protection (PE)

mise à la terre d'un point dans un système, ou d'un équipement, pour la protection contre les chocs électriques en cas de défaut

3.2.25

impédance de protection

une impédance connectée entre des parties actives et des parties conductrices exposées, d'une telle valeur que le courant, en condition normale d'utilisation et sous des conditions de défaut vraisemblable, est limité à une valeur de sécurité, et qui est construite de telle sorte que sa fiabilité est maintenue tout au long de la durée de vie de l'équipement

[IEV 442-04-24, modifiée]

3.2.26

écran de protection

séparation des circuits des parties actives dangereuses au moyen d'un écran conducteur interposé et connecté aux moyens de connexion pour un conducteur de protection externe

3.2.27

séparation de protection

séparation entre des circuits aux moyens d'une protection supplémentaire et principale (isolement principal plus un isolement supplémentaire ou un écran de protection) ou par une disposition de protection équivalente (par exemple un isolement renforcé)

3.2.28

isolement renforcé

système d'isolement simple, appliqué aux parties actives, qui fournit un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à un double isolement dans les conditions spécifiées dans la norme CEI appropriée

[IEC 60664-1:1992, définition 1.3.17.5]

3.2.29

circuit TBTS (TBT de sécurité)

circuit électrique avec les caractéristiques suivantes:

- tension n'excédant pas la TBT;
- séparations de protection des circuits autres que des TBTP ou TBTS;
- aucun moyen de mise à la terre du circuit TBTS ou de ses parties conductrices exposées;
- isolement principal entre le circuit TBTS et la terre ainsi que les circuits TBTP

3.2.30

isolement supplémentaire

isolement indépendant appliqué en plus de l'isolement principal de façon à fournir une protection contre les chocs électriques en cas de défaut de l'isolement principal

[IEC 60664-1:1992, définition 1.3.17.3]

NOTE Les isollements principal et supplémentaire sont séparés, chacun étant conçu pour une protection principale contre les chocs électriques.

3.2.31

tension système

tension utilisée pour déterminer les exigences de l'isolement

- pour systèmes de basse tension avec mise à la terre: valeur efficace de la tension nominale entre une phase et la terre
- pour systèmes de basse tension triphasés sans mise à la terre: valeur efficace de la tension nominale entre une phase et un neutre artificiel (un point imaginaire de connexion entre impédances d'égale valeur et chaque phase)

NOTE Pour la plupart des systèmes, ceci équivaut à diviser la tension entre phase par $\sqrt{3}$.

3.2.24**protective earthing (PE)**

earthing of a point in a system, or equipment, for protection against electric shock in case of a fault

3.2.25**protective impedance**

an impedance connected between live parts and exposed conductive parts, of such value that the current, in normal use and under likely fault conditions, is limited to a safe value, and which is so constructed that its reliability is maintained throughout the life of the equipment

[IEV 442-04-24, modified]

3.2.26**protective screening**

separation of circuits from hazardous live-parts by means of an interposed conductive screen, connected to the means of connection for an external protective conductor

3.2.27**protective separation**

separation between circuits by means of basic and supplementary protection (basic insulation plus supplementary insulation or protective screening) or by an equivalent protective provision (e.g. reinforced insulation)

3.2.28**reinforced insulation**

single insulation system, applied to live parts, which provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation under the conditions specified in the relevant IEC standard

[IEC 60664-1: 1992, definition 1.3.17.5]

3.2.29**SELV (Safety ELV) circuit**

electrical circuit with the following characteristics:

- the voltage does not exceed ELV; and
- protective separation from circuits other than SELV or PELV; and
- no provisions for earthing of the SELV circuit, or its exposed conductive parts; and
- basic insulation of the SELV circuit from earth and from PELV circuits

3.2.30**supplementary insulation**

independent insulation applied in addition to basic insulation in order to provide protection against electric shock in the event of a failure of basic insulation

[IEC 60664-1: 1992, definition 1.3.17.3]

NOTE Basic and supplementary insulation are separate, each designed for basic protection against electric shock.

3.2.31**system voltage**

voltage used to determine insulation requirements

- for low voltage earthed systems: the r.m.s. value of the rated voltage between a phase and earth
- for low voltage non-earthed three-phase systems: the r.m.s. value of the rated voltage between a phase and an artificial neutral point (an imaginary junction of equal impedances from each phase)

NOTE For most systems, this is equivalent to dividing the phase-to-phase voltage by $\sqrt{3}$.

- pour systèmes de basse tension monophasés c.c. ou c.a. sans mise à la terre: valeur efficace de la tension nominale entre phases
- pour systèmes de haute tension: valeur efficace de la tension nominale entre phases

3.2.32

surtension temporaire

surtension à fréquence industrielle de durée relativement longue

[IEC 60664-1:1992, définition 1.3.7.1]

3.2.33

borne client

borne fournie pour que des connexions soient réalisées pendant l'installation

3.2.34

tension de fonctionnement

tension qui apparaît par conception dans un circuit ou au travers d'un isolement, dans les conditions nominales d'alimentation (sans tolérances) et dans les pires conditions de fonctionnement

NOTE La tension de fonctionnement peut être c.c. ou c.a.. Les valeurs crêtes répétitives et efficaces sont utilisées ensembles.

3.3 Classification des essais

3.3.1

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications

[IEV 151-04-15]

3.3.2

essai individuel de série

essai auquel est soumis chaque dispositif en cours ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

[IEV 151-04-16]

3.3.3

essai sur prélèvement

essai effectué sur un certain nombre de dispositifs prélevés au hasard dans un lot

[IEV 151-04-17]

3.3.4

essai de mise en service

essai d'un dispositif ou d'un équipement, effectué sur son lieu d'implantation, et destiné à vérifier son installation correcte et son bon état de marche

[IEV 151-04-21]

3.3.5

essai spécial

essai supplémentaire aux essais de type ou individuels de série, réalisé soit à la discrétion du fabricant ou selon un accord entre le fabricant et le client ou son représentant.

- for low voltage non-earthed single-phase a.c. or d.c. systems: the r.m.s. value of the rated voltage between the phases
- for high voltage systems, the r.m.s. value of the rated voltage between phases

3.2.32

temporary overvoltage

overvoltage at the supply frequency of relatively long duration

[IEC 60664-1:1992, definition 1.3.7.1]

3.2.33

user terminal

terminal provided for connection to be made during installation

3.2.34

working voltage

voltage, at rated supply conditions (without tolerances) and worst case operating conditions, which occurs by design in a circuit or across insulation

NOTE The working voltage can be d.c. or a.c. Both the r.m.s. and recurring peak values are used.

3.3 Test classification

3.3.1

type test

test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications

[IEV 151-04-15]

3.3.2

routine test

test to which each individual device is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

[IEV 151-04-16]

3.3.3

sample test

test on a number of devices taken at random from a batch

[IEV 151-04-17]

3.3.4

commissioning test

test on a device or equipment performed on site, to prove the correctness of installation and operation

[IEV 151-04-21]

3.3.5

special test

test additional to type and routine tests, made either at the discretion of the manufacturer or according to an agreement between the manufacturer and the customer or his representative

3.3.6

essai d'acceptation

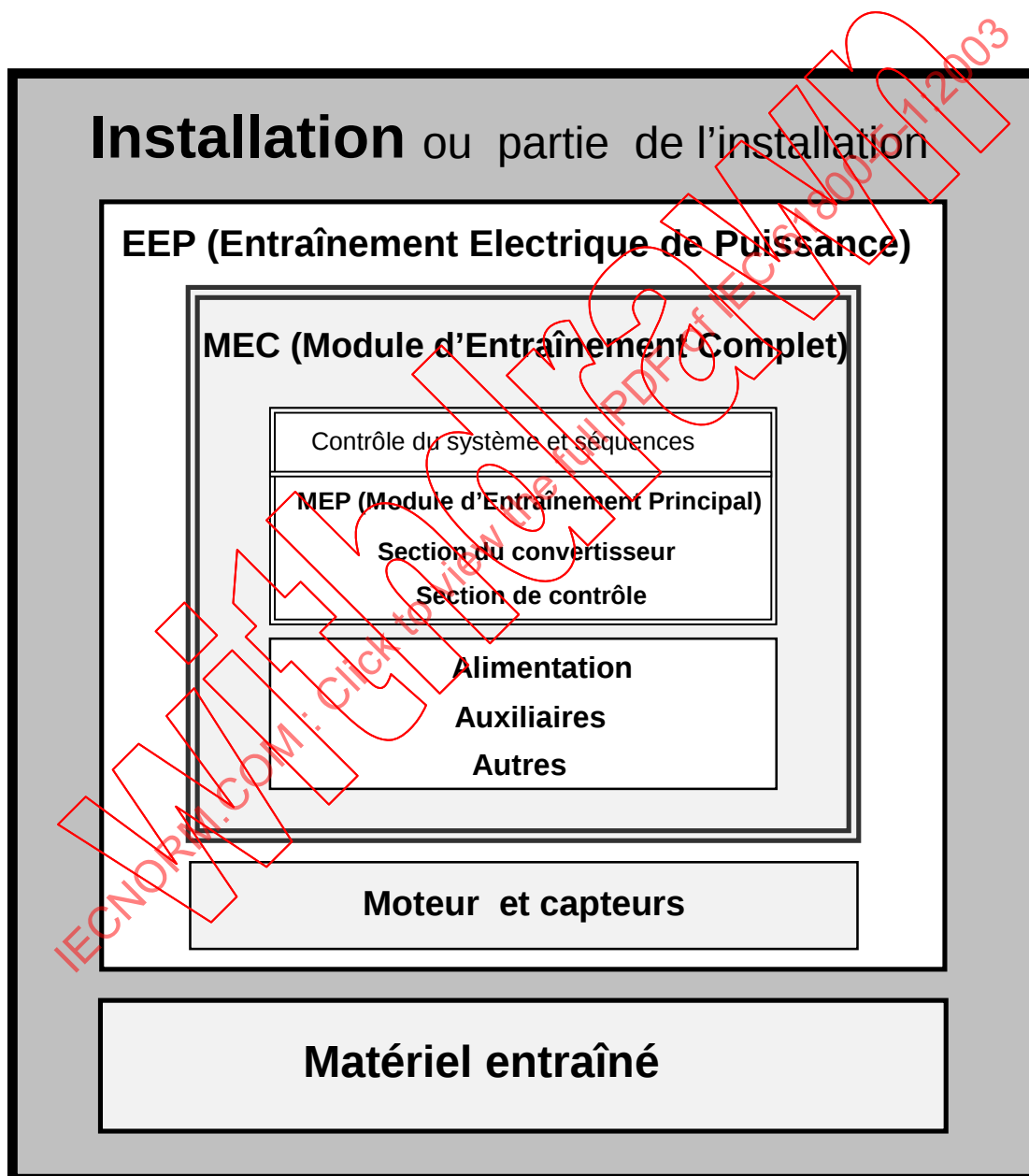
essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que le dispositif répond à certaines conditions de sa spécification

[IEV 151-04-20]

3.3.7

essai certifié

n'importe lequel des essais ci-dessus réalisé en présence du client, de l'utilisateur ou de son représentant



IEC 257/03

Figure 1 – Configuration matérielle d'un EEP dans une installation

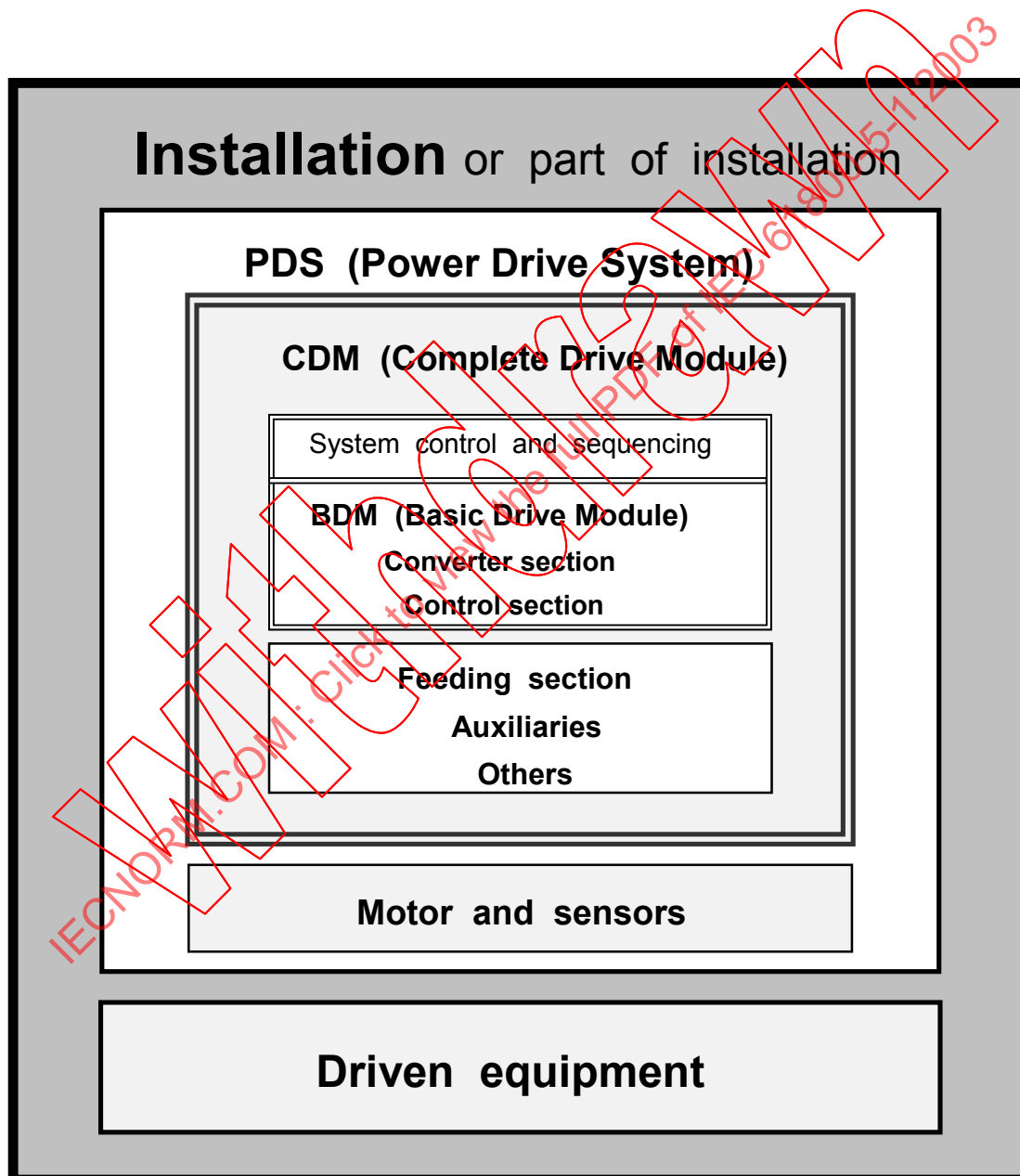
3.3.6**acceptance test**

contractual test to prove to the customer that the device meets certain conditions of its specification

[IEV 151-04-20]

3.3.7**witness test**

any of the above tests performed in the presence of the customer, the user, or his representative



IEC 257/03

Figure 1 – PDS hardware configuration within an installation

4 Protection contre les chocs électriques et les dangers thermiques et énergétiques

4.1 Généralités

Cet article définit les exigences minimales de fabrication d'un EEP/MEC/MEP. La protection contre les chocs électriques doit être maintenue tant en conditions de défaut unique qu'en conditions normales.

La conception d'un EEP doit aussi être telle qu'il possède la solidité et la rigidité nécessaire pour résister à toute mauvaise utilisation prévisible associée à l'application à laquelle il est destiné, sans destruction partielle ou totale conduisant à un risque d'incendie, de choc électrique ou à d'autres risques.

L'EEP doit être conçu de façon à éviter les modes de fonctionnement pouvant conduire à une défaillance de composant.

L'analyse des circuits doit être exécutée sur des circuits autres que les circuits TBTS et TBTP de l'EEP afin d'identifier les composants dont la défaillance entraînerait un risque d'incendie ou de choc électrique. L'analyse doit inclure les effets des conditions de court-circuit et de circuit ouvert du composant. L'analyse ne doit pas inclure les dispositifs à semi-conducteurs de puissance lorsque des essais équivalents sont effectués au cours des essais de court-circuit, ni des composants ayant fait l'objet d'une évaluation indépendante. Voir 5.2.3.8 pour l'essai.

NOTE Il est possible que l'analyse ne fasse pas ressortir de composants critiques. Le cas échéant, il n'est pas exigé d'essais de défaillance de composant.

On devra examiner les risques potentiels, concernant la sécurité, associés aux pièces essentielles de l'EEP, telles que les pièces du moteur en rotation et l'inflammabilité des huiles des transformateurs et condensateurs.

4.2 Protection contre les chocs électriques

4.2.1 Classe de tension déterminante

4.2.1.1 Utilisation de la classe de tension déterminante

Les mesures de protection contre les chocs électriques dépendent de la classification de la tension déterminante selon le Tableau 1, qui est la corrélation des limites de la tension de fonctionnement à l'intérieur du circuit avec la classe de tension déterminante. La classe de tension déterminante, elle, indique le niveau minimal de protection exigé pour le circuit.

Tableau 1 – Résumé des limites des classes de tension déterminantes

Classe de tension déterminante	Limites de tension déterminante V			Paragraphes
	Tension alternative (efficace) U_{ACL}	Tension alternative (crête) U_{ACPL}	Tension continue (moyenne) U_{DCL}	
A ^a	30	42,4	60	4.2.4.2, 4.2.4.4
B	50	71	120	4.2.5.3 a), b)
C	1 000	4 500 ^b	1 500	
D	>1 000	>4 500 ^b	>1 500	

^a Pour les appareils ayant plus d'un circuit de tension déterminante de classe A, les tensions efficaces et de crête ne doivent pas dépasser respectivement 25 V et 35,4 V.

^b La valeur 4 500 V permet à tous les produits de la basse tension d'être traités par le Tableau 4 (réflexions possibles jusqu'à $3 \times \sqrt{2} \times 1\,000\text{ V} = 4\,242\text{ V}$)

4 Protection against electric shock, thermal, and energy hazards

4.1 General

This clause 4 defines the minimum requirements for the design and construction of a PDS. Protection against electric shock shall be maintained in single fault conditions as well as under normal conditions.

The design of a PDS shall also be such that it has the strength and rigidity to resist any reasonably foreseeable misuse associated with its intended application without total or partial collapse resulting in a risk of fire, electric shock, or other hazards.

PDS shall be designed to avoid operating modes or sequences that may lead to component failure.

Circuit analysis shall be performed on other than SELV and PELV circuits of PDS to identify components whose failure would result in a fire or electric shock hazard. The analysis shall include the effect of short-circuit and open-circuit conditions of the component. The analysis shall not include power semiconductor devices, when equivalent testing is accomplished during short-circuit tests, or components which have been independently evaluated. See 5.2.3.8 for test.

NOTE It is possible that no critical components will be revealed by the analysis. In this case, no component failure testing is required.

Consideration shall be given to potential safety hazards associated with major component parts of the PDS, such as motor rotating parts and flammability of transformer and capacitor oils.

4.2 Protection against electric shock

4.2.1 Decisive voltage class

4.2.1.1 Use of decisive voltage class

Protective measures against electric shock depend on the decisive voltage classification of the circuit according to Table 1, which correlates the limits of the working voltage within the circuit with the decisive voltage class. The decisive voltage class in turn indicates the minimum required level of protection for the circuit.

Table 1 – Summary of the limits of the decisive voltage classes

Decisive voltage class	Limits of working voltage V			Subclause
	a.c. voltage (r.m.s.) U_{ACL}	a.c. voltage (peak) U_{ACPL}	d.c. voltage (mean) U_{DCL}	
A ^a	30	42,4	60	4.2.4.2, 4.2.4.4
B	50	71	120	4.2.5.3 a), b)
C	1 000	4 500 ^b	1 500	
D	>1 000	>4 500 ^b	>1 500	
^a For equipment having more than one decisive voltage class A circuit, the r.m.s. and peak voltages shall not exceed 25 V and 35,4 V respectively. ^b The value of 4 500 V allows all low-voltage products to be covered by Table 4 (possible reflections up to $3 \times \sqrt{2} \times 1\,000\text{ V} = 4\,242\text{ V}$).				

4.2.1.1.1 Circuits de tension déterminante de classe A

Les circuits de tension déterminante de classe A n'exigent pas:

- de protection contre le contact direct ou
- de liaison de protection des parties conductrices exposées.

Ils exigent:

- au moins un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe B
 - des séparations de protection des circuits de tension déterminante de classe C (en l'absence d'une protection contre le contact direct), ou
 - un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe C (si une protection contre le contact direct est fournie par un isolement supplémentaire pour le circuit de tension supérieure)
- une séparation de protection des circuits de tension déterminante de classe D.

4.2.1.1.2 Circuits de tension déterminante de classe B

Les circuits de tension déterminante de classe B n'exigent pas:

- de liaison de protection des parties conductrices exposées.

Ils exigent:

- une protection contre le contact direct
- au moins un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe B
 - une séparation de protection des circuits de tension déterminante de classe C (si une protection contre le contact direct est fournie par l'isolement principal pour un circuit de tension déterminante de classe B), ou
 - un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe C (si une protection contre le contact direct est fournie par un isolement supplémentaire pour le circuit de tension supérieure)
- une séparation de protection des circuits de tension déterminante de classe D.

4.2.1.1.3 Circuits de tension déterminante de classe C

Les circuits de tension déterminante de classe C exigent:

- une protection contre le contact direct
- une séparation de protection des circuits de tension déterminante de classe D
- au moins un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe C
- une liaison de protection ou un isolement double ou renforcé des parties conductrices exposées.

4.2.1.1.4 Circuits de tension déterminante de classe D

Les circuits de tension déterminante de classe D exigent:

- une protection contre le contact direct
- au moins un isolement principal des circuits de tension déterminante de classe D
- une liaison de protection ou un isolement double ou renforcé des parties conductrices exposées.

4.2.1.1.1 Circuits of decisive voltage class A

Circuits of decisive voltage class A do not require:

- protection against direct contact, or
- protective bonding of exposed conductive parts

They require:

- at least basic insulation from circuits of decisive voltage class B
 - protective separation from circuits of decisive voltage class C (if protection against direct contact is not provided), or
 - basic insulation from circuits of decisive voltage class C (if protection against direct contact is provided by supplementary insulation for the higher voltage circuit)
- protective separation from circuits of decisive voltage class D

4.2.1.1.2 Circuits of decisive voltage class B

Circuits of decisive voltage class B do not require:

- protective bonding of exposed conductive parts

They require:

- protection against direct contact
- at least basic insulation from other circuits of decisive voltage class B
- protective separation from circuits of decisive voltage class C (if protection against direct contact is provided by basic insulation for the decisive voltage class B circuit), or
- basic insulation from circuits of decisive voltage class C (if protection against direct contact is provided by supplementary insulation for the higher voltage circuit)
- protective separation from circuits of decisive voltage class D

4.2.1.1.3 Circuits of decisive voltage class C

Circuits of decisive voltage class C require:

- protection against direct contact
- protective separation from circuits of decisive voltage class D
- at least basic insulation from other circuits of decisive voltage class C
- protective bonding or double or reinforced insulation of exposed conductive parts

4.2.1.1.4 Circuits of decisive voltage class D

Circuits of decisive voltage class D require:

- protection against direct contact, and
- at least basic insulation from other circuits of decisive voltage class D, and
- protective bonding or double or reinforced insulation of exposed conductive parts.

4.2.1.2 Evaluation des circuits

4.2.1.2.1 Généralités

La classification de la tension déterminante d'un circuit donné est évaluée selon la méthode exposée ci-dessous; trois cas de forme d'onde étant considérés.

4.2.1.2.2 Tension de fonctionnement alternative (voir Figure 2)

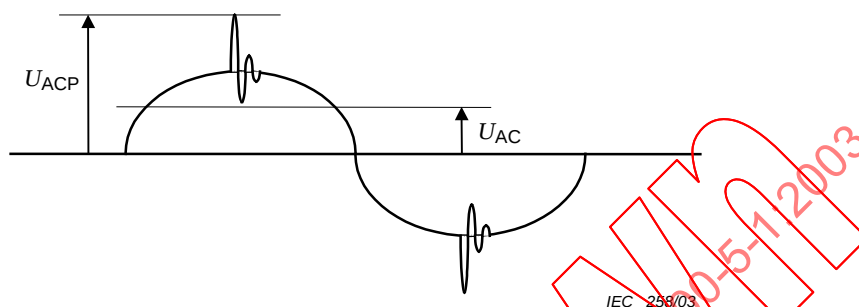


Figure 2 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement alternative

La tension de fonctionnement possède une valeur efficace U_{AC} et une valeur de crête répétitive U_{ACP} .

La classe de tension déterminante est celle de la ligne de tension la plus basse du Tableau 1 pour laquelle les deux conditions suivantes sont satisfaites.

- $U_{AC} \leq U_{ACL}$
- $U_{ACP} \leq U_{ACPL}$

4.2.1.2.3 Tension de fonctionnement continue (voir Figure 3)

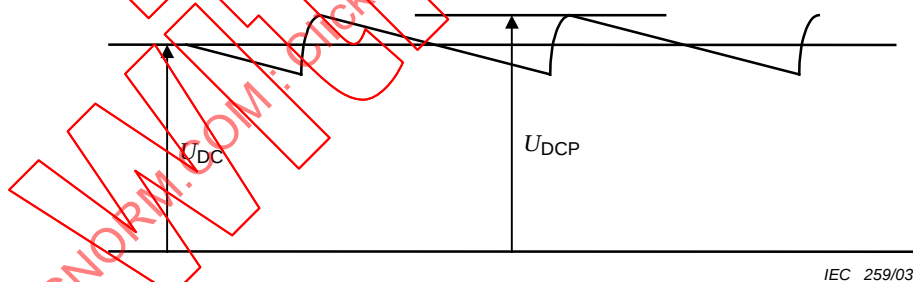


Figure 3 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement continue

La tension de fonctionnement possède une valeur moyenne U_{DC} et une valeur de crête répétitive U_{DCP} , provoquée par une tension d'ondulation de valeur efficace inférieure ou égale à 10 % de U_{DC} .

La classe de tension déterminante est celle de la ligne de tension la plus basse du Tableau 1 pour laquelle les deux conditions suivantes sont satisfaites.

- $U_{DC} \leq U_{DCL}$
- $U_{DCP} \leq 1,17 \times U_{DCL}$

4.2.1.2 Circuit evaluation

4.2.1.2.1 General

The decisive voltage classification of a given circuit is evaluated by the method set out below, three cases of waveforms being considered.

4.2.1.2.2 AC working voltage (see Figure 2)

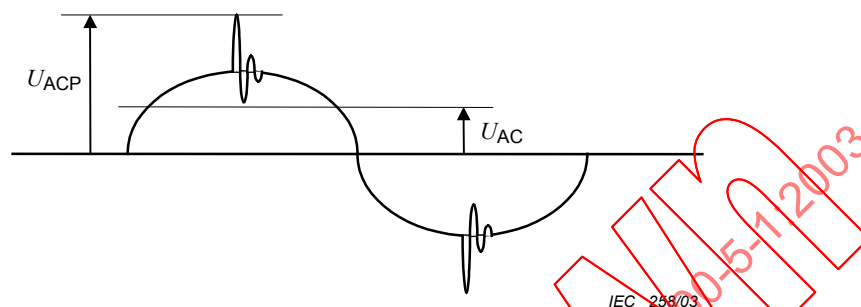


Figure 2 – Typical waveform for a.c. working voltage

The working voltage has an r.m.s. value of U_{AC} and a recurring peak value of U_{ACP} .

The decisive voltage class is that of the lowest voltage row of Table 1 for which both of the following conditions are satisfied.

- $U_{AC} \leq U_{ACL}$
- $U_{ACP} \leq U_{ACPL}$

4.2.1.2.3 DC working voltage (see Figure 3)

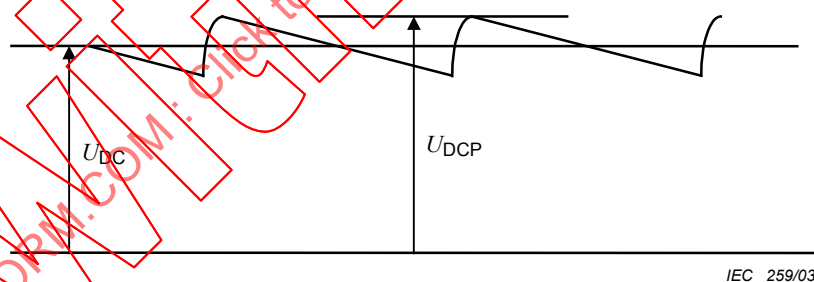


Figure 3 – Typical waveform for d.c. working voltage

The working voltage has a mean value of U_{DC} and a recurring peak value of U_{DCP} , caused by a ripple voltage of r.m.s. value not greater than 10 % of U_{DC} .

The decisive voltage class is that of the lowest voltage row of Table 1 for which both of the following conditions are satisfied.

- $U_{DC} \leq U_{DCL}$
- $U_{DCP} \leq 1,17 \times U_{DCL}$

4.2.1.2.4 Tension de fonctionnement pulsatoire (voir Figure 4)

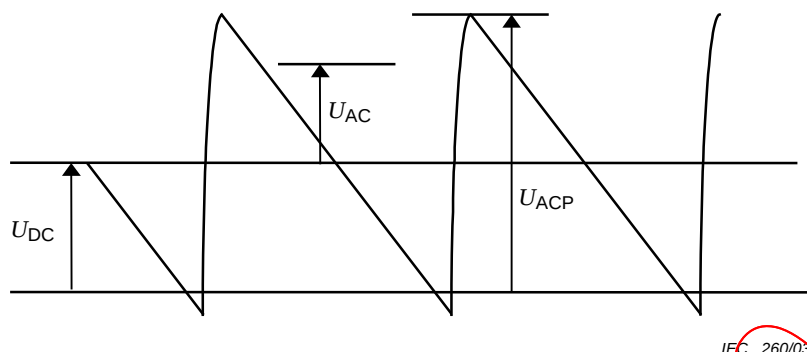


Figure 4 – Forme d'onde typique d'une tension de fonctionnement pulsatoire

La tension de fonctionnement possède une valeur moyenne U_{DC} et une valeur de crête répétitive U_{ACP} , provoquée par une tension d'ondulation de valeur efficace U_{AC} supérieure à 10 % de U_{DC} .

La classe de tension déterminante est celle de la ligne de tension la plus basse du Tableau 1 pour laquelle les deux conditions suivantes sont satisfaites

- $U_{AC}/U_{ACL} + U_{DC}/U_{DCL} \leq 1$
- $U_{ACP}/U_{ACPL} + U_{DC}/(1,17 \times U_{DCL}) \leq 1$

4.2.2 Séparation de protection

Une séparation de protection est exigée pour les interfaces suivantes:

- entre les TBT selon 4.2.4.2 (TBTS ou TBTP) et les circuits différents de ceux définis selon 4.2.4;
- entre les circuits de classe de tension déterminante D et les circuits d'une classe de tension déterminante inférieure.

La séparation de protection doit être réalisée en utilisant des matériaux résistant au vieillissement et aux contaminations dues à l'environnement, ainsi qu'en appliquant des mesures de fabrication spéciales et

- par une isolation double ou renforcée ou
- par un écran de protection: c'est-à-dire par un écran conducteur raccordé à la liaison de protection de l'EEP ou raccordé au conducteur de terre de protection lui-même, l'écran étant séparé des parties sous tension au moins par un isolement principal ou;
- par une impédance de protection selon 4.2.4.3 comprenant une limitation d'énergie de décharge et de courant ou par une limitation de tension selon 4.2.4.4.

La séparation de protection doit être installée sur toutes les interfaces entre les circuits définis ci-dessus.

La séparation de protection doit être totale et maintenue effective quelles que soient les conditions prévues d'utilisation de l'EEP.

4.2.3 Protection contre le contact direct

4.2.3.1 Généralités

La protection contre le contact direct est utilisée pour empêcher des individus de toucher des parties actives qui ne satisfont pas aux exigences de 4.2.4. Elle doit être fournie par au moins une des mesures données au 4.2.3.2 et au 4.2.3.3.

4.2.1.2.4 Pulsating working voltage (see Figure 4)

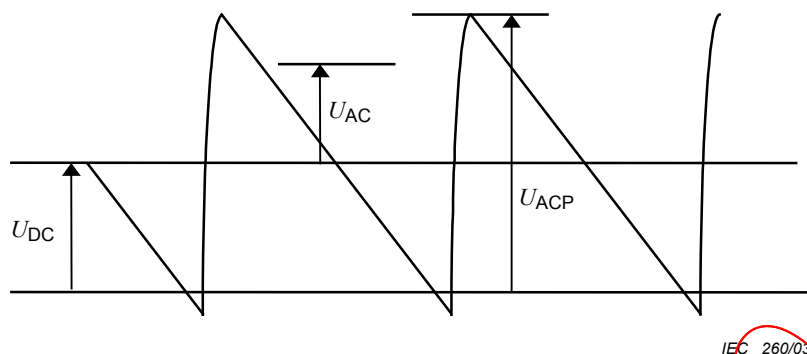


Figure 4 – Typical waveform for pulsating working voltage

The working voltage has a mean value of U_{DC} and a recurring peak value of U_{ACP} , caused by a ripple voltage of r.m.s. value U_{AC} greater than 10 % of U_{DC} .

The decisive voltage class is that of the lowest voltage row of Table 1 for which both of the following conditions are satisfied.

- $U_{AC}/U_{ACL} + U_{DC}/U_{DCL} \leq 1$
- $U_{ACP}/U_{ACPL} + U_{DC}/(1,17 \times U_{DCL}) \leq 1$

4.2.2 Protective separation

Protective separation is required at all the following interfaces:

- between ELV circuits according to 4.2.4.2 (SELV or PELV) and circuits other than those according to 4.2.4;
- between circuits of decisive voltage class D and circuits with a lower decisive voltage class.

Protective separation of the circuits shall be achieved by application of materials resistant to ageing and environmental contamination, as well as by special constructive measures; and

- by double or reinforced insulation, or;
- by protective screening, i.e. by a conductive screen connected to the protective bonding of the PDS, or connected to the protective earth conductor itself, whereby the screen is separated from live parts by at least basic insulation, or;
- by protective impedance according to 4.2.4.3 comprising limitation of discharge energy and of current, or by limitation of voltage according to 4.2.4.4.

Protective separation shall be implemented at all interfaces between the above-stated circuits.

The protective separation shall be fully and effectively maintained under all conditions of intended use of the PDS.

4.2.3 Protection against direct contact

4.2.3.1 General

Protection against direct contact is employed to prevent persons from touching live parts which do not meet the requirements of 4.2.4. It shall be provided by one or more of the measures given in 4.2.3.2 and 4.2.3.3.

Toute partie conductrice qui n'est pas séparée des parties actives au moins par un isolement principal doit être considérée comme étant une partie active.

Une pièce métallique accessible est considérée comme étant conductrice si sa surface est nue ou recouverte d'une couche d'isolant qui n'est pas conforme aux exigences de l'isolement principal.

4.2.3.2 Protection au moyen d'isolement des parties actives

Les parties actives doivent être entièrement recouvertes d'un isolant permanent si leur tension de fonctionnement est supérieure aux limites maximales de la tension déterminante de classe A ou si elles ne possèdent pas de séparation de protection avec les circuits adjacents de tension déterminante de classe B, C ou D. L'isolement doit être déterminé selon la tension de choc, la surtension temporaire ou la tension de fonctionnement (voir 4.2.6.3.1), qui définit l'exigence la plus sévère.

En alternative à l'isolement solide il est possible de fournir une distance d'isolement dans l'air selon 4.2.6.6, représentée par L_1 et L_2 sur la Figure 5.

Le degré d'isolement – principal, double ou renforcé – dépend:

- de la classe de tension déterminante des parties actives ou des circuits adjacents et
- du raccordement des parties conductrices à la liaison de protection.

La Figure 5 donne des exemples de configurations d'isolement, et montre également les exigences d'ouverture.

Trois cas sont à considérer:

Cas a) Les parties accessibles sont conductrices et raccordées à la liaison de protection.

- L'isolement principal est exigé entre les parties accessibles et les parties actives. La tension correspondante est celle des parties actives (voir Figure 5, cellules 1a, 2a, 3a).

Cas b) et c) Les parties accessibles ne sont pas conductrices (cas b)) ou conductrices mais non raccordées à la liaison de protection. (cas c)) L'isolement exigé est:

- Un isolement double ou renforcé entre les parties accessibles et les parties actives à tension déterminante classe de C ou D. La tension correspondante est celle des parties actives (voir Figure 5, cellules 1b, 1c, 2b, 2c.).
- Un isolement supplémentaire entre les parties accessibles et les parties actives des circuits à tension déterminante de classe A ou B et séparées par un isolement principal des circuits adjacents de tension déterminante de classe C. La tension correspondante est la tension la plus élevée des circuits adjacents (voir Figure 5, cellules supérieures 3b, 3c).
- Un isolement principal entre les parties accessibles et les parties actives de circuits à tension déterminante de classe B qui ont une séparation de protection avec les circuits adjacents de tension déterminante de classe C ou D. La tension correspondante est celle des parties actives (voir Figure 5, cellules inférieures 3b, 3c).

L'isolement solide doit être essayé en réalisant l'essai de tension de choc du 5.2.3.1, l'essai de tension alternative ou continue du 5.2.3.2 et l'essai de décharge partielle du 5.2.3.3, si nécessaire. La conformité des distances d'isolement dans l'air doit être vérifiée par inspection visuelle et si nécessaire en exécutant l'essai de tension de choc du 5.2.3.1 et l'essai de tension alternative ou continue du 5.2.3.2.

Any conductive part which is not separated from the live parts by at least basic insulation shall be considered to be a live part.

A metallic accessible part is considered to be conductive, if its surface is bare or is covered by an insulating layer which does not comply with the requirements of basic insulation.

4.2.3.2 Protection by means of insulation of live parts

Live parts shall be completely surrounded with permanent insulation if their working voltage is greater than the maximum limit of decisive voltage class A or if they do not have protective separation from adjacent circuits of decisive voltage class B, C or D. The insulation shall be rated according to the impulse voltage, temporary overvoltage or working voltage (see 4.2.6.3.1), whichever gives the most severe requirement.

As an alternative to solid insulation, a clearance according to 4.2.6.6, shown by L_1 and L_2 in Figure 5, may be provided.

The grade of insulation – basic, double or reinforced – depends on:

- the decisive voltage class of the live parts or adjacent circuits, and
- the connection of conductive parts to protective bonding.

Examples of insulation configurations are given in Figure 5, which also shows the requirements for apertures.

Three cases are considered:

Case a) Accessible parts are conductive and are connected to protective bonding.

- Basic insulation is required between accessible parts and the live parts. The relevant voltage is that of the live parts (see Figure 5, cells 1)a), 2)a), 3)a)).

Cases b) and c) Accessible parts are non-conductive (case b)) or conductive but not connected to protective bonding (case c)). The required insulation is:

- Double or reinforced insulation between accessible parts and live parts of decisive voltage class C or D. The relevant voltage is that of the live parts (see Figure 5, cells 1)b), 1)c), 2)b), 2)c)).
- Supplementary insulation between accessible parts and live parts of circuits of decisive voltage class A or B which are separated by basic insulation from adjacent circuits of decisive voltage class C. The relevant voltage is the highest voltage of the adjacent circuits (see Figure 5, upper cells 3)b), 3)c)).
- Basic insulation between accessible parts and live parts of circuits of decisive voltage class B which have protective separation from adjacent circuits of decisive voltage class C or D. The relevant voltage is that of the live parts (see Figure 5, lower cells 3)b), 3)c)).

Solid insulation shall be tested by performing the impulse voltage test of 5.2.3.1, the a.c. or d.c. voltage test of 5.2.3.2 and the partial discharge test of 5.2.3.3, as appropriate. The compliance of clearances shall be verified by visual inspection and if necessary by performing the impulse voltage test of 5.2.3.1 and the a.c. or d.c. voltage test of 5.2.3.2.

Figure 5 – Exemples de protection contre le contact direct

Type of insulation	Insulation configuration		
	a Accessible parts conductive and connected to protective bonding	b Accessible parts not conductive	c Accessible parts conductive, but NOT connected to protective bonding
1) Solid or liquid			
2) Totally or partially by air clearance			
3) Insulation for adjacent circuits: Circuit A: lower voltage circuit Circuit C: higher voltage circuit; upper row – class C only, lower row – class C or D			
4) Requirements for apertures in enclosures			
A live part	L_1 clearance for basic insulation	T test finger (clause 12 of IEC 60529)	
B basic insulation for circuit A	L_2 clearance for reinforced insulation	Z supplementary insulation for circuit A	
Bc basic insulation for circuit C	M conductive part	Zc supplementary insulation for circuit C	
C adjacent circuit	R reinforced insulation for circuit A	* also applies to plastic screws	
D double insulation for circuit A	Rc reinforced insulation for circuit C	† no direct contact	
I insulation less than B	S surface of equipment		
NOTE In column c a plastic screw is treated like a metal screw because a user could replace it with a metal screw during the life of the equipment.			

Figure 5 – Examples for protection against direct contact

4.2.3.3 Protection au moyen d'enveloppes et de barrières

Les parties conductrices doivent être disposées dans des enveloppes ou situées derrière des enveloppes ou barrières qui satisfont au moins aux exigences de l'indice de Protection IP2X selon 5.1 de la CEI 60529. Les surfaces supérieures des enveloppes ou des barrières qui sont accessibles lorsque l'équipement est sous tension doivent satisfaire au moins aux exigences de l'indice de Protection IP3X eu égard au seul accès vertical. (voir 5.2.2.3 pour l'essai)

En présence d'ouvertures réduisant la protection à moins de l'indice IP1X lors du remplacement de certaines pièces:

- a) toutes les précautions appropriées doivent être prises pour éviter un contact involontaire et
- b) on doit s'assurer que les personnes sont averties qu'il est possible qu'elles touchent des parties actives.

Les sous-ensembles et les dispositifs de type ouvert qui sont destinés à être intégrés dans un appareil ou une enveloppe qui fournit la protection appropriée ne sont pas obligés d'intégrer eux-mêmes une mesure de protection contre le contact direct. Toutefois, les composants destinés à une utilisation manuelle et les autres composants accessibles au cours de telles manœuvres doivent être d'un degré de protection IP2X.

Les produits de tension déterminante de classe A, B ou C qui sont destinés à être installés dans des locaux électriques fermés, tels que définis en 3.2.3, n'ont pas besoin d'intégrer de mesures de protection contre le contact direct. Une barrière peut toutefois être exigée pour d'autres raisons comme la protection mécanique ou la protection contre le dépôt de particules étrangères.

Les produits de tension déterminante de classe D destinés à être installés dans des locaux électriques fermés sont sujets à d'autres exigences (voir 4.2.13).

4.2.4 Protection en cas de contact direct

4.2.4.1 Généralités

La protection en cas de contact direct est nécessaire pour assurer que le contact avec les parties actives ne produise pas de choc électrique.

La protection contre le contact direct selon 4.2.3 peut être ignorée si le circuit touché satisfait à une des mesures énoncées de 4.2.4.2 à 4.2.4.4 à condition qu'une séparation de protection avec les autres circuits soit assurée. Voir des exemples de ces mesures à l'Annexe A.

NOTE Ces paragraphes s'appliquent au circuit entier, y compris aux alimentations et aux dispositifs périphériques associés.

La conformité aux exigences de séparation de protection doit être vérifiée selon 5.2.1, 5.2.2 et 5.2.3 si approprié.

4.2.4.2 Protection aux moyens de circuit TBT

La protection contre le contact direct n'est pas nécessaire pour les circuits non reliés à la terre de tension déterminante de classe A et les circuits de tension déterminante de classe A mis à la terre utilisés dans une zone de liaison équipotentielle de terre.

Les circuits reliés à la terre de tension déterminante de classe A qui ne sont pas employés dans une zone à liaison équipotentielle exigent une protection supplémentaire en cas de contact direct, au moyen d'une des mesures énoncées au 4.2.4.3 ou au 4.2.4.4. Le guide d'exploitation doit en faire mention (voir 6.3.6.5).

4.2.3.3 Protection by means of enclosures and barriers

Live parts shall be arranged in enclosures or located behind enclosures or barriers, which meet at least the requirements of the Protective Type IP2X according to 5.1 of IEC 60529. The top surfaces of enclosures or barriers which are accessible when the equipment is energized shall meet at least the requirements of the Protective Type IP3X with regard to vertical access only. See 5.2.2.3 for test.

Where openings which reduce the protection to less than IP1X occur during replacement of certain parts:

- a) suitable precautions shall be taken to avoid unintentional contact, and
- b) it shall be ensured that persons are aware that live parts can be touched.

Open type sub-assemblies and devices, intended for inclusion within a larger device or enclosures which provide the required protection, do not, in themselves, require a protective measure against direct contact. However, components intended for manual operation and other components accessible during such operation shall be protected to IP2X.

Products of decisive voltage classes A, B or C which are intended for installation in closed electrical operating areas, as defined in 3.2.3, need not have protective measures against direct contact. However, a barrier can be required due to other reasons, such as mechanical protection or protection against the deposition of extraneous particles.

Products of decisive voltage class D intended for installation within a closed electrical operating area have additional requirements (see 4.2.13).

4.2.4 Protection in case of direct contact

4.2.4.1 General

Protection in case of direct contact is required to ensure that contact with live parts does not produce a shock hazard.

The protection against direct contact according to 4.2.3 may be waived if the circuit contacted complies with one of the measures given in 4.2.4.2 to 4.2.4.4 provided that protective separation from all other circuits is ensured. See Annex A for examples of these measures.

NOTE The requirements of these subclauses apply to the entire circuit including power supplies and any associated peripheral devices.

Compliance with protective separation requirements shall be verified according to 5.2.1, 5.2.2, and 5.2.3 as appropriate.

4.2.4.2 Protection by means of ELV

Unearthed circuits of decisive voltage class A, and earthed circuits of decisive voltage class A used within a zone of equipotential bonding, do not require protection in case of direct contact.

Earthed circuits of decisive voltage class A that are not within a zone of equipotential bonding require further protection in case of direct contact, by one of the measures given in 4.2.4.3 or 4.2.4.4. The instruction manual shall make mention of this (see 6.3.6.5).

4.2.4.3 Protection au moyen d'une impédance de protection

Le raccordement des parties actives accessibles aux circuits de tension déterminante de classe B, C ou D ne doit être effectué que par l'intermédiaire d'une impédance de protection.

Les précautions de construction identiques à celles des séparations de protection s'appliquent à la construction et à l'installation de l'impédance de protection. Les valeurs de courant énoncées ci-dessous ne doivent pas être dépassées en cas de défaillance d'un seul composant. Lorsque des condensateurs sont raccordés à l'impédance de protection, la charge emmagasinée disponible, entre les parties accessibles simultanément, ne doit pas dépasser 50 μC .

Les impédances de protection doivent être conçues de telle sorte que le courant disponible les traversant de la partie active accessible n'excède pas une valeur de 3,5 mA en courant alternatif ou 10 mA en courant continu. Pour l'essai voir 5.2.3.4.

Les impédances de protection doivent supporter la tension de choc et les surtensions temporaires des circuits auxquelles elles sont raccordées. Voir 5.2.3.1 et 5.2.3.2 pour les essais.

4.2.4.4 Protection au moyen de tensions limitées

Ce type de protection implique une technique de division de tension à partir d'un circuit protégé contre le contact direct qui délivre une tension par rapport à la terre inférieure ou égale à la tension déterminante de classe A.

Ce circuit doit être conçu de façon telle qu'à l'apparition d'une panne sur un seul composant du circuit diviseur de tension, la tension aux bornes de sortie ainsi que celle par rapport à la terre ne deviennent pas supérieures à la tension déterminante de classe A. Des mesures de construction identiques à celles utilisées pour la séparation de protection doivent être employées dans ce cas.

Ce type de protection ne doit pas être employé en protection de classe II, parce qu'il est conditionné au fait qu'une terre de protection soit raccordée.

4.2.5 Protection contre le contact indirect

4.2.5.1 Généralités

La protection contre le contact indirect est nécessaire pour prévenir les courant de chocs pouvant provenir des parties conductrices exposées pendant un défaut d'isolement. Cette protection doit satisfaire aux exigences des classes de protection I, II ou III.

La partie d'un EEP qui répond aux exigences de 4.2.5.2, 4.2.5.3 et 4.2.5.4 se définit en protection de classe I.

La partie d'un EEP qui répond aux exigences de 4.2.5.5 se définit en protection de classe II.

La partie d'un EEP qui répond aux exigences TBTS se définit en protection de classe III.

La protection de classe 0 n'est acceptable pour les parties d'un EEP que lorsque les instructions nécessaires sont fournies pour satisfaire aux exigences de 0 (locaux électriques fermés) (voir 6.3.6.5). Les produits de la haute tension font l'objet d'exigences spécifiques (voir 4.2.13).

4.2.4.3 Protection by means of protective impedance

The connection of accessible live parts to circuits of decisive voltage class B, C or D shall only be made through protective impedances.

The same constructional provisions as those for protective separation shall be applied for the construction and arrangement of a protective impedance. The current value stated below shall not be exceeded in the event of failure of a single component. When capacitors are connected to the protective impedance, the stored charge available between simultaneously accessible parts shall not exceed 50 μC .

The protective impedances shall be designed so that the current available through them at the accessible live part does not exceed a value of 3,5 mA a.c. or 10 mA d.c. See 5.2.3.4 for test.

The protective impedances shall withstand the impulse voltages and temporary overvoltages for the circuits to which they are connected. See 5.2.3.1 and 5.2.3.2 for tests.

4.2.4.4 Protection by means of limited voltages

This type of protection implies a voltage division technique from a circuit protected against direct contact yielding a voltage to earth not greater than that of decisive voltage class A.

This circuit shall be designed so that, even in the event of failure of a single component in the voltage division circuit, the voltage across output terminals as well as the voltage to earth will not become greater than that of decisive voltage class A. The same constructional measures as in protective separation shall be employed in this case.

This type of protection shall not be used in case of protective class II, because it relies on protective earth being connected.

4.2.5 Protection against indirect contact

4.2.5.1 General

Protection against indirect contact is required to prevent shock currents which can result from exposed conductive parts during an insulation failure. This protection shall comply with the requirements for protective class I, class II or class III.

That part of a PDS which meets the requirements of 4.2.5.2, 4.2.5.3 and 4.2.5.4 is defined as protective class I.

That part of a PDS which meets the requirements of 4.2.5.5 is defined as protective class II.

That part of a PDS which meets the requirements of SELV is defined as protective class III.

Protective class 0 is only acceptable for parts of the PDS when instructions are provided to meet the requirements of 4.2.3.3 (closed electrical operating areas) (see 6.3.6.5). In the case of high-voltage product, special requirements exist (see 4.2.13).

4.2.5.2 Isolement entre les parties actives et les parties conductrices exposées

Les parties conductrices exposées d'un appareil doivent être séparées des parties actives au moins par un isolement principal ou par les distances d'isolement dans l'air décrites en 4.2.6.6.

4.2.5.3 Circuit de liaison de protection

Mis à part les cas a), b) ou c) ci-dessous, une liaison de protection doit être assurée entre les parties conductrices exposées de l'appareillage et le dispositif de connexion du conducteur de protection,

- a) lorsque les parties conductrices exposées ne concernent que des circuits TBTS ou TBTP décrits en 4.2.4.2;
- b) lorsque les parties conductrices exposées ne concernent que des circuits de tension limitée décrits en 4.2.4.4;
- c) lorsque les parties conductrices exposées sont séparées des parties actives par un isolement double ou renforcé.

Lorsque l'appareillage électrique est monté sur des couvercles, des portes ou des capots, la continuité du circuit de liaison de protection doit être assurée et l'utilisation d'un conducteur de protection est recommandée. Sinon, des fixations, des charnières ou des contacts glissants conçus pour avoir une faible résistance doivent être utilisés.

Les conducteurs de liaison de protection doivent satisfaire au 4.2.5.4.

Les conduits métalliques flexibles ou rigides et les gaines métalliques ne doivent pas servir de conducteur de protection. Dans le cas des produits de la haute tension, les conduits ou gaines métalliques de tous les câbles de raccordement (par exemple armatures de câble, gaines en plomb) doivent être raccordés au circuit de liaison de protection. Lorsqu'une seule extrémité d'un tel conduit ou gaine est ainsi raccordée, il doit être impossible de toucher l'autre extrémité. Celle-ci doit être raccordée au circuit de liaison de protection au travers d'une impédance pour limiter toute tension induite à une valeur maximale de 50 V c.a.

La résistance électrique de n'importe quelle partie conductrice exposée à la connexion du conducteur de liaison de protection ne doit pas excéder 0,1 Ω . Voir 5.2.3.10 pour l'essai.

Pour les produits de la basse tension un conducteur de protection doit être raccordé tant que l'EEP est alimenté. Si ce conducteur est raccordé par une prise ou tout autre moyen similaire de déconnexion, il ne doit pas être possible de débrancher le conducteur de protection tant que la partie à protéger ne soit pas mise simultanément hors tension.

Pour les produits de la haute tension, le circuit de liaison de protection ne doit pas comprendre de dispositif de coupure ni de dispositif de protection contre la surintensité (par exemple interrupteur, fusible) ou de moyens de détection de courant pour de tel dispositif.

4.2.5.4 Moyens de raccordement du conducteur de protection

4.2.5.4.1 Généralités

Chaque EEP ou élément d'EEP (moteur, convertisseur, transformateur) nécessitant une liaison de protection doit posséder des moyens de raccorder le conducteur externe de protection situés à proximité des bornes pour les conducteurs actifs associés. Les dispositifs de raccordement doivent être résistants à la corrosion et adaptés aux câbles du Tableau 2 et aux câbles conformes aux règles de raccordement applicables à l'installation. Les dispositifs de raccordement du conducteur de protection externe ne doivent pas être utilisés en tant que partie de l'assemblage mécanique de l'appareil, ni utilisés pour d'autres raccordements. Des dispositifs de raccordement séparés devront être prévus pour chaque conducteur de protection externe.

4.2.5.2 Insulation between live parts and exposed conductive parts

Exposed conductive parts of equipment shall be separated from live parts at least by basic insulation or by clearances as in 4.2.6.6.

4.2.5.3 Protective bonding circuit

Other than in a), b), or c) below, protective bonding shall be provided between exposed conductive parts of equipment and the means of connection for the protective conductor:

- a) when exposed conductive parts are only related to SELV or PELV circuits as described in 4.2.4.2;
- b) when exposed conductive parts are only related to circuits of limited voltage as described in 4.2.4.4;
- c) when exposed conductive parts are separated from live parts using double or reinforced insulation.

Where electrical equipment is mounted on lids, doors, or cover plates, continuity of the protective bonding circuit shall be ensured and it is recommended that a protective conductor be used. Otherwise fastenings, hinges or sliding contacts designed to have a low resistance shall be used.

Protective bonding conductors shall comply with 4.2.5.4.

Metal ducts of flexible or rigid construction and metallic sheaths shall not be used as protective conductors. For high-voltage products, metal ducts and metal sheathing of all connecting cables (e.g. cable armouring, lead sheath) shall be connected to the protective bonding circuit. If only one end of such ducting or sheathing is so connected, it shall not be possible to touch the other end. This shall be connected to the protective bonding circuit via an impedance to limit any induced voltage to a maximum of 50 V a.c.

The electrical resistance from any exposed conductive part to the means of connection of the protective bonding conductor shall not exceed 0,1 Ω . See 5.2.3.10 for test.

For low-voltage products, a protective conductor shall be connected at all times when power is supplied to the PDS. If routed through a plug and socket, or similar means of disconnection, it shall not be possible to interrupt the protective conductor unless power is simultaneously removed from the part to be protected.

For high-voltage products, the protective bonding circuit shall not incorporate a switching device, an overcurrent device (e.g. switch, fuse) or means of current detection for such devices.

4.2.5.4 Means of connection for the protective conductor

4.2.5.4.1 General

Every PDS or PDS element (motor, converter, transformer) requiring protective bonding shall have a means of connection for the external protective conductor, located near the terminals for the respective live conductors. The means of connection shall be corrosion-resistant and shall be suitable for the connection of cables according to Table 2 and of cables in accordance with the wiring rules applicable at the installation. The means of connection for the external protective conductor shall not be used as a part of the mechanical assembly of the equipment or for other connections. A separate means of connection shall be provided for each external protective conductor.

Pour les topologies de systèmes spéciaux, comme les moteurs à 6 phases, le concepteur de l'EEP devra vérifier la section exigée pour le conducteur de protection.

Pour les produits de la haute tension, les câbles haute tension doivent posséder des dispositions de liaison de protection selon CEI 60204-11 et CEI 61800-4. Le concept de liaison de protection doit résulter d'un agrément entre le fournisseur et l'utilisateur et être cohérent avec les exigences locales du lieu d'installation.

Le raccordement et les points de liaison de protection doivent être conçus de façon telle que leur capacité de transport de courant ne soit pas altérée par des influences mécaniques, chimiques ou électromécaniques. En présence d'enveloppes et/ou de conducteurs en aluminium ou alliage d'aluminium, il faudra particulièrement veiller aux problèmes de corrosion électrolytique.

Tableau 2 – Section du conducteur de protection

Section des conducteurs de phase de l'installation S mm^2	Section minimale du conducteur de protection correspondant S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$S/2$

Les valeurs du Tableau 2 ne sont valables que si le conducteur de protection est constitué du même métal que le conducteur de phase. Dans le cas contraire, la section du conducteur de protection doit être déterminée de façon telle que la conductivité soit égale à celle résultant de l'application des valeurs du Tableau 2.

La section de chaque conducteur de protection, ne faisant pas partie du câble d'alimentation ou du câble d'armoire, ne doit en aucun cas être inférieure à:

- 2,5 mm² en présence d'une protection mécanique,
- 4 mm² sans protection mécanique. Pour les appareils connectés par cordon, des dispositions devront être prises de façon telle que le conducteur de protection dans le cordon en cas de détérioration mécanique soit le dernier conducteur à être interrompu.

Voir les exigences de marquage en 6.3.6.7.

4.2.5.4.2 Raccordement en présence de forts courants de fuite

Si le courant de fuite (mesuré selon 5.2.3.5) est supérieur à 3,5 mA en alternatif ou 10 mA en continu, une connexion fixe est nécessaire et au moins une des conditions suivantes doit être satisfaite:

- a) section du conducteur de protection au moins égale à 10 mm² Cu ou 16 mm² Al;
- b) déconnexion automatique de l'alimentation en cas de discontinuité du conducteur de protection;
- c) présence d'une borne supplémentaire pour un conducteur de protection de section identique au conducteur de protection d'origine.

De plus, le symbole d'avertissement B.3.1 de l'ISO 3864 doit être fixé sur le produit et des informations insérées dans le manuel d'installation. (voir 6.3.6.8 et Annexe B)

Pour un EEP destiné à être installé de façon fixe, lorsque la section du conducteur de protection déterminée à partir du Tableau 2 est supérieure à 10 mm² cu, (ou 16 mm² al.), le courant de fuite n'a pas besoin d'être mesuré.

For special system topologies, such as 6-phase motors, the PDS designer shall verify the protective conductor cross-section required.

For high-voltage products, the high voltage cables shall have provision for protective bonding in accordance with IEC 60204-11 and IEC 61800-4. The protective bonding concept shall be by agreement between the supplier and user and consistent with local requirements in the area of installation.

Connection and bonding points shall be so designed that their current-carrying capacity is not impaired by mechanical, chemical, or electrochemical influences. Where enclosures and/or conductors of aluminium or aluminium alloys are used, particular attention should be given to the problems of electrolytic corrosion.

Table 2 – Protective conductor cross-section

Cross-sectional area of phase conductors of the installation S mm ²	Minimum cross-sectional area of the corresponding protective conductor S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$S/2$

The values in Table 2 are valid only if the protective conductor is made of the same metal as the phase conductors. If this is not so, the cross-sectional area of the protective conductor is to be determined in a manner which produces a conductance equivalent to that which results from the application of Table 2.

The cross-sectional area of every protective conductor which does not form part of the supply cable or cable enclosure shall be, in any case, not less than:

- 2,5 mm² if mechanical protection is provided;
- 4 mm² if mechanical protection is not provided. For cord-connected equipment, provisions shall be made so that the protective conductor in the cord shall, in the case of failure of the strain-relief mechanism, be the last conductor to be interrupted.

See 6.3.6.7 for marking requirements.

4.2.5.4.2 Connection under high leakage current

If the leakage current (measured in accordance with 5.2.3.5) is higher than 3,5 mA a.c. or 10 mA d.c., a fixed connection is required and one or more of the following conditions shall be satisfied:

- a cross-section of the protective conductor of at least 10 mm² Cu or 16 mm² Al;
- automatic disconnection of the supply in case of discontinuity of the protective conductor;
- provision of an additional terminal for a protective conductor of the same cross-sectional area as the original protective conductor.

In addition, the caution symbol B.3.1 of ISO 3864 shall be fixed to the product and information inserted in the installation manual (see 6.3.6.8 and Annex B).

In PDS designed for fixed installation, where the cross-sectional area of the protective conductor determined from Table 2 is greater than 10 mm² Cu (or 16 mm² Al), the leakage current need not be measured.

4.2.5.5 Caractéristiques spéciales des appareils pour la protection de classe II

Si l'appareil est conçu pour utiliser un isolement double ou renforcé entre les parties sous tension et les surfaces accessibles selon 4.2.3.2, l'ensemble est alors considéré comme atteignant la protection de classe II, si ce qui suit s'applique également.

- Un appareil conçu pour une protection de classe II ne doit pas posséder de moyens de raccordement du conducteur de protection. Toutefois, ceci ne s'applique pas si le conducteur de protection passe à travers l'appareil vers l'appareil connecté en série en aval. Dans ce dernier cas, le conducteur de protection et ses moyens de raccordement doivent être isolés au moyen d'un isolement principal, de la surface accessible de l'équipement et des circuits utilisant une séparation de protection, une très basse tension, une impédance de protection et une énergie de décharge limitée selon 4.2.4. Cet isolement principal doit correspondre à la tension nominale de l'appareil raccordé en série.
- Un appareil en enveloppe métallique de protection de classe II peut être équipé sur son enveloppe de moyens de raccordement d'un conducteur de liaison équipotentielle.
- Un appareil en enveloppe métallique de protection de classe II peut être équipé de moyens de raccordement d'un conducteur de terre pour des raisons fonctionnelles ou pour l'amortissement des surtensions; ce conducteur doit toutefois être isolé comme s'il était une partie active.
- Un appareil de protection de classe II doit être classé sur sa plaque signalétique au moyen du symbole 5172 de la CEI 60417.

4.2.6 Isolement

4.2.6.1 Généralités

Ce paragraphe donne les exigences d'isolement minimales basées sur les principes des CEI 60664 et CEI 60071.

Il doit être tenu compte des tolérances de fabrication à la conception et à l'installation des EEP.

4.2.6.2 Facteurs affectant l'isolement

4.2.6.2.1 Généralités

Le choix de l'isolement devra être effectué en tenant compte de l'influence des facteurs suivants:

- degré de pollution;
- catégorie de surtension;
- tension système;
- tension de fonctionnement;
- type d'isolement;
- emplacement de l'isolement;
- type du circuit concerné;
- altitude.

La vérification de l'isolement doit être faite selon 5.2.2.1, 5.2.3.1, 5.2.3.2 et 5.2.3.3.

4.2.5.5 Special features in equipment for protective class II

If equipment is designed to use double or reinforced insulation between live parts and accessible surfaces in accordance with 4.2.3.2, then the design is considered to meet protective class II, if the following also apply:

- equipment designed to protective class II shall not have means of connection for the protective conductor. However this does not apply if the protective conductor is passed through the equipment to equipment series-connected beyond it. In the latter event, the protective conductor and its means for connection shall be insulated with basic insulation from the accessible surface of the equipment and from circuits which employ protective separation, extra-low voltage, protective impedance and limited discharging energy, according to 4.2.4. This basic insulation shall correspond to the rated voltage of the series-connected equipment;
- metal-encased equipment of protective class II may have provision on its enclosure for the connection of an equipotential bonding conductor;
- equipment of protective class II may have provision for the connection of an earthing conductor for functional reasons or for the damping of overvoltages; it shall, however, be insulated as though it is a live part;
- equipment of protective class II shall be classified on the name plate with symbol 5172 of IEC 60417.

4.2.6 Insulation

4.2.6.1 General

This subclause gives minimum requirements for insulation, based on the principles of IEC 60664 and IEC 60071.

Manufacturing tolerances shall be taken into account during design and installation of the PDS.

4.2.6.2 Factors affecting insulation

4.2.6.2.1 General

Insulation shall be selected after consideration of the following influences:

- pollution degree;
- overvoltage category;
- system voltage;
- working voltage;
- type of insulation;
- location of insulation;
- type of circuit considered;
- altitude.

Verification of insulation shall be made according to 5.2.2.1, 5.2.3.1, 5.2.3.2, and 5.2.3.3.

4.2.6.2.2 Degré de pollution

L'isolement, particulièrement lorsqu'il est réalisé par des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite, est affecté par la pollution qui apparaît pendant la durée de vie de l'EEP. Les conditions micro environnementales concernant l'isolement doivent être appliquées selon le Tableau 3.

Tableau 3 – Définitions des degrés de pollution

Degré de pollution	Définition
1	Pas de pollution ou apparition uniquement d'une pollution sèche non conductrice. La pollution n'a pas d'influence.
2	Normalement, il n'y a apparition que d'une pollution non conductrice. Occasionnellement, toutefois, une conductivité temporaire causée par la condensation peut être envisagée lorsque l'EEP est hors de fonctionnement.
3	Une pollution conductrice ou une pollution sèche non conductrice apparaît qui devient conductrice par la condensation pouvant apparaître.
4	La pollution génère une conductivité persistante causée, par exemple, par de la poussière conductrice, de l'eau ou de la neige.

Selon la CEI 61800-1, la CEI 61800-2 et la CEI 61800-4, un EEP standard est conçu pour un degré de pollution 2. Ceci nécessite qu'un des points suivants s'applique:

- des instructions sont fournies, accompagnant l'EEP, indiquant qu'il doit être installé dans un environnement à degré de pollution 2;
- l'application spécifique où se fait l'installation de l'EEP est connue pour être un environnement de degré de pollution 2;
- l'enveloppe de l'EEP assure une protection adéquate contre ce qui est attendu en degrés de pollution 3 et 4 (pollution conductrice et condensation).

Lorsque aucune de ces exigences n'est satisfaite, on doit supposer être en degré de pollution 3 pour déterminer l'isolement. L'EEP étant donc utilisable dans les environnements de pollution 1, 2 et 3. Lorsque le fonctionnement en degré de pollution 4 est exigé, le point c) doit s'appliquer.

4.2.6.2.3 Catégorie de surtension

Le concept des catégories de surtension (basé sur la CEI 60664-1) est utilisé pour les équipements alimentés par le réseau. Quatre catégories sont concernées:

- catégorie IV s'applique aux équipements utilisés au point de départ d'une installation (par exemple les multimètres et les appareils de protection contre la surintensité au primaire);
- catégorie III s'applique aux équipements en installations fixes (par exemple appareillages de commutation et équipements connectés en permanence à une installation industrielle);
- catégorie II s'applique aux équipements alimentés par l'installation fixe (par exemple les outils portables, les appareils ménagers et les appareils électriques);
- catégorie I s'applique aux équipements raccordés à un circuit sur lequel des mesures ont été prises pour réduire les surtensions transitoires à un faible niveau.

4.2.6.2.2 Pollution degree

Insulation, especially when provided by clearances and creepage distances, is affected by pollution which occurs during the service life of the PDS. The micro-environmental conditions for insulation shall be applied according to Table 3.

Table 3 – Definitions of pollution degrees

Pollution degree	Description
1	No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence.
2	Normally, only non-conductive pollution occurs. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation is to be expected, when the PDS is out of operation.
3	Conductive pollution or dry non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation which is to be expected.
4	The pollution generates persistent conductivity caused, for example by conductive dust or rain or snow.

In accordance with IEC 61800-1, IEC 61800-2 and IEC 61800-4, a standard PDS is designed for pollution degree 2. This requires that one of the following apply:

- instructions are provided with the PDS indicating that it shall be installed in a pollution degree 2 environment; or
- the specific installation application of the PDS is known to be a pollution degree 2 environment; or
- the PDS enclosure provides adequate protection against what is expected in pollution degree 3 and 4 (conductive pollution and condensation)

If none of these requirements are met, pollution degree 3 shall be assumed in determining the insulation. Thereby the PDS is usable for pollution degree 1, 2 and 3 environments. If operation in pollution degree 4 is required, item c) shall be met.

4.2.6.2.3 Overvoltage category

The concept of overvoltage categories (based on IEC 60664-1) is used for equipment energized from the supply mains. Four categories are considered:

- category IV applies to equipment used at the origin of an installation. Examples are electricity meters and primary overcurrent protection equipment;
- category III applies to equipment in fixed installations. Examples are switchgear and equipment for permanent connection to an industrial installation;
- category II applies to equipment powered from the fixed installation. Examples are appliances, portable tools and household equipment;
- category I applies to equipment connected to a circuit where measures have been taken to reduce transient overvoltages to a low level.

4.2.6.2.4 Systèmes de mise à la terre de l'alimentation

La CEI 60364-1 décrit les trois principaux systèmes de mise à la terre suivants:

- le système TN qui possède un point directement à la terre, les parties conductrices exposées de l'installation étant reliées à ce point par des conducteurs de protection. Trois types de systèmes TN, les systèmes TN-C, TN-S et TN-C-S sont définis suivant la disposition du conducteur de neutre et du conducteur de protection;
- le système TT qui possède un point directement à la terre, les parties conductrices exposées de l'installation étant reliées à des prises de terre électriquement distinctes de la prise de terre d'alimentation;
- le système IT toutes les parties actives sont isolées de la terre ou un point est relié à la terre par l'intermédiaire d'une impédance, les parties conductrices exposées de l'installation étant mises indépendamment ou collectivement à la terre de l'alimentation.

4.2.6.3 Isolement par rapport à l'environnement

4.2.6.3.1 Généralités

L'isolement, principal, supplémentaire ou renforcé entre un circuit et son environnement doit être conçu en fonction de:

- la tension de choc;
- la surtension temporaire;
- la tension de fonctionnement du circuit.

Pour les lignes de fuite, la valeur efficace de tension de fonctionnement est utilisée; pour les distances dans l'air et les isolations solides, on utilisera la valeur crête répétitive selon les indications données de 4.2.6.3.2 à 4.2.6.3.4.

NOTE Des tensions de fonctionnement combinant des valeurs crêtes répétitives, a. c. et d.c. peuvent être observées par exemple, sur le bus continu d'un convertisseur à source de tension indirecte ou peuvent être des oscillations amorties d'un circuit émetteur de thyristor ou encore être des tensions internes d'une alimentation à découpage.

La tension de choc et la surtension temporaire dépendent de la tension système du circuit et la tension de choc dépend également de la catégorie de surtension comme décrit dans le Tableau 4 (pour les EEP de la basse tension) et le Tableau 5 (pour les EEP de la haute tension).

La tension système en colonne 1 de ces tableaux est:

- Tableau 4
 - En systèmes TN et TT: la valeur efficace de la tension nominale entre phase et terre;

NOTE Un réseau avec une phase mise à la terre est un système TN avec une phase à la terre, dans lequel la tension système est la valeur efficace de la tension nominale entre une phase non mise la terre et la terre.

- En système IT triphasé:
 - pour la détermination de la tension de choc, la valeur efficace de la tension nominale entre une phase et un point de neutre artificiel (comme un point imaginaire de connexion entre impédances d'égale valeur et chaque phase);
 - pour la détermination de la surtension temporaire, la valeur efficace de la tension nominale entre les phases;

En système monophasé IT: la valeur efficace de la tension nominale entre les phases.

- Tableau 5: la valeur efficace de la tension nominale entre les phases.

4.2.6.2.4 Supply earthing systems

Three basic types of earthing system are described in IEC 60364-1. They are:

- TN system: has one point directly earthed, the exposed conductive parts of the installation being connected to that point by protective conductors. Three types of TN system, TN-C, TN-S and TN-C-S, are defined according to the arrangement of the neutral and protective conductors;
- TT system: has one point directly earthed, the exposed conductive parts of the installation being connected to earth electrodes electrically independent of the earth electrodes of the power system;
- IT system: has all live parts isolated from earth or one point connected to earth through an impedance, the exposed conductive parts of the installation being earthed independently or collectively to the earthing system.

4.2.6.3 Insulation to the surroundings

4.2.6.3.1 General

Insulation for basic, supplementary, and reinforced insulation between a circuit and its surroundings, shall be designed according to:

- the impulse voltage; or
- the temporary overvoltage; or
- the working voltage of the circuit.

For creepage distances, the r.m.s. value of the working voltage is used: for clearance distances and solid insulation, the recurring peak value is used, as described in 4.2.6.3.2 to 4.2.6.3.4.

NOTE Examples of working voltage with the combination of a.c., d.c. and recurring peaks are on the d.c. link of an indirect voltage source converter or the damped oscillation of a thyristor snubber, or internal voltages of a switch-mode power supply.

The impulse voltage and temporary overvoltage depend on the system voltage of the circuit, and the impulse voltage also depends on the overvoltage category, as shown in Table 4 (for low-voltage PDS) and Table 5 (for high-voltage PDS).

The system voltage in column 1 of these tables is:

- For Table 4:
 - in TN and TT systems: the r.m.s. value of the rated voltage between a phase and earth;
- NOTE A corner earthed system is a TN system with one phase earthed, in which the system voltage is the r.m.s. value of the rated voltage between a non-earthed phase and earth.
- in three-phase IT systems:
 - for determination of impulse voltage, the r.m.s. value of the rated voltage between a phase and an artificial neutral point (an imaginary junction of equal impedances from each phase);
 - for determination of temporary overvoltage, the r.m.s. value of the rated voltage between phases;
- in single-phase IT systems: the r.m.s. value of the rated voltage between phases.
- For Table 5: the r.m.s. value of the rated voltage between phases.

4.2.6.3.2 Circuits connectés directement au réseau

L'isolement entre l'environnement et les circuits qui sont connectés directement au réseau doit être conçu selon la tension de choc, la surtension temporaire ou la valeur de crête répétitive de la tension de fonctionnement qui donne l'exigence la plus sévère.

Cet isolement est évalué normalement pour résister aux tensions de choc de catégorie de surtension III, à une exception, la catégorie de surtension IV doit être utilisée quand l'EEP est directement connecté au point de départ de l'installation. La catégorie de surtension II peut être utilisée pour les équipements à prise de courant, à usage non industriel et sans exigence particulière de fiabilité.

Si des mesures sont utilisées pour réduire les surtensions transitoires de catégorie IV aux valeurs de catégorie III ou de catégorie III aux valeurs de catégorie II, l'isolement principal ou supplémentaire peut être conçu pour ces valeurs réduites. Les appareils utilisés pour de telles mesures doivent être homologués par une autorité de sécurité appropriée pour une utilisation à la tension d'alimentation maximale prévue (tolérances incluses). Quand cela est approprié, ces mesures doivent être surveillées.

Les exigences pour un isolement double ou renforcée ne doivent pas être réduites.

NOTE 1 Les circuits qui sont connectés à l'alimentation principale au moyen des impédances de protection, selon 4.2.4.3 ou par des moyens de limitation de tension, selon 4.2.4.4, ne sont pas considérés comme directement connectés à l'alimentation principale.

NOTE 2 Un EEP de la haute tension comprend généralement un transformateur dédié. Le primaire du transformateur est alimenté par l'alimentation principale, et le transformateur est conforme à ses propres normes de produit. Les exigences de cette partie de la CEI 61800 s'appliquent aux circuits alimentés par le secondaire de ce transformateur.

4.2.6.3.3 Circuits non connectés directement au réseau

L'isolement entre l'environnement et les circuits non connectés directement au réseau (c'est à dire n'ayant pas de connexion galvanique) doit être conçu selon la tension de choc ou la tension de fonctionnement, qui donne l'exigence la plus sévère. Cet isolement est évalué pour résister aux tensions de choc des surtensions de catégorie II.

Si des mesures sont utilisées pour réduire les surtensions transitoires de catégorie III aux valeurs de la catégorie II ou de catégorie II aux valeurs de catégorie I, l'isolement principal ou supplémentaire peut être conçu pour ces valeurs réduites. Les appareils utilisés pour de telles mesures doivent être homologués par une autorité de sécurité compétente, pour une utilisation à la tension d'alimentation maximale prévue. (tolérances incluses) Quand cela est approprié, ces mesures doivent être surveillées.

Les exigences d'isolement double ou renforcé ne doivent pas être réduites.

4.2.6.3.4 Isolement entre les circuits

L'isolement entre deux circuits doit être conçu selon le circuit ayant les exigences les plus sévères.

4.2.6.4 Isolement dans un circuit

L'isolement fonctionnel dans un circuit doit être conçu selon la tension de fonctionnement du circuit.

De plus, l'isolement dans un circuit connecté directement à l'alimentation principale doit être conçu selon la tension de choc de la catégorie de surtension II, pour un circuit de la basse tension ou de catégorie de surtension III, pour un circuit de la haute tension. Quand des mesures sont utilisées pour réduire les surtensions transitoires de catégorie III aux valeurs de catégorie II ou de catégorie II aux valeurs de catégorie I, l'isolement fonctionnel peut être conçu pour les valeurs réduites.

4.2.6.3.2 Circuits connected directly to the supply mains

Insulation between the surroundings and circuits which are connected directly to the supply mains shall be designed according to the impulse voltage, temporary overvoltage, or recurring peak value of the working voltage, whichever gives the most severe requirement.

This insulation is normally evaluated to withstand impulses of overvoltage category III, except that overvoltage category IV shall be used when the PDS is connected directly to the origin of the installation. Overvoltage category II may be used for plug-in equipment connected to a supply for non-industrial purposes without special requirements with regard to reliability.

If measures are provided which reduce transient overvoltages of category IV to values of category III, or values of category III to values of category II, basic or supplementary insulation may be designed for the reduced values. Devices used for such measures shall be approved by a suitable safety authority for use at the maximum intended supply voltage (including tolerances). Where appropriate, the measures shall be monitored.

The requirements for double or reinforced insulation shall not be reduced.

NOTE 1 Circuits which are connected to the supply mains via protective impedances, according to 4.2.4.3, or via means of voltage limitation, according to 4.2.4.4, are not regarded as connected directly to the supply mains.

NOTE 2 A high-voltage PDS generally includes a dedicated transformer. The primary of the transformer is fed from the supply mains, and the transformer complies with its own product standard. The requirements of this part of IEC 61800 apply to the circuits fed by the secondary of the transformer.

4.2.6.3.3 Circuits not connected directly to the supply mains

Insulation between the surroundings and circuits not connected directly (that is, having no galvanic connection) to the supply mains shall be designed according to the impulse voltage or the working voltage, whichever gives the more severe requirement. This insulation is evaluated to withstand impulses of overvoltage category II.

If measures are provided which reduce transient overvoltages of category III to values of category II, or values of category II to values of category I, basic or supplementary insulation may be designed for the reduced value. Devices used for such measures shall be approved by a suitable safety authority for use at the maximum intended supply voltage (including tolerances). Where appropriate, the measures shall be monitored.

The requirements for double or reinforced insulation shall not be reduced.

4.2.6.3.4 Insulation between circuits

Insulation between two circuits shall be designed according to the circuit having the more severe requirement.

4.2.6.4 Insulation within a circuit

Functional insulation within a circuit shall be designed according to the working voltage of the circuit.

In addition, insulation within a circuit connected directly to the supply mains shall be designed according to the impulse voltage of overvoltage category II, for a low voltage circuit, or category III, for a high voltage circuit. Where measures are provided which reduce transient overvoltages of category III to values of category II, or values of category II to values of category I, functional insulation may be designed for the reduced values.

4.2.6.5 Tensions d'isolement

Le Tableau 4 et le Tableau 5 utilisent la tension système et la catégorie de surtension pour définir la tension de choc. La tension système sert également à définir la surtension temporaire.

Tableau 4 – Tension d'isolement des circuits basse tension

1	2	3	4	5	6
Tension système (4.2.6.3.1) V	Tension de choc V				Surtension temporaire (crête / efficace) V
	Catégorie de surtension				
	I	II	III	IV	
100	500	800	1 500	2 500	1 840 / 1 300
150	800	1 500	2 500	4 000	1 910 / 1 350
300	1 500	2 500	4 000	6 000	2 120 / 1 500
600	2 500	4 000	6 000	8 000	2 520 / 1 800
1 000	4 000	6 000	8 000	12 000	3 110 / 2 200

NOTE 1 La dernière ligne ne s'applique qu'aux systèmes monophasés ou aux réseaux triangles avec une phase mise à la terre.

NOTE 2 L'interpolation n'est pas autorisée.

Tableau 5 – Tension d'isolement des circuits haute tension

1	4	5	6
Tension système (4.2.6.3.1) V	Tension de choc V		Surtension temporaire (crête / efficace) V
	Catégorie de surtension		
	III	IV	
>1 000	8 000	12 000	4 250 / 3 000
3 600	20 000	40 000	14 150 / 10 000
7 200	40 000	60 000	28 300 / 20 000
12 000	60 000	75 000	39 600 / 28 000
17 500	75 000	95 000	53 750 / 38 000
24 000	95 000	125 000	70 700 / 50 000
35 000	140 000	165 000	96 150 / 68 000

NOTE L'interpolation est autorisée.

4.2.6.6 Distance d'isolement dans l'air

4.2.6.6.1 Détermination

Le Tableau 6 définit les distances d'isolement dans l'air minimales exigées pour apporter un isolement fonctionnel, principal ou supplémentaire. (voir à l'Annexe C les exemples de distances d'isolement dans l'air).

Une interpolation est permise sauf lorsque la distance d'isolement dans l'air est déterminée par le niveau de tension de choc des circuits alimentés directement par le réseau.

4.2.6.5 Insulation voltages

Table 4 and Table 6 use the system voltage and overvoltage category to define the impulse voltage. The system voltage is also used to define the temporary overvoltage.

Table 4 – Insulation voltage for low voltage circuits

Column 1	2	3	4	5	6
System voltage (4.2.6.3.1) V	Impulse voltage V				Temporary overvoltage (crest value / r.m.s.) V
	Overvoltage category				
	I	II	III	IV	
100	500	800	1 500	2 500	1 840 / 1 300
150	800	1 500	2 500	4 000	1 910 / 1 350
300	1 500	2 500	4 000	6 000	2 120 / 1 500
600	2 500	4 000	6 000	8 000	2 520 / 1 800
1 000	4 000	6 000	8 000	12 000	3 110 / 2 200
NOTE 1 The last line only applies to single-phase systems, or to three-phase corner-earthed systems.					
NOTE 2 Interpolation is not permitted.					

Table 5 – Insulation voltage for high voltage circuits

Column 1	4	5	6
System voltage (4.2.6.3.1) V	Impulse voltage V		Temporary overvoltage (crest value / r.m.s.) V
	Overvoltage Category		
	III	IV	
> 1 000	8 000	12 000	4 250 / 3 000
3 600	20 000	40 000	14 150 / 10 000
7 200	40 000	60 000	28 300 / 20 000
12 000	60 000	75 000	39 600 / 28 000
17 500	75 000	95 000	53 750 / 38 000
24 000	95 000	125 000	70 700 / 50 000
35 000	140 000	165 000	96 150 / 68 000
NOTE Interpolation is permitted.			

4.2.6.6 Clearance distances

4.2.6.6.1 Determination

Table 6 defines the minimum clearance distances required to provide functional, basic, or supplementary insulation (see Annex C for examples of clearance distances).

Interpolation is permitted, except where the clearance is determined by the impulse voltage rating of circuits connected directly to the supply mains.

Les distances d'isolement dans l'air utilisées à des altitudes supérieures à 2 000 m doivent être calculées en appliquant un facteur de correction selon le Tableau A.2 de la CEI 60664-1.

Pour un isolement renforcé utilisé en séparation de protection, on doit utiliser la valeur correspondant à la tension de choc immédiatement supérieure ou au double de la surtension temporaire ou au double de la tension de fonctionnement. Les distances dans l'air pour un isolement renforcé entre des circuits connectés directement au réseau et d'autres circuits ne doivent pas être réduites quelles que soient les mesures appliquées pour réduire les surtensions.

Voir 5.2.2.1. pour vérifier les dimensions.

Tableau 6 – Distances dans l'air

1	2	3	4	5
Tension de choc (Tableaux 4 et 5)	Surtension temporaire (valeur crête) ou tension de fonctionnement (crête répétitive)	Distance minimale mm		
		Degré de pollution		
V	V	1	2	3
N/A	≤330	0,03	0,20	0,80
500	500	0,04	0,20	0,80
800	700	0,10	0,20	0,80
1 500	1 150	0,50	0,50	0,80
2 500	1 900	1,5		
4 000	3 000	3,0		
6 000	4 500	5,5		
8 000	6 200	8,0		
12 000	9 000	14		
20 000	15 000	25		
40 000	30 000	60		
60 000	45 000	90		
75 000	56 250	120		
95 000	71 250	160		
125 000	93 750	220		
145 000	108 750	270		
170 000	127 500	320		
250 000	187 500	480		
NOTE L'Annexe C donne des exemples de distances dans l'air.				

4.2.6.6.2 Homogénéité du champ électrique

Les dimensions du Tableau 6 correspondent aux exigences d'une distribution non homogène du champ électrique à travers la distance dans l'air, c'est la condition normale rencontrée en pratique. Si une distribution homogène du champ électrique est connue et si la tension de choc est égale ou supérieure à 6 000 V pour un circuit connecté directement au réseau ou à 4 000 V dans un circuit, la distance dans l'air peut être réduite. (voir Tableau 2 de la CEI 60664-1) Toutefois, dans ce cas, l'essai de tension de choc de 5.2.3.1 doit être exécuté sur la distance dans l'air.

Clearances for use in altitudes higher than 2 000 m shall be calculated with a correction factor according to Table A.2 of IEC 60664-1.

For reinforced insulation used for protective separation, the value corresponding to the next higher impulse voltage, or twice the temporary overvoltage, or twice the working voltage shall be used. Clearances for reinforced insulation between circuits connected directly to the supply mains and other circuits shall not be reduced regardless of the application of measures to reduce overvoltages.

See 5.2.2.1 for checking the dimensions.

Table 6 – Clearance distances

Column 1	2	3	4	5
Impulse voltage (Table 4, Table 5)	Temporary overvoltage (crest value) or working voltage (recurring peak)	Minimum clearance mm		
		Pollution degree		
V	V	1	2	3
N/A	≤330	0,01	0,20	0,80
500	500	0,04	0,20	0,80
800	700	0,10	0,20	0,80
1 500	1 150	0,50	0,50	0,80
2 500	1 900	1,5		
4 000	3 000	3,0		
6 000	4 500	5,5		
8 000	6 200	8,0		
12 000	9 000	14		
20 000	15 000	25		
40 000	30 000	60		
60 000	45 000	90		
75 000	56 250	120		
95 000	71 250	160		
125 000	93 750	220		
145 000	108 750	270		
170 000	127 500	320		
250 000	187 500	480		
NOTE Examples of clearance distances are given in Annex C.				

4.2.6.6.2 Electric field homogeneity

The dimensions in Table 6 correspond to the requirements of an inhomogeneous electric field distribution across the clearance, which are the conditions normally experienced in practice. If a homogeneous electric field distribution is known to exist, and the impulse voltage is equal to or greater than 6 000 V for a circuit connected directly to the supply mains or 4 000 V within a circuit, the clearance may be reduced (see Table 2 of IEC 60664-1). In this case, however, the impulse voltage test of 5.2.3.1 shall be performed on the clearance.

4.2.6.6.3 Distance d'isolement dans l'air avec des enveloppes conductrices

La distance dans l'air entre n'importe quelle partie active et les parois d'une enveloppe métallique doivent être conformes à 4.2.6.6.1 après les essais de déformation de 5.2.2.5.

Si la distance d'isolement dans l'air est au moins de 12,7 mm et que la distance exigée en 4.2.6.6.1 ne dépasse pas 8 mm, les essais de déformation peuvent ne pas être effectués.

4.2.6.7 Lignes de fuite

4.2.6.7.1 Généralités

Les lignes de fuite doivent être suffisamment importantes pour parer à une dégradation à long terme de la surface des isolants solides, selon le Tableau 7:

Pour un isolement principal supplémentaire ou fonctionnel les valeurs du Tableau 7 s'appliquent directement. Pour un isolement renforcé, les valeurs du Tableau 7 doivent être doublées.

Lorsque la ligne de fuite déterminée à partir du Tableau 7 est inférieure à la distance d'isolement dans l'air exigée en 4.2.6.6.1, elle doit alors être augmentée pour atteindre cette distance d'isolement dans l'air.

Les exigences de ligne de fuite ne doivent pas être réduites par des essais.

Les lignes de fuite doivent être vérifiées par mesure ou inspection. (voir 5.2.2.1)

4.2.6.7.2 Tension

La tension en colonne 1 du Tableau 7 est la valeur efficace de la tension de fonctionnement à laquelle est soumise la ligne de fuite. L'interpolation est permise.

4.2.6.7.3 Matériaux

Les matériaux isolants sont classés en quatre groupes correspondant à leur indice de résistance au cheminement (IRC) après essais selon 6.2 de la CEI 60112:

- Groupe I de matériaux isolants $IRC \geq 600$;
- Groupe II de matériaux isolants $600 > IRC \geq 400$;
- Groupe IIIa de matériaux isolants $400 > IRC \geq 175$;
- Groupe IIIb de matériaux isolants $175 > IRC \geq 100$.

Les lignes de fuite d'une carte à circuit imprimé (CCI) exposée à des conditions d'environnement de degré de pollution 3 doivent être déterminées en se basant sur le Tableau 7 Degré de pollution 3 sous «Autres isolants».

Si la ligne de fuite est nervurée, la ligne de fuite du matériau isolant du groupe I peut alors être appliquée en utilisant un matériau isolant du groupe II, de même que peut être appliquée la ligne de fuite du matériau isolant du groupe II en utilisant un matériau isolant du groupe III. La hauteur des nervures doit être au moins de 2 mm, sauf dans le cas d'un degré de pollution 1.

Concernant les matériaux isolants inorganiques, par exemple verre ou céramique qui ne cheminent pas, la ligne de fuite peut être égale à la distance d'isolement dans l'air associée telle que déterminée dans le Tableau 6.

4.2.6.6.3 Clearance to conductive enclosures

The clearance between any non-insulated live part and the walls of a metal enclosure shall be in accordance with 4.2.6.6.1 following the deformation tests of 5.2.2.5.

If the design clearance is at least 12,7 mm and the clearance required by 4.2.6.6.1 does not exceed 8 mm, the deformation tests may be omitted.

4.2.6.7 Creepage distance

4.2.6.7.1 General

Creepage distances shall be large enough to prevent long-term degradation of the surface of solid insulators, according to Table 7:

For functional, basic and supplementary insulation, the values in Table 7 apply directly. For reinforced insulation, the distances in Table 7 shall be doubled.

When the creepage distance determined from Table 7 is less than the clearance required by 4.2.6.6.1, then it shall be increased to that clearance.

The creepage distance requirement shall not be reduced by testing.

Creepage distances shall be verified by measurement or inspection (see 5.2.2.1).

4.2.6.7.2 Voltage

The voltage in column 1 of Table 7 is the r.m.s. value of the working voltage across the creepage distance. Interpolation is permitted.

4.2.6.7.3 Materials

Insulating materials are classified into four groups corresponding to their comparative tracking index (CTI) when tested according to 6.2 of IEC 60112:

- Insulating material group I $CTI \geq 600$;
- Insulating material group II $600 > CTI \geq 400$;
- Insulating material group IIIa $400 > CTI \geq 175$;
- Insulating material group IIIb $175 > CTI \geq 100$.

Creepage distances on printed wiring boards (PWBs) exposed to pollution degree 3 environmental conditions shall be determined based on Table 7 Pollution degree 3 under "Other insulators".

If the creepage distance is ribbed, then the creepage distance of insulating material of group I may be applied using insulating material of group II and the creepage distance of insulating material of group II may be applied using insulating material of group III. Except at pollution degree 1 the ribs shall be 2 mm high at least.

For inorganic insulating materials, for example glass or ceramic, which do not track, the creepage distance may equal the associated clearance, as determined from Table 6.

Tableau 7 – Lignes de fuite (mm)

Colonne 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tension (4.2.6.7.2) V	CCI ^a		Autres isolants								
	Degré de pollution		Degré de pollution								
	1	2	1	2				3			
	b	c	b	Groupe de matériau isolant				Groupe de matériau isolant			
				I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,40	0,40	0,40		1,0	1,0	1,0	
25	0,025	0,04	0,125	0,50	0,50	0,50		1,25	1,25	1,25	
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53		1,3	1,3	1,3	
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,80	1,1		1,4	1,6		1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,60	0,85	1,20		1,5	1,7		1,9
63	0,04	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25		1,6	1,8		2,0
80	0,063	0,10	0,22	0,67	0,95	1,3		1,7	1,9		2,1
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,0	1,4		1,8	2,0		2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1		2,4
160	0,25	0,40	0,32	0,80	1,1	1,6		2,0	2,2		2,5
200	0,40	0,63	0,42	1,0	1,4	2,0		2,5	2,8		3,2
250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6		4,0
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4,0	4,5		5,0
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0		5,0	5,6		6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0		6,3	7,1		8,0
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3		8,0	9,0		10,0
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0		10,0	11	12,5	^e
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0		12,5	14	16	
1 250	4,2	6,3	4,2	6,3	9	12,5		16	18	20	
1 600	^d	^d	5,6	8,0	11	16		20	22	25	
2 000			7,5	10,0	14	20		25	28	32	
2 500			10,0	12,5	18	25		32	36	40	
3 200			12,5	16	22	32		40	45	50	
4 000			16	20	28	40		50	56	63	
5 000			20	25	36	50		63	71	80	
6 300			25	32	45	63		80	90	100	
8 000			32	40	56	81		100	110	125	
10 000			40	50	71	100		125	140	160	
12 500			50	63	90	125		^d	^d	^d	
16 000			63	80	110	150					
20 000			80	100	140	200					
25 000			100	125	180	250					
32 000			125	160	220	320					

^a Ces Colonnes s'appliquent aussi à tous les composants ou parties des cartes à circuit imprimé et aux autres dispositifs ayant un contrôle de tolérance comparable.

^b Tous groupes de matériaux

^c Tous groupes de matériaux sauf IIIb

^d Les valeurs des lignes de fuite ne sont pas déterminées pour cette plage.

^e les matériaux isolants du groupe IIIb ne sont généralement pas recommandés pour des degrés de pollution 3 supérieurs à 630 V.

4.2.6.8 Revêtement

On peut, au moyen d'un revêtement, assurer un isolement et protéger la surface de la pollution. (voir CEI 60664-3)

Table 7 – Creepage distances (mm)

Column 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Voltage (4.2.6.7.2) V	PWBs ^a		Other insulators								
	Pollution degree		Pollution degree								
	1	2	1	2				3			
	b	c	b	Insulating material group				Insulating material group			
				I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,40	0,40	0,40		1,0	1,0		1,0
25	0,025	0,04	0,125	0,50	0,50	0,50		1,25	1,25		1,25
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53		1,3	1,3		1,3
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,80	1,1		1,4	1,6		1,8
50	0,025	0,04	0,18	0,60	0,85	1,20		1,5	1,7		1,9
63	0,04	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25		1,6	1,8		2,0
80	0,063	0,10	0,22	0,67	0,95	1,3		1,7	1,9		2,1
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,0	1,4		1,8	2,0		2,2
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1		2,4
160	0,25	0,40	0,32	0,80	1,1	1,6		2,0	2,2		2,5
200	0,40	0,63	0,42	1,0	1,4	2,0		2,5	2,8		3,2
250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6		4,0
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4,0	4,5		5,0
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0		5,0	5,6		6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0		6,3	7,1		8,0
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3		8,0	9,0		10,0
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0		10,0	11	12,5	^e
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0		12,5	14	16	
1 250	4,2	6,3	4,2	6,3	9	12,5		16	18	20	
1 600	^d	^d	5,6	8,0	11	16		20	22	25	
2 000			7,5	10,0	14	20		25	28	32	
2 500			10,0	12,5	18	25		32	36	40	
3 200			12,5	16	22	32		40	45	50	
4 000			16	20	28	40		50	56	63	
5 000			20	25	36	50		63	71	80	
6 300			25	32	45	63		80	90	100	
8 000			32	40	56	81		100	110	125	
10 000			40	50	71	100		125	140	160	
12 500			50	63	90	125		^d	^d	^d	
16 000			63	80	110	150					
20 000			80	100	140	200					
25 000			100	125	180	250					
32 000			125	160	220	320					

^a These columns also apply to components and parts on PWBs, and to other insulation arrangements with a comparable control of tolerances.

^b All material groups

^c All material groups except IIIb

^d Values for creepage distances are not determined for this range.

^e Insulating materials of group IIIb are not normally recommended for pollution degree 3 above 630V.

4.2.6.8 Coating

A coating may be used to provide insulation and to protect a surface against pollution (see IEC 60664-3).

4.2.6.9 Essais remplaçant l'espacement

Il n'est pas exigé que les espacements d'isolement fonctionnel sur une carte de circuit imprimé soient en conformité avec 4.2.6.6 et 4.2.6.7 lorsque les exigences suivantes sont satisfaites :

- la carte de circuit imprimé possède un degré d'inflammabilité V-0 (voir CEI 60707 et CEI 60695-11-10);
- le matériau de base de la carte de circuit imprimé possède un IRC minimal de 100;
- l'équipement satisfait à l'essai de fonctionnement anormal pour les cartes de circuit imprimé (voir 5.2.2.2).

4.2.7 Isolant solide

4.2.7.1 Généralités

L'isolant solide doit être conçu pour résister à toute sorte de contraintes. Ces contraintes d'ordre mécanique, électrique, thermique et climatique sont celles qui peuvent survenir en fonctionnement normal. L'isolement doit aussi résister au vieillissement pendant la durée de vie prévue de l'EEP.

4.2.7.2 Exigences sur la capacité en tenue électrique

L'isolant solide doit supporter les contraintes de tension suivantes:

4.2.7.2.1 Isolement principal ou supplémentaire

- Tension de tenue aux chocs selon 5.2.3.1 Tableau 15, colonne 2 ou colonne 4 ou Tableau 16, colonne 2 ou 3, selon le cas;
- Essai en tension alternative ou continue selon 5.2.3.2, colonne 2 du Tableau 17, Tableau 18 ou Tableau 19, selon le cas

4.2.7.2.2 Isolement double ou renforcé:

- Tension de tenue aux chocs selon 5.2.3.1 Tableau 15, colonne 3 ou colonne 5 selon le cas.
- Essai en tension alternative ou continue selon 5.2.3.2, colonne 3 du Tableau 17, Tableau 18 ou Tableau 19, selon le cas.
- Essai de décharge partielle selon 5.2.3.3.

L'essai de décharge partielle doit être effectué sur tous les composants, sous-ensembles et cartes de circuit imprimé en essai sur prélèvement si la distance à travers leur isolement solide est inférieure à 0,5 mm ou si la contrainte de tension de fonctionnement sur l'isolement est supérieure à 5 kV/mm.

Le double isolement doit être conçu de façon telle qu'une défaillance de l'isolement principal ou de l'isolement supplémentaire n'ait pas pour conséquence une réduction des capacités d'isolement de la partie restante de l'isolement.

4.2.7.3 Matériau pelliculé

L'isolement à l'aide de matériaux pelliculés est permis, avec une épaisseur minimale de 0,2 mm, à condition que celui-ci soit employé à l'intérieur de l'équipement et ne soit pas exposé à des contraintes mécaniques en fonctionnement normal.

- L'isolement principal ou supplémentaire comprend au moins une couche de matériau qui satisfait aux exigences du 4.2.7.1 et du 4.2.7.2.1.

4.2.6.9 Testing in lieu of spacings

Spacings for functional insulation on a PWB are not required to comply with 4.2.6.6 and 4.2.6.7 when all the following are satisfied:

- the PWB has flammability rating of V-0 (see IEC 60707 and IEC 60695-11-10); and
- the PWB base material has a minimum CTI of 100; and
- the equipment complies with the PWB abnormal operation test (see 5.2.2.2).

4.2.7 Solid insulation

4.2.7.1 General

Solid insulation shall be designed to withstand the stresses occurring. These include mechanical, electrical, thermal and climatic stresses which are to be expected in normal use. Insulation shall also be resistant to ageing during the projected life of the PDS.

4.2.7.2 Requirements for electrical withstand capability

Solid insulation shall withstand the following voltage stresses:

4.2.7.2.1 Basic or supplementary insulation:

- Impulse withstand voltage according to 5.2.3.1 Table 15, column 2 or column 4, or Table 16, column 2 or 3, as appropriate;
- Test with a.c. or d.c. voltage according to 5.2.3.2, column 2 of Table 17, Table 18, or Table 19, as appropriate.

4.2.7.2.2 Double and reinforced insulation:

- Impulse withstand voltage according to 5.2.3.1 Table 15, column 3 or column 5 as appropriate;
- Test with a.c. or d.c. voltage according to 5.2.3.2, column 3 of Table 17, Table 18, or Table 19, as appropriate;
- Partial discharge test according to 5.2.3.3.

The partial discharge test shall be done on all components, subassemblies and PWB as a sample test if the distance through their solid insulation is less than 0,5 mm, or if the working voltage stress on the insulation is greater than 5 kV/mm.

Double insulation shall be designed so that failure of the basic insulation or of the supplementary insulation will not result in reduction of the insulation capability of the remaining part of the insulation.

4.2.7.3 Thin sheet material

Insulation in thin sheet materials is permitted, with a minimum thickness of 0,2 mm, provided that it is used within the equipment enclosure and is not subject to mechanical stress under normal use.

- Basic or supplementary insulation comprises at least one layer of material, which will meet the requirements of 4.2.7.1 and 4.2.7.2.1.

- L'isolement double comprend au moins deux couches de matériau, chacune d'elles satisfaisant aux exigences de 4.2.7.1 et de 4.2.7.2.1, les deux couches ensemble satisferont aux exigences de 4.2.7.1 et de 4.2.7.2.2.
- L'isolement renforcé comprend une couche unique de matériau qui satisfait aux exigences de 4.2.7.1 et de 4.2.7.2.2.

Toutes les couches peuvent être composées de matériaux différents.

La conformité se vérifie par des calculs sur les propriétés des matériaux et par les essais décrits au 5.2.3.1 et au 5.2.3.3.

4.2.7.4 Cartes à circuits imprimés (CCI)

L'isolement entre les couches conductrices des cartes double face, simple ou multicouche et des cartes imprimées à cœur métallique doit satisfaire aux exigences de 4.2.7.1 et de 4.2.7.2.

Concernant les couches internes des cartes de circuit imprimé multicouche, la distance entre les pistes voisines d'une même couche doit être traitée en tant que ligne de fuite pour degré de pollution 1 et en tant que distance d'isolement dans l'air comme dans l'air. Elle peut être traitée comme un isolant solide si le matériau de base de la carte de circuit imprimé est conforme à CEI 60249-1 et si la carte de circuit imprimé satisfait aux exigences de 4.2.7.1 et de 4.2.7.2.

4.2.7.5 Composants bobinés

L'isolement des fils au moyen d'email ou de vernis ne doit pas être employé pour un isolement principal, supplémentaire, double ou renforcé.

Les composants bobinés doivent répondre aux exigences de 4.2.7.1 et de 4.2.7.2.

Lorsqu'un ruban isolant ou un matériau pelliculé, d'une épaisseur inférieure à 0,2 mm, est utilisé:

- l'isolement principal ou supplémentaire doit avoir au moins deux couches d'isolant;
- l'isolement double et renforcé doit avoir moins trois couches de matériau, chacune d'elles atteignant ou dépassant les exigences d'isolement principal ou supplémentaire et les trois couches ensemble devront atteindre ou dépasser les exigences d'isolement double ou renforcé.

NOTE Une couche de ruban isolant se chevauchant à plus de 50 % est considérée comme constituant deux couches.

Le composant lui-même doit satisfaire pleinement aux exigences données en 4.2.7.1 et en 4.2.7.2. Si le composant possède un isolement double ou renforcé, l'essai de tension du 5.2.3.2 sera effectué en essai individuel de série.

4.2.7.6 Matériaux de remplissage

Un matériau de remplissage peut être utilisé pour réaliser l'isolement ou comme revêtement de protection contre la pollution. Le matériau doit satisfaire aux exigences de 4.2.7.1 et de 4.2.7.2.

- Double insulation comprises at least two layers of material, each of which will meet the requirements of 4.2.7.1 and 4.2.7.2.1, and both layers together will meet the requirements of 4.2.7.1 and 4.2.7.2.2.
- Reinforced insulation comprises a single layer of material, which will meet the requirements of 4.2.7.1 and 4.2.7.2.2.

There is no requirement for all layers of insulation to be of the same material.

Compliance is checked by calculation from the material properties, and by the tests described in 5.2.3.1 to 5.2.3.3.

4.2.7.4 Printed wiring boards (PWBs)

Insulation between conductor layers in double-sided single-layer PWBs, multi-layer PWBs and metal core PWBs, shall meet the requirements in 4.2.7.1 and 4.2.7.2.

For the inner layers of multi-layer PWBs, the distance between adjacent tracks on the same layer shall be treated as creepage distance for pollution degree 1 and clearance as in air. It may be treated as solid insulation if the PWB base material conforms to IEC 60249-1 and the PWB meets the requirements in 4.2.7.1 and 4.2.7.2.

4.2.7.5 Wound components

Varnish or enamel insulation of wires shall not be used for basic, supplementary, double or reinforced insulation.

Wound components shall meet the requirements of 4.2.7.1 and 4.2.7.2.

If insulation tape or thin sheet material less than 0,2 mm thick is used:

- basic or supplementary insulation shall have at least two layers of insulation; and
- double and reinforced insulation shall have at least three layers of material, each of which will meet or exceed the requirements for basic or supplementary insulation and the three layers together will meet or exceed the requirements for double and reinforced insulation.

NOTE One layer of insulation tape wound with more than 50 % overlap is considered to constitute two layers.

The component itself shall pass the requirements given in 4.2.7.1 and 4.2.7.2. If the component has reinforced or double insulation, the voltage test of 5.2.3.2 shall be done as a routine test.

4.2.7.6 Potting materials, etc.

A potting material may be used to provide insulation or to act as a coating to protect against pollution. The insulation material shall comply with the requirements of 4.2.7.1 and 4.2.7.2.

4.2.8 Enveloppes

4.2.8.1 Généralités

Les enveloppes métalliques doivent satisfaire aux essais de flexion du 5.2.2.5.2 ou posséder une épaisseur telle que spécifiée en 4.2.8.2 ou en 4.2.8.3. Les enveloppes métalliques destinées à être installées en extérieur doivent en plus être résistantes à la corrosion.

Les enveloppes en polymère ou les pièces en polymère des enveloppes dont dépend l'intégrité de l'enveloppe électrique doivent satisfaire aux exigences du 4.3.3 et à l'essai de choc de 5.2.2.5.3. Les enveloppes en polymère destinées à un usage en extérieur doivent également être résistantes aux dégradations mécaniques et électriques provoquées par les rayons ultraviolets.

Le constructeur doit spécifier le degré IP de l'enveloppe. Voir 5.2.2.4 pour l'essai.

4.2.8.2 Métaux coulés

L'épaisseur des métaux coulés sous pression, sauf dans le cas des trous taraudés pour conduit exigeant une épaisseur minimale de 6,4 mm, doit:

- ne pas être inférieure à 2,0 mm pour une surface supérieure à 155 cm² ou dont l'une des dimensions est supérieure à 150 mm;
- ne pas être inférieure à 1,2 mm pour une surface inférieure ou égale à 155 cm² et dont aucune dimension n'est supérieure à 150 mm.

La surface soumise à évaluation peut être délimitée par des nervures de renforcement qui subdivisent une plus grande surface.

L'épaisseur de la fonte malléable ou de l'aluminium, du laiton, du bronze ou du zinc coulé en coquille, sauf dans le cas des trous taraudés pour conduit exigeant une épaisseur minimale de 6,4 mm, doit être:

- d'au moins 2,4 mm pour une surface supérieure à 155 cm² ou dont l'une des dimensions est supérieure à 150 mm;
- d'au moins 1,5 mm pour une surface inférieure ou égale à 155 cm² et dont aucune dimension n'est supérieure à 150 mm.

L'épaisseur minimale d'une enveloppe en métal coulé dans du sable doit être de 3,0 mm, sauf à l'emplacement des trous taraudés pour conduit exigeant une épaisseur minimale de 6,4 mm.

4.2.8.3 Tôle

L'épaisseur d'une enveloppe en tôle aux points où le système de câblage doit être raccordé ne doit pas être inférieure à 0,8 mm pour de l'acier nu, à 0,9 mm pour de l'acier zingué et à 1,2 mm pour des métaux non ferreux.

L'épaisseur de l'enveloppe en des points autres que ceux où doit être raccordé le système de câblage, ne doit pas être inférieure à celle spécifiée aux Tableaux 8 et 9.

En ce qui concerne les Tableaux 8 et 9, un châssis support est une structure de tôle à profil rigide angulaire, en U ou replié, fixée de manière rigide et ayant les mêmes encombrements extérieurs que la surface de l'enveloppe ainsi que la rigidité en torsion suffisante pour résister aux moments de flexion exercés par la surface de l'enveloppe, lorsqu'elle est soumise à une flexion.

4.2.8 Enclosures

4.2.8.1 General

Metal enclosures shall comply with the deflection test of 5.2.2.5.2 or have a thickness as specified in 4.2.8.2 or 4.2.8.3. In addition, metal enclosures intended for outdoor use shall be resistant to corrosion.

Polymeric enclosures or polymeric parts, relied on to complete and maintain the integrity of an electrical enclosure, shall comply with the requirements of 4.3.3 and the impact test in 5.2.2.5.3. In addition, polymeric enclosures intended for outdoor use shall be resistant to electrical or mechanical degradation caused by ultra-violet light.

The manufacturer shall specify the IP rating of the enclosure. See 5.2.2.4 for test.

4.2.8.2 Cast metal

Die-cast metal, except at threaded holes for conduit, where a minimum of 6,4 mm is required, shall be:

- not less than 2,0 mm thick for an area larger than 155 cm² or having any dimension larger than 150 mm;
- not less than 1,2 mm thick for an area of 155 cm² or less and having no dimension larger than 150 mm.

The area under evaluation may be bounded by reinforcing ribs subdividing a larger area.

Malleable iron or permanent-mould cast aluminium, brass, bronze, or zinc, except at threaded holes for conduit, where a minimum of 6,4 mm is required, shall be:

- at least 2,4 mm thick for an area greater than 155 cm² or having any dimension more than 150 mm; and
- at least 1,5 mm thick for an area of 155 cm² or less having no dimension more than 150 mm.

A sand-cast metal enclosure shall be a minimum of 3,0 mm thick except at locations for threaded holes for conduit, where a minimum of 6,4 mm is required.

4.2.8.3 Sheet metal

The thickness of a sheet-metal enclosure at points to which a wiring system is to be connected shall be not less than 0,8 mm thick for uncoated steel, 0,9 mm thick for zinc-coated steel, and 1,2 mm thick for non-ferrous metal.

Enclosure thickness at points other than where a wiring system is to be connected shall be not less than that specified in Table 8 or Table 9.

With reference to Table 8 and Table 9, a supporting frame is a structure of angle or channel or folded rigid section of sheet metal, which is rigidly attached to and has the same outside dimensions as the enclosure surface, and which has torsional rigidity to resist the bending moments that are applied by the enclosure surface when it is deflected.

Une structure dont la rigidité est celle d'une structure pourvue d'un châssis comportant des angles ou des profilés en U dispose d'un renfort équivalent. Les constructions ne comportant pas de châssis sont les suivantes:

- une seule feuille de tôle à brides et bords profilés uniques;
- une seule feuille de tôle ondulée ou nervurée;
- les surfaces d'enveloppes non fermement fixées à un châssis, par exemple à l'aide d'attaches à ressort;
- les surfaces d'enveloppes dont l'un des bords ne repose pas sur le châssis.

**Tableau 8 – Epaisseur des tôles d'enveloppes –
Acier au carbone ou acier chromé**

Sans châssis support ^a		Avec châssis support ^a		Epaisseur minimale mm
Largeur maximale mm ^b	Longueur maximale mm ^c	Largeur maximale mm ^c	Longueur maximale mm ^c	
100 120	Non limitée 150	160 170	Non limitée 210	0,6 ^d
150 180	Non limitée 220	240 250	Non limitée 320	0,75 ^d
200 230	Non limitée 290	310 330	Non limitée 410	0,9
320 350	Non limitée 460	500 530	Non limitée 640	1,2
460 510	Non limitée 640	690 740	Non limitée 910	1,4
560 640	Non limitée 790	840 890	Non limitée 1 090	1,5
640 740	Non limitée 910	990 1 040	Non limitée 1 300	1,8
840 970	Non limitée 1 200	1 300 1 370	Non limitée 1 680	2,0
1 070 1 200	Non limitée 1 500	1 630 1 730	Non limitée 2 130	2,5
1 320 1 520	Non limitée 1 880	2 030 2 130	Non limitée 2 620	2,8
1 600 1 850	Non limitée 2 290	2 460 2 620	Non limitée 3 230	3,0

^a Voir 4.2.8.3

^b La largeur représente la plus petite cote d'une pièce rectangulaire en tôle faisant partie d'une enveloppe. Les surfaces voisines d'une enveloppe peuvent avoir des supports communs et n'être faites que d'une seule feuille de tôle.

^c Non limité: ne s'applique que si la surface possède un bord tombé d'au moins 12,7 mm ou lorsqu'elle est fixée aux surfaces voisines qui ne sont normalement pas démontées en cours d'utilisation.

^d L'épaisseur de la tôle d'une enveloppe destinée à un usage en extérieur ne doit pas être inférieure à 0,86 mm.

A structure which is as rigid as one built with a frame of angles or channels has equivalent reinforcing. Constructions without supporting frame include:

- a single sheet with single formed flanges – formed edges;
- a single sheet which is corrugated or ribbed;
- an enclosure surface loosely attached to a frame, for example, with spring clips; and
- an enclosure surface having an unsupported edge.

**Table 8 – Thickness of sheet metal for enclosures –
Carbon steel or stainless steel**

Without supporting frame ^a		With supporting frame ^a		Minimum thickness mm
Maximum width mm ^b	Maximum length mm ^c	Maximum width mm ^c	Maximum length mm ^c	
100	Not limited	160	Not limited	0,6 ^d
120	150	170	210	
150	Not limited	240	Not limited	0,75 ^d
180	220	250	320	
200	Not limited	310	Not limited	0,9
230	290	330	410	
320	Not limited	500	Not limited	1,2
350	460	530	640	
460	Not limited	690	Not limited	1,4
510	640	740	910	
560	Not limited	840	Not limited	1,5
640	790	890	1 090	
640	Not limited	990	Not limited	1,8
740	910	1 040	1 300	
840	Not limited	1 300	Not limited	2,0
970	1 200	1 370	1 680	
1 070	Not limited	1 630	Not limited	2,5
1 200	1 500	1 730	2 130	
1 320	Not limited	2 030	Not limited	2,8
1 520	1 880	2 130	2 620	
1 600	Not limited	2 460	Not limited	3,0
1 850	2 290	2 620	3 230	

^a See 4.2.8.3

^b The width is the smaller dimension of a rectangular piece of sheet metal which is part of an enclosure. Adjacent surfaces of an enclosure are able to have supports in common and be made of a single sheet.

^c Not limited applies only when the edge of the surface is flanged at least 12,7 mm or fastened to adjacent surfaces not normally removed in use.

^d Sheet steel for an enclosure intended for outdoor use shall be not less than 0,86 mm thick.

**Tableau 9 – Epaisseur des tôles d'enveloppes
aluminium, cuivre ou laiton**

Sans châssis support ^a		Avec châssis support ^a		Epaisseur minimale mm
Largeur maximale mm ^b	Longueur maximale mm ^c	Largeur maximale mm ^b	Longueur maximale mm ^c	
75	Non limitée	180	Non limitée	0,6 ^d
90	100	220	240	
100	Non limitée	250	Non limitée	0,75
125	150	270	340	
150	Non limitée	360	Non limitée	0,9
165	200	380	460	
200	Non limitée	480	Non limitée	1,2
240	300	530	640	
300	Non limitée	710	Non limitée	1,5
350	400	760	950	
450	Non limitée	1 100	Non limitée	2,0
510	640	1 150	1 400	
640	Non limitée	1 500	Non limitée	2,4
740	1 000	1 600	2 000	
940	Non limitée	2 200	Non limitée	3,0
1 100	1 350	2 400	2 900	
1 300	Non limitée	3 100	Non limitée	3,9
1 500	1 900	3 300	4 100	

^a Voir 4.2.8.3

^b La largeur représente la plus petite cote d'une pièce rectangulaire en tôle faisant partie d'une enveloppe. Les surfaces voisines d'une enveloppe peuvent avoir des supports communs et n'être faites que d'une seule feuille de tôle.

^c Non limité: ne s'applique que si la surface possède un bord tombé d'au moins 12,7 mm ou lorsqu'elle est fixée aux surfaces voisines qui ne sont normalement pas démontées en cours d'utilisation.

^d L'épaisseur des parois en aluminium, cuivre ou laiton, d'une enveloppe destinée à un usage en extérieur ne doit pas être inférieure à 0,74 mm.

4.2.9 Câblage et raccordements

4.2.9.1 Généralités

Le câblage et les raccordements entre les pièces de l'équipement, et à l'intérieur de chaque partie, doivent être protégés contre tous dégâts mécaniques pendant l'installation. Les isolants et les conducteurs de tous les fils de l'équipement doivent convenir aux conditions d'utilisation électriques, mécaniques, thermiques et environnementales. Les conducteurs pouvant se toucher doivent posséder un niveau d'isolement correspondant à la plus haute tension présente.

NOTE Les réflexions électriques dans un câble moteur alimenté par une source à Modulation de Largeur d'Impulsions (MLI) peuvent provoquer l'apparition de fortes tensions sur le câble qu'il convient de prendre en considération dans le choix des composants de l'EEP.

**Table 9 – Thickness of sheet metal for enclosures:
aluminium, copper or brass**

Without supporting frame ^a		With supporting frame ^a		Minimum thickness mm
Maximum width, mm ^b	Maximum length, mm ^c	Maximum width, mm ^b	Maximum length, mm ^c	
75	Not limited	180	Not limited	0,6 ^d
90	100	220	240	
100	Not limited	250	Not limited	0,75
125	150	270	340	
150	Not limited	360	Not limited	0,9
165	200	380	460	
200	Not limited	480	Not limited	1,2
240	300	530	640	
300	Not limited	710	Not limited	1,5
350	400	760	950	
450	Not limited	1 100	Not limited	2,0
510	640	1 150	1 400	
640	Not limited	1 500	Not limited	2,4
740	1 000	1 600	2 000	
940	Not limited	2 200	Not limited	3,0
1 100	1 350	2 400	2 900	
1 300	Not limited	3 100	Not limited	3,9
1 500	1 900	3 300	4 100	

^a See 4.2.8.3

^b The width is the smaller dimension of a rectangular piece of sheet metal which is part of an enclosure. Adjacent surfaces of an enclosure are able to have supports in common and be made of a single sheet.

^c Not limited applies only when the edge of the surface is flanged at least 12,7 mm or fastened to adjacent surfaces not normally removed in use.

^d Sheet aluminium, copper or brass for an enclosure intended for outdoor use shall be not less than 0,74 mm thick.

4.2.9 Wiring and connections

4.2.9.1 General

The wiring and connections between parts of the equipment and within each part shall be protected from mechanical damage during installation. The insulation and conductors of all wires of the equipment shall be suitable for electrical, mechanical, thermal and environmental conditions of use. Conductors which are able to contact each other shall be provided with insulation rated for the highest voltage present.

NOTE Electrical reflections in a motor cable fed from a Pulse Width Modulated (PWM) source can cause high voltages to appear on the cable, which should be taken into consideration for PDS component selection.

4.2.9.2 Cheminement

Le perçage dans la paroi en tôle de l'enveloppe de l'équipement par lequel passent les fils isolés doit posséder un manchon ou œillet lisse et bien arrondi ou doit avoir une surface lisse et bien arrondie là où reposent les câbles, pour réduire tout risque d'abrasion de l'isolant.

Le cheminement du câblage doit éviter tous bords aiguisés ou non ébarbés, tous filetages, ailettes, pièces amovibles, tiroirs et pièces similaires qui pourraient abraser l'isolant des fils. Le rayon de courbure minimum spécifié par le fournisseur de câble ne doit pas être dépassé.

Les bords des étriers et guides fils, métalliques ou non, utilisés pour le cheminement du câblage interne fixe doivent être lisses et arrondis. L'action de blocage et la surface d'appui doivent être telles que tout frottement ou tout fluage à froid de l'isolement soit impossible. Si l'on utilise des étriers en métal pour des conducteurs dont l'isolement thermoplastique est inférieur à 0,8 mm, une protection mécanique non conductrice doit être prévue.

4.2.9.3 Codage couleur

Les conducteurs isolés, autres que ceux faisant partie d'une nappe ou d'un câble signal multi-fils, identifiés par une couleur verte avec ou sans une ou plusieurs bandes jaunes ne doivent être utilisés que pour les liaisons de protection.

NOTE Le choix de couleur vert ou vert/jaune pour les liaisons de protection est dicté par des dispositions réglementaires nationales.

4.2.9.4 Epissures et raccordements

Toutes les épissures et raccordements doivent être protégés mécaniquement et assurer la continuité électrique.

Les connexions électriques devront être soudées, serties ou bien effectuées de façon sûre. Un joint soudé, autre qu'un composant sur une carte de circuit imprimé doit, de plus, être sécurisé mécaniquement.

Lorsqu'un câblage interne est connecté par une vis de serrage, l'arrangement doit être tel que des fils desserrés ne peuvent pas faire contact:

- avec d'autres parties actives non isolées et n'ayant pas toujours le même potentiel que le fil; ou
- avec des pièces métalliques hors tension.

4.2.9.5 Connexions TBTS et TBTP

Outre les mesures données du 4.2.4.1 au 4.2.4.3 on devra s'assurer que ni une erreur, ni une inversion de polarité des connecteurs ne peuvent provoquer une tension supérieure à la tension déterminante maximale de classe A. Ceci s'applique par exemple aux sous-ensembles débroschables ou autres dispositifs débroschables qui peuvent être branchés sans l'aide d'un outil (clé) ou qui sont accessibles sans l'utilisation d'un outil. Ceci ne s'applique pas à l'appareillage destiné à être installé dans un local électrique fermé.

Si nécessaire, les essais de non-interchangeabilité et de protection contre l'inversion de polarité des connecteurs et des prises doivent être confirmés par un contrôle visuel ainsi que par des essais d'insertion.

4.2.9.6 Interconnexions entre les pièces d'un EEP

Outre la conformité aux exigences données du 4.2.9.1 au 4.2.9.5, les moyens fournis pour l'interconnexion des parties d'un EEP doivent satisfaire aux exigences suivantes ou à celles du 4.2.9.7.

4.2.9.2 Routing

A hole through which insulated wires pass in a sheet metal wall within the enclosure of the equipment shall be provided with a smooth, well-rounded bushing or grommet or shall have smooth, well-rounded surfaces upon which the wires bear to reduce the risk of abrasion of the insulation.

Wires shall be routed away from sharp edges, screw threads, burrs, fins, moving parts, drawers, and similar parts, which abrade the wire insulation. The minimum bend radius specified by the wire manufacturer shall not be violated.

Clamps and guides, either metallic or non-metallic, used for routing stationary internal wiring shall be provided with smooth, well-rounded edges. The clamping action and bearing surface shall be such that abrasion or cold flow of the insulation does not occur. If a metal clamp is used for conductors having thermoplastic insulation less than 0,8 mm, non-conducting mechanical protection shall be provided.

4.2.9.3 Colour coding

Insulated conductors, other than those which are integral to ribbon cable or multi-cord signal cable, identified by the colour green with or without one or more yellow stripes shall not be used for other than protective bonding.

NOTE The choice of green or green/yellow for the protective bonding is covered by national regulations.

4.2.9.4 Splices and connections

All splices and connections shall be mechanically secure and shall provide electrical continuity.

Electrical connections shall be soldered, welded, crimped, or otherwise securely connected. A soldered joint, other than a component on a PWB, shall additionally be mechanically secured.

When stranded internal wiring is connected to a wire-binding screw, the construction shall be such that loose strands of wire do not contact:

- other uninsulated live parts not always of the same potential as the wire; or
- de-energized metal parts.

4.2.9.5 SELV and PELV connections

In addition to measures given in 4.2.4.1 to 4.2.4.3 it shall be ensured that neither error nor polarity reversal of connectors can lead to a higher voltage than the maximum decisive voltage class A. This applies for example to plug-in sub-assemblies or other plug-in devices which can be plugged in without the use of a tool (key) or which are accessible without the use of a tool. This does not apply to equipment intended to be installed in closed electrical operating areas.

If required, testing of non-interchangeability and protection against polarity reversal of connectors, plugs and socket outlets shall be confirmed by inspection and trial insertion.

4.2.9.6 Interconnections between parts of the PDS

In addition to complying with the requirements given in 4.2.9.1 to 4.2.9.5, the means provided for the interconnection between parts of the PDS shall comply with the following requirements or those of 4.2.9.7.

Les assemblages de câbles et les cordons flexibles fournis pour l'interconnexion entre les parties d'un équipement ou entre les parties d'un système doivent être du type de ceux évalués pour le service ou l'usage auxquels ils sont destinés et doivent posséder des manchons et des supports d'attache.

Le mauvais alignement des connecteurs mâle et femelle, l'insertion d'un connecteur multipoint mâle dans un connecteur femelle autre que celui destiné à le recevoir et d'autres manipulations de parties qui sont accessibles à l'opérateur ne doivent pas pouvoir provoquer de dégâts matériels ou de risques d'incendie, de chocs électriques ou de blessures.

Lorsque des câbles externes d'interconnexion sont terminés par une prise qui se branche sur un réceptacle situé sur une surface externe de l'enveloppe, il ne doit pas y avoir de risque de choc électrique au niveau des contacts exposés, ni sur la prise, ni sur le réceptacle, lors de la déconnexion.

NOTE Un circuit asservi au câble, mettant hors tension les contacts exposés lorsque le câble est déconnecté satisfait aux intentions de ces exigences.

4.2.9.7 Raccordement de l'alimentation

Un EEP destiné à être raccordé de manière permanente à l'alimentation doit pouvoir être relié au système de câblage en vigueur conformément aux exigences relatives à son site d'installation. Les points de raccordement prévus doivent être disposés de façon appropriée pour interdire toute possibilité de brins de fil libres réduisant l'espacement entre les conducteurs lorsque l'installation est effectuée avec la plus grande attention.

4.2.9.8 Bornes

4.2.9.8.1 Exigences de construction

Toutes les pièces qui maintiennent le contact et véhiculent le courant doivent être d'un métal ayant la solidité mécanique adéquate.

Les connexions des bornes doivent être telles que les conducteurs puissent être connectés au moyen de vis, de connexion à ressort ou d'autres moyens équivalents de façon à maintenir la pression de contact nécessaire.

Les bornes doivent être réalisées de façon telle que les conducteurs puissent être fixés entre les surfaces appropriées sans dégâts significatifs tant sur les conducteurs que sur les bornes.

Les bornes ne doivent pas permettre un déplacement des conducteurs ou un déplacement d'elles même ayant pour effet de nuire au bon fonctionnement de l'équipement et l'isolement ne doit pas être réduit au-dessous de ses valeurs nominales.

Les exigences de ce paragraphe sont satisfaites par l'utilisation de bornes conformes à la CEI 60947-7-1 ou la CEI 60947-7-2, selon le cas.

4.2.9.8.2 Capacité de raccordement

Les bornes doivent pouvoir accueillir les conducteurs spécifiés dans les manuels d'installation et de réparation (voir 6.3.6.4) et les câbles conformément aux règles de câblage applicables à l'installation. Les bornes doivent satisfaire aux essais de température du 5.2.3.9. Les bornes doivent aussi convenir pour des conducteurs ayant au moins une taille deux fois inférieure selon les valeurs données dans la colonne appropriée du Tableau D.1.

Les valeurs de section normalisées pour les conducteurs ronds en cuivre sont présentées en Annexe D, où l'on trouve également les correspondances approximatives entre les tailles métriques ISO et les tailles AWG/MCM.

Cable assemblies and flexible cords provided for interconnection between sections of equipment or between units of a system shall be of a type which is evaluated for the service or use involved and shall be provided with bushings and strain relief.

Misalignment of male and female connectors, insertion of a multipin male connector in a female connector other than the one intended to receive it, and other manipulations of parts which are accessible to the operator shall not result in mechanical damage or a risk of fire, electric shock, or injury to persons.

When external interconnecting cables terminate in a plug which mates with a receptacle on the external surface of an enclosure, no risk of electric shock shall exist at exposed contacts of either the plug or receptacle when disconnected.

NOTE An interlock circuit in the cable to de-energize the exposed contacts whenever an end of the cable is disconnected meets the intent of these requirements.

4.2.9.7 Supply connections

A PDS intended for permanent connection to the power supply shall have provision for connection to the applicable wiring system in accordance with the requirements where it is being installed. The connection points provided shall be of appropriate construction to preclude the possibility of loose strands reducing the spacing between conductors when careful attention is paid to installation.

4.2.9.8 Terminals

4.2.9.8.1 Construction requirements

All parts of terminals which maintain contact and carry current shall be of metal having adequate mechanical strength.

Terminal connections shall be such that the conductors can be connected by means of screws, springs or other equivalent means so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained.

Terminals shall be so constructed that the conductors can be clamped between suitable surfaces without any significant damage either to conductors or terminals.

Terminals shall not allow the conductors to be displaced or be displaced themselves in a manner detrimental to the operation of equipment and the insulation shall not be reduced below the rated values.

The requirements of this subclause are met by using terminals complying with IEC 60947-7-1 or IEC 60947-7-2, as appropriate.

4.2.9.8.2 Connecting capacity

Terminals shall be provided which accommodate the conductors specified in the installation and maintenance manuals (see 6.3.6.4) and cables in accordance with the wiring rules applicable at the installation. The terminals shall meet the temperature rise test of 5.2.3.9. The terminals shall also be suitable for conductors of the same type at least two sizes smaller, as given in the appropriate column of Table D.1.

Standard values of cross-section of round copper conductors are shown in Annex D, which also gives the approximate relationship between ISO metric and AWG/MCM sizes.

4.2.9.8.3 Raccordement

Les bornes de raccordement des conducteurs externes doivent être facilement accessibles pendant l'installation.

Les vis et écrous de serrage ne doivent pas servir à fixer d'autres composants bien qu'ils puissent maintenir les bornes en place ou empêcher leur rotation.

4.2.9.8.4 Espace de courbure des câbles de 10 mm² et plus

Pour les appareillages de la basse tension, la distance entre une borne de raccordement au réseau d'alimentation ou entre les parties importantes de l'EEP (par exemple: moteur, transformateur, MEP/MEC) et l'obstacle vers lequel est dirigé le fil partant de la borne, doit être au moins celle spécifiée dans le Tableau 10. Pour les appareillages de la haute tension, l'espace de courbure des fils doit être tel que les conducteurs d'interconnexion entre les parties de l'EEP ou de raccordement à l'alimentation n'accusent pas un rayon de courbure inférieure à huit fois le diamètre total pour les conducteurs non blindés et 12 fois le diamètre total pour les conducteurs blindés ou recouverts de plomb.

Tableau 10 – Espace de courbure des fils des bornes à enveloppe

Section du fil mm ²	Espace de courbure minimal, borne à enveloppe mm		
	Nombre de fils par borne		
	1	2	3
10 – 16	40	–	–
25	50	–	–
35	65	–	–
50	125	125	180
70	150	150	190
95	180	180	205
120	205	205	230
150	255	255	280
185	305	305	330
240	305	305	380
300	355	405	455
350	355	405	510
400	455	485	560
450	455	485	610

4.2.10 Exigences de court-circuit

Le fabricant doit spécifier une valeur nominale de courant de court-circuit pour les sorties puissance des MEP/MEC.

Les circuits auxiliaires peuvent être classifiés comme étant protégés contre les courts-circuits, protégés contre les courts-circuits sous condition ou non protégés.

Un court-circuit, quelle que soit sa durée, qui se produit en fonctionnement normal au niveau d'une borne d'une circuit auxiliaire protégé contre les courts-circuits ne doit pas provoquer un échauffement inacceptable ou un endommagement des parties de l'EEP. Après élimination du court-circuit, l'EEP doit de nouveau être entièrement opérationnel sans remplacer des composants ou prendre d'autres mesures. (par exemple une opération de ré enclenchement)

4.2.9.8.3 Connection

Terminals for connection to external conductors shall be readily accessible during installation.

Clamping screws and nuts shall not serve to fix any other component although they may hold the terminals in place or prevent them from turning.

4.2.9.8.4 Wire bending space for wires 10 mm² and greater

For low-voltage equipment, the distance between a terminal for connection to the main supply, or between major parts of the PDS (for example, motor, transformer, BDM/CDM), and an obstruction toward which the wire is directed upon leaving the terminal shall be at least that specified in Table 10. For high-voltage equipment, the wire bending space shall be such that conductors for interconnection between parts of the PDS or to the main supply are not bent to a radius less than eight times the overall diameter for non-shielded conductors, or 12 times the overall diameter for shielded or lead-covered conductors.

Table 10 – Wire bending space from terminals to enclosure

Size of wire mm ²	Minimum bending space, terminal to enclosure		
	mm		
	Wires per terminal		
	1	2	3
10 – 16	40	-	-
25	50	-	-
35	65	-	-
50	125	125	180
70	150	150	190
95	180	180	205
120	205	205	230
150	255	255	280
185	305	305	330
240	305	305	380
300	355	405	455
350	355	405	510
400	455	485	560
450	455	485	610

4.2.10 Short-circuit requirements

The manufacturer shall specify a short-circuit current rating for the power outputs of the BDM/CDM.

Auxiliary circuits may be classified as short-circuit proof, conditionally short-circuit proof or non-short-circuit proof.

A short circuit of any duration which occurs at rated operation at any short-circuit proof auxiliary circuit terminal shall not cause unacceptable heating or any damage to parts of the PDS. After elimination of the short-circuit, the PDS shall be again completely operable without replacing any components or without taking any other measures (for example switching operations). When the manufacturer identifies several auxiliary circuits to be short-circuit proof simultaneously, the test shall be performed accordingly.

Lorsque le fabricant identifie plusieurs circuits auxiliaires protégés contre des courts-circuits simultanément, l'essai doit être exécuté en conséquence.

En cas de court-circuit aux entrées ou sorties d'un circuit protégé sous conditions, seuls les dispositifs de protection spécifiés doivent répondre (par exemple fusibles, commutateurs, verrouillages électroniques, limiteur de courant électronique).

En cas de court-circuit aux entrées ou sorties d'un circuit non protégé, l'EEP peut être endommagé. La protection contre les chocs électriques et les risques énergétiques doit toutefois être maintenue.

Voir 5.2.3.6 pour les essais.

4.2.11 Compatibilité avec les dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR)

Un défaut d'isolement ou un contact direct avec certains types de circuits d'EEP peuvent provoquer des courants à composante continue dans le conducteur de protection qui, par conséquent, réduisent la sensibilité d'un DDR de type A ou AC (voir CEI 60755).

Ainsi, avant raccordement à une alimentation protégée par un DDR, la compatibilité du type de DDR avec l'EEP doit être vérifiée. L'Annexe E donne les lignes directrices pour le choix du type de DDR.

L'EEP doit satisfaire à l'une des conditions suivantes:

- a) Un EEP mobile monophasé de courant d'entrée nominale inférieure ou égale à 16 A ou un appareillage triphasé non professionnel doit être conçu pour être compatible avec un DDR de type A.
- b) Un EEP mobile monophasé de courant d'entrée nominale supérieure à 16 A ou un appareillage triphasé professionnel pouvant provoquer un courant continu doit comporter, dans son manuel d'exploitation, l'avertissement ci-dessous et le symbole B.3.1 de l'ISO 3864. Le symbole doit aussi apparaître sur l'EEP.
- c) Un EEP raccordé en permanence pouvant provoquer un courant continu doit comporter, dans son guide d'exploitation, l'avertissement ci-dessous et le symbole B.3.1 de l'ISO 3864. Le symbole doit aussi apparaître sur l'EEP.

L'avertissement doit être: *«Ce produit peut provoquer du courant continu dans le conducteur de protection. Lorsqu'un dispositif de protection à courant différentiel résiduel (DDR) est utilisé pour la protection en cas de contact direct ou indirect, seul un DDR de type B est permis du côté de l'alimentation du produit. Si tel n'est pas le cas une autre mesure de protection doit être appliquée telle que la séparation de l'environnement par un isolement double ou renforcé ou par un isolement du système d'alimentation par un transformateur.»*

NOTE Lors de la conception et la réalisation d'installations électriques, il convient de prendre soin aux DDR de Type B. Il convient que tous les DDR en aval d'un DDR de type B, jusqu'au transformateur d'alimentation, soient de type B.

4.2.12 Décharge de condensateurs

Les condensateurs à l'intérieur d'un EEP doivent être déchargés à une tension inférieure à 60 V ou à une charge résiduelle inférieure à 50 μ C, dans les 5 s suivant la coupure de l'alimentation de l'EEP. Si cette exigence ne peut être satisfaite pour des raisons fonctionnelles ou autres, le symbole d'avertissement B.3.6 de l'ISO 3864 (voir Annexe B) et la mention «charge emmagasinée» doivent être apposés à un endroit bien visible de l'enveloppe, sur la barrière de protection des condensateurs ou sur tout autre point proche du ou des condensateurs concernés (en fonction de la construction). Le temps requis pour la décharge des condensateurs après coupure de l'alimentation de l'EEP doit figurer dans le guide d'exploitation. Voir 5.2.3.7 pour les essais et 6.5.3 pour le marquage.

NOTE Cette exigence s'applique également aux condensateurs utilisés pour la correction du facteur de puissance, le filtrage, etc.

In the case of a short-circuit at the conditionally short-circuit proof inputs or outputs only the prescribed protective devices shall respond (for example fuses, switches, electronic interlocks, electronic current limiter).

In the case of a short-circuit at the non-short-circuit proof inputs or outputs, damage to the PDS can occur. However, protection against electric shock and energy hazards shall be maintained.

See 5.2.3.6 for tests

4.2.11 Residual Current Device (RCD) compatibility

An insulation fault or direct contact with certain types of PDS circuits can cause current with a d.c. component to flow in the protective conductor and thus reduce the sensitivity of an RCD of type A or AC (see IEC 60755).

Therefore, before connecting to a supply protected by an RCD, the compatibility of the RCD type with the PDS shall be verified. Annex E gives guidelines to assist with the selection of the RCD type.

The PDS shall satisfy one of the following conditions.

- a) A movable single-phase PDS with rated input current less than or equal to 16 A, and three-phase non-professional equipment, shall be designed to be compatible with an RCD of type A.
- b) A Movable single-phase PDS with rated input greater than 16 A, or three-phase professional equipment, which can cause d.c. current, shall have the caution notice below and the symbol B.3.1 of ISO 3864 in the operating manual, and the caution symbol on the PDS.
- c) A permanently connected PDS, which can cause d.c. current, shall have the caution notice below and the symbol B.3.1 of ISO 3864 in the operating manual, and the caution symbol on the PDS.

The caution notice shall be: *"This product can cause a d.c. current in the protective conductor. Where a residual current device (RCD) is used for protection in case of direct or indirect contact, only an RCD of Type B is allowed on the supply side of this product. Otherwise, another protective measure shall be applied, such as separation from the environment by double or reinforced insulation, or isolation from the supply system by a transformer."*

NOTE For design and construction of electrical installations, care should be taken with RCDs of Type B. All the RCDs upstream from an RCD of Type B up to the supply transformer should be of Type B.

4.2.12 Capacitor discharge

Capacitors within a PDS shall be discharged to a voltage less than 60 V, or to a residual charge less than 50 μC , within 5 s after the removal of power from the PDS. If this requirement is not achievable for functional or other reasons, the warning symbol B.3.6 of ISO 3864 (see Annex B) and a notice *Stored charge* shall be placed in a clearly visible position on the enclosure, the capacitor protective barrier, or at a point close to the capacitor(s) concerned (depending on the construction). The time required for the capacitors to discharge after the removal of power from the PDS shall be stated in the instruction manual. See 5.2.3.7 for test and 6.5.3 for marking.

NOTE This requirement also applies to capacitors used for power factor correction, filtering, etc.

Dans le cas des prises ou des dispositifs similaires qui peuvent être déconnectés sans utilisation d'un outil, le fait de les débrancher découvrant les conducteurs (par exemple les broches), le temps de décharge ne doit pas excéder 1s. Dans le cas contraire, ces conducteurs doivent être protégés contre le contact direct selon un degré au moins égal à IP2X ou IPXXB. Lorsque ni le temps de décharge de 1s, ni la protection d'au moins IP2X ou IPXXB ne peuvent être satisfaits, on doit employer des dispositifs supplémentaires de coupure ou un dispositif d'alarme approprié.

4.2.13 Conditions d'accès aux produits de la haute tension

Les parties sous haute tension (transformateur, convertisseur, moteur. etc.) doivent être protégées par une enveloppe conforme à CEI 60204-11 en rapport avec la sécurité des personnes.

a) Conditions de fonctionnement

Un dispositif d'interverrouillage des portes doit empêcher tout accès à l'intérieur de l'enveloppe de la partie haute tension du convertisseur lorsque les principaux disjoncteurs fournissant la haute tension au circuit sont fermés et si des parties actives n'ont pas été reliées à la terre (voir b)).

b) accès pour maintenance – instructions de mise à la terre

Un sectionneur de terre doit être fourni pour mettre à la terre les pièces importantes sous tension de l'EEP, selon 16.1 de la CEI 60204-11. Les contacts de mise à la terre ou un moyen d'indiquer que les contacts du sectionneur sont fermés, doivent être visibles par le personnel de maintenance avant qu'il n'ait accès à l'équipement.

NOTE Dans des cas particuliers, (par exemple, convertisseur à charge commutée), deux sectionneurs de terre (un côté réseau, un côté charge) peuvent être exigés.

La mise à la terre s'effectue après le temps normal de décharge indiqué par le fabricant du convertisseur. On doit veiller à ce que cette action soit sans danger même en cas de panne du circuit de décharge. On doit également veiller à ce que, sur le côté entrée ou côté sortie, les capacités parasites des câbles, moteur et/ou transformateur soient aussi déchargées avant que tout accès aux parties sous tension ne soit possible. Les exigences du 4.2.1.2 s'appliquent.

Pour les parties qui ne sont pas directement mises à la terre par un sectionneur de terre, les fabricants de composants doivent fournir les instructions de sécurité pour effectuer la mise à la terre. (voir 6.3.6.7)

4.3 Protection contre les risques thermiques

4.3.1 Limitation du risque d'inflammation

Le risque d'inflammation dû aux températures importantes doit être minimisé par le bon choix et la bonne utilisation des composants et par une fabrication adéquate.

Les composants électriques doivent être utilisés de façon telle que leur température maximale de fonctionnement en conditions normales de charge soit inférieure à celle nécessaire à l'inflammation des matériaux environnants avec lesquels il est probable qu'ils entrent en contact. Les limites du Tableau 11 ne doivent pas être dépassées pour les matériaux environnants.

Lorsqu'il n'est pas pratique de protéger les composants contre la surchauffe en condition de défaut, tous les matériaux en contact avec de tels composants doivent être de classe d'inflammabilité V-1 ou mieux.

4.3.2 Matériaux isolants

Un matériau utilisé pour le support d'une partie active non isolée doit satisfaire aux exigences suivantes.

In the case of plugs or similar devices that may be disconnected without the use of a tool, the withdrawal of which results in the exposure of conductors (e.g. pins), the discharge time shall not exceed 1 s. Otherwise such conductors shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB. If neither a discharge time of 1 s nor a protection of at least IP2X or IPXXB can be achieved, additional disconnecting devices or an appropriate warning device shall be applied.

4.2.13 Access conditions for high-voltage product

The high voltage sections (transformer, converter, motor, etc.) shall be protected by an appropriate housing enclosure according to IEC 60204-11 with respect to personnel safety.

a) Operating conditions

Interlocking doors shall prevent any access inside the enclosure of the high voltage converter section when main circuit breaker(s) providing the high voltage to the circuit are on, and if live parts have not been earthed (see b)).

b) Access for maintenance – earthing instructions

An earthing switch shall be provided for earthing major live parts of the PDS in accordance with subclause 16.1 of IEC 60204-11. The earthing contacts, or an indication that the contacts of the switches are closed, shall be visible by the maintenance personnel before they access the equipment.

NOTE In particular cases, (for example, load-commutated inverters) two earthing switches (one line side, one load side) can be required.

The earthing operation is performed after the normal discharge time stated by the converter manufacturer. Care shall be taken that this is a safe operation even in case of failure of the discharge circuit. Care shall also be taken that on the input and output side the stray capacitance of cables, motor and/or transformer shall be discharged before possible access to live parts. The requirements of 4.2.12 apply.

For parts which are not directly earthed by an earthing switch the component manufacturers shall provide safe instructions to perform earthing (see 6.3.6.7).

4.3 Protection against thermal hazards

4.3.1 Minimizing the risk of ignition

The risk of ignition due to high temperature shall be minimized by the appropriate selection and use of components and by suitable construction.

Electrical components shall be used in such a way that their maximum working temperature under normal load conditions is less than that necessary to cause ignition of the surrounding materials with which they are likely to come into contact. The limits Table 11 shall not be exceeded for the surrounding material.

Where it is not practical to protect components against overheating under fault conditions, all materials in contact with such components shall be of flammability class V-1 or better.

4.3.2 Insulating materials

A material which is used for the direct support of an uninsulated live part shall comply with the following requirements.

Le matériau isolant doit convenir à la température maximale qu'il atteint telle que déterminée par l'essai de température de 5.2.3.9. On doit considérer si le matériau isolant donne ou ne donne pas de surcroît une solidité mécanique et si la partie peut être ou pas sujette à des impacts pendant le fonctionnement.

Le matériau isolant doit satisfaire à l'essai de rougeoiement de fil décrit au 5.2.5.3 à la température d'essai de 850 °C. Une alternative peut être d'utiliser l'essai d'inflammation au fil chaud du 5.2.5.4.

Le matériau isolant doit avoir un IRC de 100 ou supérieur.

Lorsqu'un matériau isolant est utilisé dans un dispositif qui comprend des contacts et qu'il est situé à moins de 12,7 mm de ces contacts, il doit satisfaire à l'essai de formation d'arc à courant élevé du 5.2.5.1 ou à l'essai de résistance à l'arc d'un produit fini du 5.2.5.2.

NOTE 1 Un matériau est jugé comme étant typiquement en support direct d'une partie active non isolée lorsque:

- a) il est en contact physique direct avec la partie active non isolée; et
- b) Il sert à supporter physiquement ou à maintenir dans une position relative la partie active non isolée.

NOTE 2 Le fabricant peut fournir des données provenant du fournisseur du matériau isolant pour prouver la conformité à ces exigences.

4.3.3 Inflammabilité des matériaux de l'enveloppe

Les matériaux utilisés pour l'enveloppe de l'EEP doivent satisfaire aux exigences du 5.2.5.5.

Les métaux, les matières céramiques et le verre trempé résistant à la chaleur, armé ou feuilleté sont considérés comme satisfaisant sans subir d'essai.

Les matériaux sont considérés comme satisfaisant sans essai si, pour l'épaisseur minimale utilisée, ils sont de classe d'inflammabilité 5V, selon CEI 60707.

Les composants bouchant une ouverture dans une enveloppe et qui sont destinés à être installés à cet effet n'ont pas besoin d'être évalués quant aux exigences d'inflammabilité de 5.2.5.5, pourvu que ces composants satisfassent aux aspects d'inflammabilité de la norme CEI composant applicable.

NOTE A titre d'exemples, ces composants peuvent être des porte-fusibles, des interrupteurs, des voyants lumineux, des connecteurs et des prises de courant de l'appareil.

La conformité se vérifie par examen et, si nécessaire, par essai.

NOTE Le fabricant peut fournir des informations provenant du fournisseur de matériau isolant pour démontrer la conformité à ces exigences.

Tous les composants doivent être installés dans une enveloppe à l'exception:

- des câblages et câbles convenant à une utilisation en dehors d'une enveloppe;
- des moteurs qui satisfont aux articles applicables de la CEI 60034;
- des composants d'un circuit secondaire de transformateur qui satisfont à l'un des critères suivants:
 - Il s'agit d'un circuit TBTP ou TBTS et le courant disponible est limité à une valeur n'excédant pas 8 A, mesurée après 1 min de fonctionnement; ou
 - Il s'agit d'un circuit TBTP ou TBTS et la puissance disponible pour le circuit est limitée à une valeur inférieure à 15 W.

The insulating material shall be suitable for the maximum temperature it attains as determined by the temperature rise test of 5.2.3.9. Consideration shall be given as to whether or not the insulating material additionally provides mechanical strength and whether or not the part can be subject to impact during use.

The insulating material shall comply with the glow-wire test described in 5.2.5.3 at a test temperature of 850 °C. The alternative hot wire ignition test of 5.2.5.4 may be used.

The insulating material shall have a CTI of 100 or greater.

Where an insulating material is used in a device that incorporates contacts, and is within 12,7 mm of the contacts, it shall comply with the high current arcing ignition test of 5.2.5.1 or the end product arc resistance test of 5.2.5.2.

NOTE 1 A material is typically considered to be in direct support of an uninsulated live part when:

- a) it is in direct physical contact with the uninsulated live part; and
- b) it serves to physically support or maintain the relative position of the uninsulated live part.

NOTE 2 The manufacturer may provide data from the insulating material supplier to demonstrate compliance with these requirements.

4.3.3 Flammability of enclosure materials

Materials used for enclosures of PDS shall meet the test requirements of 5.2.5.5.

Metals, ceramic materials, and glass which is heat-resistant tempered, wired or laminated, are considered to comply without test.

Materials are considered to comply without test if, in the minimum thickness used, the material is of flammability class 5V according to IEC 60707.

Components which fill an opening in an enclosure, and which are intended to be mounted in this way, need not be evaluated for compliance with the flammability requirements of 5.2.5.5, provided that the components comply with the flammability aspects of the relevant IEC component standard.

NOTE Examples of these components are fuse-holders, switches, pilot lights, connectors and appliance inlets.

Compliance is checked by examination and, where necessary, by test.

NOTE The manufacturer can provide data from the insulating material supplier to demonstrate compliance with these requirements.

All components are required to be installed in an enclosure except:

- wiring and cables suitable for use outside of an enclosure;
- motors which comply with the applicable parts of IEC 60034;
- components in a secondary circuit of a transformer which meets one of the following criteria:
 - the circuit is a PELV or SELV circuit and the current available is limited to a value not exceeding 8 A measured after one minute of operation; or
 - the circuit is a PELV or SELV circuit and the power available to the circuit is limited to a value less than 15 W.

4.3.4 Limites de température

4.3.4.1 Parties internes

L'équipement et ses pièces qui le composent ne doivent pas atteindre des températures dépassant celles du Tableau 11 lorsqu'ils sont en essai aux valeurs nominales de l'équipement.

Tableau 11 – Températures maximales mesurées pour les composants et matériaux internes

Matériaux et composants		Méthode thermomètre °C	Méthode résistance °C
1	Conducteurs isolés en caoutchouc ou thermoplastique ^a	75	
2	Bornes utilisateur ^b	c	
3	Bus et barrettes ou barres de raccordement	d	
4	Systèmes d'isolement		
	Classe A (105)	105	125
	Classe E (120)	120	135
	Classe B (130)	125	145
	Classe F (155)	135	155
	Classe H (180)	155	175
	Classe N (220)	195	215
5	Composition phénolique ^a	165	
6	Sur matériau résistant nu, méthode thermocouple	415	
7	Condensateur	e	
8	Semi-conducteurs de puissance	f	
9	Carte de circuit imprimé	g	
10	Matériel de refroidissement d'eau	70	
^a La limitation sur les compositions à base de phénol et sur les isolants en caoutchouc et thermoplastique ne s'applique pas aux composants qui ont été examinés et qui se sont révélés satisfaire aux exigences pour des températures supérieures. ^b La température d'une borne de raccordement ou d'une cosse est mesurée au point où il y a le plus grand risque qu'elle entre en contact avec l'isolant d'un conducteur installé en fonctionnement réel. ^c La température maximale de la borne ne doit pas dépasser de plus de 15 °C la température nominale de l'isolant du conducteur ou du câble, spécifiée par le fabricant (voir 6.3.6.4). ^d La limite ne s'applique qu'aux jeux de barres et aux barrettes de raccordement utilisés pour la distribution de puissance dans les EEP. Cette limite ne s'applique pas aux petites pièces de cuivre situées dans les EEP et utilisées pour le maintien des ensembles à contact fixe ou aux bornes utilisateur ou usine. Les températures maximales pour ce type de produit sont déterminées par les limitations de température du matériau de support, le matériau des parties voisines ou par la température maximale du cuivre: 140 °C, selon celle qui procure la plus basse température. Il ne doit pas y avoir déformation de la structure de l'assemblage, de parties qui se désolidarisent, de craquellement ou d'effritement de matière, de perte d'élasticité de ressort, de recuison de pièces ou autres dégâts visibles. ^e Pour un condensateur, la température maximale spécifiée par le constructeur ne doit pas être dépassée. ^f La température maximale du boîtier doit être la température maximale de boîtier pour la puissance à dissiper spécifiée par le fabricant du semi-conducteur. ^g La température maximale de fonctionnement de la carte de circuit imprimé ne doit pas être dépassée.			

4.3.4 Temperature limits

4.3.4.1 Internal parts

Equipment and its component parts shall not attain temperatures in excess of those in Table 11 when tested in accordance with the ratings of the equipment.

Table 11 – Maximum measured temperatures for internal materials and components

Materials and components		Thermometer method °C	Resistance method °C
1	Rubber- or thermoplastic-insulated conductors ^a	75	
2	User terminals ^b	c	
3	Buses and connecting straps or bars	d	
4	Insulation systems		
	Class A (105)	105	125
	Class E (120)	120	135
	Class B (130)	125	145
	Class F (155)	135	155
	Class H (180)	155	175
	Class N (220)	195	215
5	Phenolic composition ^a	165	
6	On bare resistor material, Thermometer method	415	
7	Capacitor	e	
8	Power switching semiconductors	f	
9	PWBs	g	
10	Liquid cooling medium	70	

^a The limitation on phenolic composition and on rubber and thermoplastic insulation does not apply to compounds which have been investigated and found to meet the requirements for a higher temperature.

^b The temperature on a wiring terminal or lug is measured at the point most at risk of being contacted by the insulation of a conductor installed as in actual service.

^c The maximum terminal temperature shall not exceed 15 °C more than the insulation temperature rating of the conductor or cable specified by the manufacturer (see 6.3.6.4).

^d The limit applies only to bus bars and connecting straps used for distribution of power within PDS. The limit does not apply to short pieces of copper located within PDS and used for the support of stationary contact assemblies or factory or user terminals. The maximum temperatures for this type of construction are determined by the temperature limitations on the support material, adjacent part material, or 140 °C maximum temperature on the copper material, whichever is the lowest. There shall be no structural deterioration of the assembly, loosening of parts, cracking or flaking of material, loss of temper of spring, annealing of parts, or other visible damage.

^e For a capacitor, the maximum temperature specified by the manufacturer shall not be exceeded.

^f The maximum temperature on the case shall be the maximum case temperature for the applied power dissipation specified by the semiconductor manufacturer.

^g The maximum operating temperature of the PWB shall not be exceeded.

4.3.4.2 Parties externes

La température maximale des parties extérieures accessibles de l'EEP doit être en conformité avec le Tableau 12. Il est permis que des parties aient des températures dépassant ces valeurs, mais alors elles doivent être marquées d'un avertissement tel que donné en 6.4.4.4.

Tableau 12 – Températures maximales mesurées pour les parties externes de l'EEP

Partie	Matériau	
	Métal °C	Thermoplastique ou verre °C
Dispositifs manipulés par un opérateur (boutons, poignées, interrupteurs, afficheurs, etc.).	55	65
Parties de l'enveloppe accessible à l'utilisateur occasionnellement (voir NOTE)	70	80
Parties de l'enveloppe en contact avec les matériaux de construction de l'installation.	90	90
NOTE Les parties avec des températures dépassant ces valeurs doivent être marquées d'un avertissement tel que donné en 6.4.4.4.		

4.4 Protection contre les risques énergétiques

4.4.1 Dangers dus à l'énergie électrique

La défaillance de n'importe quel composant à l'intérieur de l'EEP ne doit pas libérer l'énergie suffisante pour entraîner des risques, comme l'expulsion de matière à l'intérieur de la zone occupée par le personnel, par exemple.

NOTE Il n'y a pas d'essai dans cette partie de la CEI 61800 concernant cette exigence.

4.4.2 Risques liés à l'énergie mécanique

4.4.2.1 Généralités

Une défaillance mécanique provoquée par des facteurs de vitesse critique ou des problèmes de torsion peuvent créer un danger pour le personnel de production. Ces considérations s'appliquent à tous les EEP, bien que les dangers augmentent de façon significative avec l'augmentation de la taille de l'équipement, comme c'est le cas avec les produits de la haute tension.

4.4.2.2 Vitesse de torsion critique

Il doit y avoir concertation entre le fournisseur de l'EEP, celui de l'équipement entraîné, l'installateur et l'utilisateur par rapport à toutes les considérations de vitesse de torsion critique anticipées.

4.4.2.3 Analyse du couple transitoire

L'analyse des couples transitoires est un outil précieux lors de la conception d'un EEP pour vérifier les contraintes de torsion sur toute la chaîne mécanique. Par exemple, les conditions de fonctionnement suivantes sont concernées:

- démarrage;
- court-circuit en monophasé ou en triphasé aux bornes d'un moteur à courant alternatif;
- Impact de la défaillance possible de commutation d'un MEC à courant alternatif;

4.3.4.2 External parts

The maximum temperature for accessible exterior parts of the PDS shall be in compliance with Table 12. It is permitted that parts have temperatures exceeding these values, but they shall then be marked with a warning statement as given in 6.4.4.4.

Table 12 – Maximum measured temperatures for external parts of the PDS

Part	Material	
	Metal °C	Thermoplastic or glass °C
User operated devices (knobs, handles, switches, displays, etc.).	55	65
Enclosure parts accessible to user by casual contact. (see NOTE)	70	80
Enclosure parts where they contact building materials upon installation.	90	90
NOTE Parts with temperatures exceeding these values shall be marked with a warning statement as given in 6.4.4.4		

4.4 Protection against energy hazards

4.4.1 Electrical energy hazards

Failure of any component within the PDS shall not release sufficient energy to lead to a hazard, for example, expulsion of material into an area occupied by personnel.

NOTE There are no tests in this part of IEC 61800 for this requirement.

4.4.2 Mechanical energy hazards

4.4.2.1 General

Mechanical failure due to critical speed considerations or torsional problems can create a hazard to operating personnel. These considerations are applicable to all PDS, although they are increasingly significant with increased equipment size, such as with high-voltage product.

4.4.2.2 Critical torsional speed

Communication shall be established between PDS supplier, driven equipment supplier, installer, and user with respect to any anticipated critical torsional speed considerations.

4.4.2.3 Transient torque analysis

Transient torque analysis is an important design tool for PDS to check torsional stresses in the whole mechanical string. For example, the following operating conditions are areas of concern.

- start-up;
- single-phase or three-phase short-circuit at the terminals of an a.c. motor;
- impact of possible commutation failure of an a.c. CDM;

- impact des harmoniques d'un MEC à courant alternatif;
- perte d'alimentation de l'inducteur dans un MEC à courant continu;
- court-circuit sur les bornes de l'induit d'un moteur à courant continu.

Quand cela est approprié, il doit y avoir concertation avec le fournisseur de l'équipement entraîné et les informations exigées en 6.3.5.5 doivent être fournies.

4.4.3 Emission de bruit acoustique

A l'étude.

5 Exigences d'essais

5.1 Généralités

5.1.1 Types d'essais

Les essais, tels que définis dans le présent article, sont nécessaires pour démontrer que l'EEP est entièrement conforme aux exigences de la présente partie de la CEI 61800. Les essais peuvent ne pas être nécessaires si le paragraphe de l'Article 4 relatif aux exigences l'y autorise.

Le présent article présente les procédures à adopter pour les essais propres à l'EEP :

- les essais de type;
- les essais individuels de série;
- les essais sur prélèvement;
- les essais de mise en service;
- les essais individuels qui, lorsqu'ils sont combinés en une séquence, constituent les essais susmentionnés.

Tous les essais ci-dessus peuvent aussi être exécutés sous la forme d'essai spécial.

Le fabricant et/ou le laboratoire d'essai doivent s'assurer que les valeurs d'environnement (ou d'essai) maximales et/ou minimales spécifiées sont imposées, lorsqu'un essai est appliqué, en ayant déjà pris totalement en compte les tolérances et les imprécisions de mesure. Cette tâche doit être effectuée par le fabricant ou le laboratoire d'essai en accord avec l'utilisateur.

Attention ! Ces essais peuvent créer des situations à risques. Il faut prendre les précautions nécessaires pour éviter toute blessure.

5.1.2 Conditions de mise à la terre

Le fabricant doit définir les systèmes de mise à la terre acceptables pour l'EEP. Les essais de type sensibles au système de mise à la terre doivent être réalisés en utilisant le système de mise à la terre le plus défavorable. Ces systèmes peuvent comporter:

- neutre à la terre;
- phase à la terre;
- neutre à la terre par une forte impédance;
- isolé (non mis à la terre)

- impact of the harmonic components of an a.c. CDM;
- field supply loss in a d.c. CDM;
- short-circuit at the armature terminals of a d.c. motor.

Where appropriate, communication shall be established with the driven equipment supplier and the information required by 6.3.5.5 provided.

4.4.3 Acoustic noise emission

Under consideration.

5 Test requirements

5.1 General

5.1.1 Test types

Testing, as defined in this clause 5, is required to demonstrate that PDS is fully in accordance with the requirements of this part of IEC 61800. Testing may be waived if permitted by the relevant requirements subclause of clause 4.

The subclauses in this clause 5 describe the procedures to be adopted for the testing of PDS. They describe:

- type tests;
- routine tests;
- sample tests;
- commissioning tests;
- individual tests which, when combined in a sequence, form the above tests.

Any of the above tests may also be performed as a special test.

The manufacturer and/or test house shall ensure that the specified maximum and/or minimum environment (or test) values are imposed, when a test is applied, having already taken tolerances and measurement inaccuracies fully into account. This task shall be performed by the manufacturer or the test house by agreement with the user.

Warning ! These tests may result in hazardous situations. Suitable precautions must be taken to avoid injury.

5.1.2 Earthing conditions

The manufacturer shall state the acceptable earthing systems for the PDS. Type tests sensitive to the earthing system shall be performed using the worst-case earthing system. Earthing systems may include:

- neutral to earth;
- line to earth;
- neutral to earth through high impedance;
- isolated (not earthed)

Les systèmes non acceptables doivent être indiqués de la manière suivante:

- systèmes interdits;
- systèmes avec modification des valeurs et/ou des niveaux de sécurité, qui doivent être quantifiés par un essai de type.

5.1.3 Conformité

La conformité à la présente partie de la CEI 61800 doit être vérifiée en effectuant les essais appropriés spécifiés dans le présent article.

La conformité ne peut être affirmée que lorsque tous les essais appropriés donnent des résultats satisfaisants.

La conformité aux exigences de construction et aux informations devant être fournies par le fabricant doit être vérifiée par un examen, une inspection visuelle et/ou par des mesures appropriées.

Les modifications significatives doivent être indiquées sur l'EEP en utilisant des indices et des marquages appropriés d'indication du niveau de révision, et un nouvel essai de type peut se révéler nécessaire pour confirmer la conformité.

5.1.4 Vu d'ensemble des essais

Le Tableau 13 donne une vue d'ensemble des essais de type, individuels de série et spéciaux des composants/dispositifs électroniques et des EEP/MEC/MEP.

The unacceptable systems shall be indicated as

- forbidden;
- with modification of values and/or safety levels which shall be quantified through type test

5.1.3 Compliance

Compliance with this part of IEC 61800 shall be verified by carrying out the appropriate tests specified in this clause 5.

Compliance may only be claimed if all relevant tests have been passed.

Compliance with constructional requirements and information to be provided by the manufacturer shall be verified by suitable examination, visual inspection, and/or measurement.

Significant modifications shall be indicated on the PDS through the use of suitable revision level indices and markings, and a new type test may be required to confirm compliance.

5.1.4 Test overview

Table 13 provides an overview of the type, routine and special testing of electronic components, devices and PDS/CDM/BDM.

Tableau 13 – Vue d'ensemble des essais

Essais	Type	Individuels de série	Echantillonnage	Requirement(s)	Specification
Inspection visuelle	X	X		4.2.4.1	5.2.1
Essais mécaniques				4.2.4.1	5.2.2
Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite	X			4.2.6.2, 4.2.6.6.1, 4.2.6.7.1	5.2.2.1
Fonctionnement anormal des cartes de circuit imprimé	X			4.2.6.9	5.2.2.2
Non-accessibilité	X			4.2.3.3	5.2.2.3
Intégrité de l'enveloppe	X			4.2.8.1	5.2.2.4
Essais de déformation				4.2.6.6.3, 4.2.6.9	5.2.2.5
Flexion	X			4.2.8.1	5.2.2.5.2
Choc	X			4.2.8.1	5.2.2.5.3
Essais électriques				4.2.4.1, 4.2.7.2	5.2.3
Tension de choc	X		X	4.2.3.2, 4.2.4.3, 4.2.6.2.1, 4.2.6.2.2, 4.2.7.2.1, 4.2.7.2.2, 4.2.7.3	5.2.3.1
Tension en courant alternatif ou continu	X	X		4.2.3.2, 4.2.4.3, 4.2.6.2.1, 4.2.7.2.1, 4.2.7.2.2, 4.2.7.5	5.2.3.2
Décharge partielle	X		X	4.2.3.2, 4.2.6.2.1, 4.2.7.2.2, 4.2.7.3	5.2.3.3
Impédance de protection	X	X		4.2.4.3	5.2.3.4
Mesure du courant de fuite	X			4.2.5.4.2	5.2.3.5
Essais de courant de court-circuit				4.2.10	5.2.3.6
Sorties puissance	X				5.2.3.6.2
Circuits auxiliaires	X				5.2.3.6.3
Décharge de condensateur	X			4.2.12	5.2.3.7
Défaillance de composants	X			4.1	5.2.3.8
Echauffement	X			4.2.9.8.2, 4.3.2	5.2.3.9
Liaison de protection	X	X		4.2.5.3	5.2.3.10
Essais de fonctionnement anormal					5.2.4
Monophasé	X				5.2.4.2
Ventilateur hors de fonctionnement	X				5.2.4.3
Filtre colmaté	X				5.2.4.4
Essais matériaux					5.2.5
Formation d'arc à courant élevé	X			4.3.2	5.2.5.1
Résistance à l'arc d'un produit fini	X			4.3.2	5.2.5.2
Rougeoiement de fil	X			4.3.2	5.2.5.3
Inflammation au fil chaud	X			4.3.2	5.2.5.4
Inflammabilité	X			4.3.3	5.2.5.5

Table 13 – Test overview

Test	Type	Routine	Sample	Requirement(s)	Specification
Visual inspection	X	X		4.2.4.1	5.2.1
Mechanical tests				4.2.4.1	5.2.2
Clearance and creepage distances	X			4.2.6.2, 4.2.6.6.1, 4.2.6.7.1	5.2.2.1
PWB abnormal operation	X			4.2.6.9	5.2.2.2
Non-accessibility	X			4.2.3.3	5.2.2.3
Enclosure integrity	X			4.2.8.1	5.2.2.4
Deformation tests				4.2.6.6.3, 4.2.6.9	5.2.2.5
Deflection	X			4.2.8.1	5.2.2.5.2
Impact	X			4.2.8.1	5.2.2.5.3
Electrical tests				4.2.4.1, 4.2.7.2	5.2.3
Impulse voltage	X		X	4.2.3.2, 4.2.4.3, 4.2.6.2.1, 4.2.6.2.2, 4.2.7.2.1, 4.2.7.2.2, 4.2.7.3	5.2.3.1
a.c. or d.c. voltage	X	X		4.2.3.2, 4.2.4.3, 4.2.6.2.1, 4.2.7.2.1, 4.2.7.2.2, 4.2.7.5	5.2.3.2
Partial discharge	X		X	4.2.3.2, 4.2.6.2.1, 4.2.7.2.2, 4.2.7.3	5.2.3.3
Protective impedance	X	X		4.2.4.3	5.2.3.4
Leakage current measurement	X			4.2.5.4.2	5.2.3.5
Short-circuit tests				4.2.10	5.2.3.6
Power outputs	X				5.2.3.6.2
Auxiliary circuits	X				5.2.3.6.3
Capacitor discharge	X			4.2.12	5.2.3.7
Break down of components	X			4.1	5.2.3.8
Temperature rise	X			4.2.9.8.2, 4.3.2	5.2.3.9
Protective bonding	X	X		4.2.5.3	5.2.3.10
Abnormal operation tests					5.2.4
Single phasing	X				5.2.4.2
Inoperative blower	X				5.2.4.3
Clogged filter	X				5.2.4.4
Material tests					5.2.5
High current arcing ignition	X			4.3.2	5.2.5.1
End-product arc resistance	X			4.3.2	5.2.5.2
Glow-wire	X			4.3.2	5.2.5.3
Hot wire ignition	X			4.3.2	5.2.5.4
Flammability	X			4.3.3	5.2.5.5

5.2 Spécifications d'essai

5.2.1 Inspections visuelles (essais de type et essais individuels de série)

Avant de commencer les essais, une inspection visuelle doit être effectuée afin de vérifier les caractéristiques telles que le caractère approprié de l'étiquetage, les avertissements et d'autres aspects relatifs à la sécurité. Il doit être vérifié que l'EEP fourni pour l'essai de type est tel que prévu eu égard à la tension d'alimentation, aux gammes d'entrée et de sortie, etc.

5.2.2 Essais mécaniques

5.2.2.1 Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite (essai de type)

La conformité des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite avec les Tableau 6 et Tableau 7 doit être vérifiée par mesurage ou inspection visuelle. Voir les exemples de mesure à l'Annexe C. Lorsque cette vérification est impossible à effectuer, l'essai de tension de choc doit être réalisé entre les circuits concernés. L'essai peut être effectué avec ou sans composants qui ne réduisent pas ces distances.

5.2.2.2 Essai de fonctionnement anormal des cartes de circuit imprimé (essai de type)

Sur les cartes de circuit imprimé en conformité avec 4.2.6.9, les espaces, qui permettent un isolement fonctionnel de moindre importance que ceux spécifiés en 4.2.6.6 et 4.2.6.7 doivent être soumis à l'essai de type tel que décrit ci-dessous. Cet essai ne doit produire aucune flamme ni aucun métal fondu, de même qu'aucune inflammation de coton librement disposé sur toutes les ouvertures des appareillages ventilés ou tout autour d'un EEP de type ouvert.

L'enveloppe extérieure de l'EEP et toutes parties métalliques hors tension accessibles devant normalement être mises à la terre ne sont plus reliées à la terre et doivent être reliées, passant par un fusible de 30 A, au pôle du circuit d'alimentation, le moins exposé à créer un arc électrique avec la terre (habituellement la borne centrale des équipements triphasés). Le fusible de 30 A ne doit pas s'ouvrir.

Il est admis que la protection contre les surintensités, partie intégrante de l'EEP ou devant être utilisée avec ledit ensemble, puisse s'ouvrir.

Un échantillon de l'appareillage utilisant la carte de circuit imprimé doit être relié comme prévu à un circuit d'alimentation électrique calibré et protégé, afin de simuler les conditions d'utilisation finales. Lorsque les espaces entre les parties actives de la carte de circuit imprimé sont inférieurs à ceux spécifiés, ils doivent être court-circuités l'un après l'autre.

Lorsque le circuit est interrompu par l'ouverture d'un composant ou du fait d'une piste du circuit imprimé, l'essai doit être répété jusqu'à ce que des résultats cohérents puissent être observés.

5.2.2.3 Essai de non-accessibilité (essai de type)

Cet essai est destiné à montrer que les parties actives protégées par des enveloppes et autres cloisons conformes à 4.2.3.3, ne sont pas accessibles.

Cet essai doit être effectué comme un essai de type de l'enveloppe d'un EEP tel que spécifié dans la CEI 60529 pour la classification de l'enveloppe, exception faite de ce qui suit:

- Le fil d'épreuve pour le degré de protection IP3X ne doit pas pénétrer la surface supérieure de l'enveloppe lorsque sa pénétration par rapport à l'axe vertical est de $\pm 5^\circ$ uniquement.

5.2.2.4 Essai d'intégrité de l'enveloppe (essai de type)

L'IP annoncée de l'enveloppe doit être vérifiée. Cet essai doit être exécuté en essai de type de l'enveloppe d'un EEP, tel que spécifié dans la CEI 60529 pour la classification de l'enveloppe.

5.2 Test specifications

5.2.1 Visual inspections (type and routine test)

Before starting testing, a visual inspection shall be made to check features such as adequacy of labelling, warnings and other safety aspects. A check shall be made that the PDS delivered for type test is as expected with respect to supply voltage, input and output ranges, etc.

5.2.2 Mechanical tests

5.2.2.1 Clearances and creepage distances (type test)

It shall be verified by measurement or visual inspection that the clearance and creepage distances comply with Table 6 and Table 7. See Annex C for measurement examples. Where this verification is impossible to perform, the impulse voltage test shall be performed between the considered circuits. The test may be performed with or without components which do not reduce these distances.

5.2.2.2 PWB abnormal operation test (type test)

On PWBs complying with 4.2.6.9, spacings to provide functional insulation which are less than those specified in 4.2.6.6 and 4.2.6.7 shall be type tested as described below. As a result of this test, there shall be no emission of flame or molten metal nor ignition of cotton loosely placed over all openings of ventilated equipment or totally around open type PDS.

The outer enclosure of the PDS and any exposed dead metal parts, normally intended to be earthed, are disconnected from earth and are to be connected through a 30 A fuse to the supply circuit pole least likely to arc to earth (usually the centre terminal for three-phase equipment). The 30 A fuse shall not open.

Overcurrent protection integral to the PDS, or required to be used with the PDS, is allowed to open.

A sample of the equipment employing the PWB is to be wired as intended to an electrical supply circuit sized and protected to simulate end-use conditions. When the spacings between live parts on the PWB are less than those specified, they are to be short-circuited one at a time.

When the circuit is interrupted by the opening of a component, or of a PWB trace, the test is to be repeated until consistent results are observed.

5.2.2.3 Non-accessibility test (type test)

This test is intended to show that live parts, protected by means of enclosures and barriers in compliance with 4.2.3.3, are not accessible.

This test shall be performed as a type test of the enclosure of a PDS as specified in IEC 60529 for the enclosure classification. Except as noted below:

- the test probe for IP3X shall not penetrate the top surface of the enclosure when probed from the vertical direction $\pm 5^\circ$ only.

5.2.2.4 Enclosure integrity test (type test)

The claimed IP rating of the enclosure shall be verified. This test shall be performed as a type test of the enclosure of a PDS as specified in IEC 60529 for the enclosure classification.

5.2.2.5 Essais de déformation

5.2.2.5.1 Généralités

Après réalisation des essais de flexion (voir 5.2.2.5.2) des enveloppes métalliques et l'essai de choc (voir 5.2.2.5.3) des enveloppes polymère, l'EEP doit satisfaire aux essais de 5.2.3.1 et 5.2.3.2 et doit faire l'objet d'une inspection permettant de vérifier que:

- les parties actives qui sont dangereuses ne sont pas devenues accessibles;
- les enveloppes ne présentent pas de fissures susceptibles d'entraîner un risque;
- les distances d'isolement dans l'air ne sont pas inférieures à leurs valeurs admises et l'isolement du câblage interne demeure préservé de tout endommagement;
- les cloisons ne sont pas endommagées ou desserrées;
- aucune partie mobile n'est accessible et;
- il n'y a aucun dommage susceptible d'entraîner la propagation d'un incendie.

Les essais de flexion et de choc doivent être exécutés sur le point le plus défavorable du ou des côtés représentatifs de l'enveloppe.

5.2.2.5.2 Essai de flexion (essai de type)

L'enveloppe est solidement maintenue contre un support rigide et soumise à une force constante de 250 N appliquée pendant 5 s par l'extrémité d'une tige ayant une surface plane en acier et carrée de 12,7 mm de côté.

Les dommages affectant le revêtement ainsi que les indentations et autres éclats peu importants qui n'altèrent pas la protection contre les chocs électriques ou l'humidité doivent être ignorés.

5.2.2.5.3 Essai de choc (essai de type)

Un échantillon composé de l'enveloppe ou d'une partie de celle-ci représentant la surface non renforcée la plus large doit être supporté dans sa position normale. Il doit être possible de laisser librement tomber sur l'échantillon une sphère d'acier lisse, d'un diamètre approximatif de 50 mm et d'une masse de 500 g $\pm$ 25 g, de la surface d'appui sur une hauteur de 1 300 mm. (Les surfaces verticales ne sont pas concernées par cet essai)

Cette sphère d'acier doit de plus être suspendue à un cordon et balancée comme un pendule afin de lui appliquer un choc horizontal, en la laissant tomber d'une hauteur de 1 300 mm. (Les surfaces horizontales ne sont pas concernées par cet essai)

Si l'essai de choc au pendule ne convient pas, il est admis de simuler des chocs horizontaux sur des surfaces verticales ou en pente en montant l'échantillon à un angle de 90° par rapport à sa position normale et en appliquant l'essai de choc vertical en lieu et place de l'essai au pendule.

5.2.3 Essais électriques

5.2.3.1 Essai de tension de choc (essai de type et sur prélèvement)

Cet essai consiste à vérifier que les distances d'isolement dans l'air et les isolants solides résistent aux surtensions transitoires spécifiées. Il est réalisé avec une tension ayant une forme d'onde de 1,2/50 μ s (voir Figure 6 de la CEI 60060-1) et est destiné à simuler des surtensions d'origine atmosphérique. Il couvre également les surtensions dues aux commutations d'appareillages. Voir le Tableau 14 pour les conditions de l'essai de tension de choc.

5.2.2.5 Deformation tests

5.2.2.5.1 General

After completion of the deflection test (see 5.2.2.5.2) for metallic enclosures and the impact test (see 5.2.2.5.3) for polymeric enclosures, the PDS shall pass the tests of 5.2.3.1 and 5.2.3.2 and shall be inspected to check that:

- parts which are hazardous live have not become accessible;
- enclosures show no cracks which could cause a hazard;
- clearances are not less than their permitted values and the insulation of internal wiring remains undamaged;
- barriers have not been damaged or loosened;
- no moving parts are exposed;
- there has been no damage which could cause the spread of fire.

The deflection and impact tests shall be performed at the worst case point on representative accessible face(s) of the enclosure.

5.2.2.5.2 Deflection test (type test)

The enclosure is held firmly against a rigid support and subjected to a steady force of 250 N applied for 5 s through the end of a rod having a 12,7 mm by 12,7 mm square, flat steel face.

Damage to the finish, small dents and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock or moisture, are to be ignored.

5.2.2.5.3 Impact test (type test)

A sample consisting of the enclosure or a portion thereof representing the largest non-reinforced area is to be supported in its normal position. A solid smooth steel sphere, approximately 50 mm in diameter and with a mass of 500 g $\pm$ 25 g, shall be permitted to fall freely from rest through a vertical distance of 1 300 mm onto the sample. (Vertical surfaces are exempt from this test.)

In addition, the steel sphere is to be suspended by a cord and swung as a pendulum in order to apply a horizontal impact, dropping through a vertical distance of 1 300 mm. (Horizontal surfaces are exempt from this test.)

If the pendulum test is inconvenient, it is permitted to simulate horizontal impacts on vertical or sloping surfaces by mounting the sample at 90° to its normal position and applying the vertical impact test instead of the pendulum test.

5.2.3 Electrical tests

5.2.3.1 Impulse voltage test (type and sample test)

The purpose of this test is to verify that clearances and solid insulation will withstand specified transient overvoltages. It is performed with a voltage having a 1,2/50 μ s waveform (see Figure 6 of IEC 60060-1) and is intended to simulate overvoltages of atmospheric origin. It also covers overvoltages due to switching of equipment. See Table 14 for conditions of the impulse voltage test.

L'essai de tension de choc doit être exécuté en essai de type afin de vérifier que:

- les distances d'isolement dans l'air inférieures à celles requises dans le Tableau 6, et
- le double isolement ou l'isolement renforcé des composants et dispositifs appliqués pour une séparation de protection

résistent aux surtensions transitoires spécifiées qui se produisent de manière irrégulière en cours de fonctionnement, et que les dispositifs de limitation de surtension sont bien capables de réduire les surtensions transitoires comme ils sont destinés à le faire. (voir 4.2.6.3.2, 4.2.6.3.3, 4.2.6.4)

Tableau 14 – Essai de tension de choc

Objet	Conditions d'essai	
Référence d'essai	19, 20.1.1 et Figure 6 de CEI 60060-1; 4.1.1.2.1 de CEI 60664-1	
Référence des exigences	Selon 4.2.6	
Conditionnement préalable	Les parties actives appartenant au même circuit doivent être reliées entre elles. Les impédances de protection doivent être déconnectées à moins qu'elles ne doivent être soumises à l'essai. La tension de choc est à appliquer 1) entre le circuit essayé et l'environnement, et 2) entre les circuits à essayer. Les circuits en essai ne sont pas mis sous tension.	
Mesure initiale	Selon spécification de l'EEP, du composant, de l'appareil	
Appareillage d'essai	Générateur d'impulsions 1,2/50 μ s avec une impédance interne effective inférieure ou égale à	
	2 Ω	500 Ω
Mesure et vérification	a) Les distances d'isolement dans l'air inférieures aux exigences du Tableau 6 Les distances d'isolement dans l'air réduites par le limiteur de surtension Trois impulsions de 1,2/50 μs de chaque polarité dans un intervalle ≥ 1 s, tension crête (± 5 %) selon: colonne 2 ou colonne 4 du Tableau 15, colonne 2 ou colonne 3 du Tableau 16, selon le cas	b) Composants et appareils pour séparation de protection colonne 3 ou colonne 5 du Tableau 15, selon le cas

L'essai de tension de choc est satisfaisant si aucun claquage, aucun contournement ou aucune décharge disruptive ne se produit. Concernant les composants et appareils de séparation de protection, un essai ultérieur de décharge partielle (voir 5.2.3.3) devra également être exécuté avec succès.

Il existe une alternative pour les produits de la haute tension. L'essai est exécuté avec succès si:

a) Trois chocs consécutifs de chaque polarité ont été appliqués et

- il n'est pas apparu de décharge disruptive; ou
- si une décharge apparaît dans la partie de l'isolation autorégénératrice, et que neuf chocs complémentaires ont alors été appliqués sans apparition de décharge disruptive; ou

b) 15 chocs consécutifs ont été appliqués de chaque polarité et:

- le nombre de décharges disruptives sur l'isolation autorégénératrice n'a pas dépassé deux pour chaque polarité; et
- il n'apparaît pas de décharge disruptive sur l'isolation non autorégénératrice.

The impulse voltage test shall be performed as a type test to verify that:

- clearances smaller than required by Table 6, and
- double or reinforced insulation of components and devices applied for protective separation

withstand the specified transient overvoltages occurring occasionally during operation, and that overvoltage limiting devices are able to reduce transient overvoltages as intended (see 4.2.6.3.2, 4.2.6.3.3, 4.2.6.4).

Table 14 – Impulse voltage test

Subject	Test conditions	
Test reference	Clause 19, 20.1.1 and Figure 6 of IEC 60060-1; 4.1.1.2.1 of IEC 60664-1	
Requirement reference	According to 4.2.6	
Preconditioning	Live parts belonging to the same circuit shall be connected together. Protective impedances shall be disconnected unless required to be tested. Impulse voltage to be applied 1) between circuit under test and the surroundings, and 2) between circuits to be tested. Power is not applied to circuits under test.	
Initial measurement	According to specification of PDS, component, or device	
Test equipment	Impulse generator 1,2/50 μ s with an effective internal impedance not higher than 2 Ω 500 Ω	
Measurement and verification	a) Clearances smaller than required by Table 6 Clearances reduced by overvoltage limiting devices Three pulses 1,2/50 μs of each polarity in ≥ 1 s interval, peak voltage (± 5 %) according to: column 2 or column 4 of Table 15, column 2 or column 3 of Table 16, as appropriate	b) Components and devices for protective separation column 3 or column 5 of Table 15, as appropriate

The impulse voltage test is successfully passed if no puncture, flashover, or sparkover occurs. In the case of components and devices for protective separation, a subsequent partial discharge test (see 5.2.3.3) shall also be passed.

Alternatively for high-voltage PDS the impulse test is successfully passed if

- a) three consecutive impulses for each polarity have been applied and:
- no disruptive discharge occurs; or
 - one discharge occurs in the self-restoring part of insulation, and then nine additional impulses have been applied with no disruptive discharge occurring; or
- b) 15 consecutive impulses for each polarity have been applied and:
- the number of disruptive discharges on self-restoring insulation does not exceed two for each series; and
 - no disruptive discharge on non-self-restoring insulation occurs.

Tableau 15 – Tension d'essai de choc pour EEP basse tension

1	2	3	4	5
Tension système (voir 4.2.6.3.1)	La tension de tenue aux chocs pour l'isolement entre les circuits non connectés directement au réseau d'alimentation et leur environnement selon la catégorie de surtension II		La tension de tenue aux chocs pour l'isolement entre les circuits connectés directement au réseau d'alimentation et leur environnement selon la catégorie de surtension III	
V	Isolement principal ou supplémentaire V	Renforcé V	Isolement principal ou supplémentaire V	Renforcé V
≤ 100	500	800	800	1 500
100	800	1 500	1 500	2 500
150	1 500	2 500	2 500	4 000
300	2 500	4 000	4 000	6 000
600	4 000	6 000	6 000	8 000
1 000	6 000	8 000	8 000	12 000
–	Interpolation admise		Interpolation non admise	

L'essai avec les composants et dispositifs pour la séparation de protection doit être effectué comme un essai de type et un essai sur prélèvement avant que lesdits composants et dispositifs ne soient intégrés à l'EEP, en utilisant les tensions de tenue aux chocs énumérées à la colonne 3 ou 5 du Tableau 15.

Afin de s'assurer que les dispositifs limiteurs (voir 4.2.6.3.2, 4.2.6.3.3, 4.2.6.4) sont capables de réduire la surtension, les valeurs des colonnes 2 ou 4 du Tableau 15 doivent être appliquées à l'EEP comme un essai de type, et les valeurs réduites correspondantes à la tension inférieure suivante de la même colonne du Tableau 15 doivent être vérifiées.

Tableau 16 – Tension d'essai de choc pour EEP haute tension

1	2	3
Tension système (voir 4.2.6.3.1)	Tension de tenue aux chocs pour isolement principal entre les circuits et leur environnement selon catégorie de surtension III	Tension de tenue aux chocs pour isolement principal entre les circuits et leur environnement selon catégorie de surtension IV
V	V	V
>1 000	8 000	12 000
3 600	20 000	40 000
7 200	40 000	60 000
12 000	60 000	75 000
17 500	75 000	95 000
24 000	95 000	125 000
35 000	140 000	165 000
–	Interpolation admise	

L'essai avec les composants et dispositifs pour la séparation de protection doit être effectué comme un essai de type et un essai sur prélèvement avant que lesdits composants et dispositifs ne soient intégrés à l'EEP, en utilisant les tensions de tenue aux chocs énumérées à la colonne 2 ou colonne 3 du Tableau 16.

Table 15 – Impulse test voltage for low-voltage PDS

Column 1	2	3	4	5
System voltage (see 4.2.6.3.1)	Impulse withstand voltage for insulation between circuits not connected directly to the supply mains and their surroundings according to overvoltage category II		Impulse withstand voltage for insulation between circuits connected directly to the supply mains and their surroundings according to overvoltage category III	
V	Basic or supplementary V	Reinforced V	Basic or supplementary V	Reinforced V
≤ 100	500	800	800	1 500
100	800	1 500	1 500	2 500
150	1 500	2 500	2 500	4 000
300	2 500	4 000	4 000	6 000
600	4 000	6 000	6 000	8 000
1 000	6 000	8 000	8 000	12 000
-	Interpolation permitted		Interpolation not permitted	

The test on components and devices for protective separation shall be performed as a type test and a sample test (sample basis) before they are assembled into the PDS, using the impulse withstand voltages listed in column 3 or column 5 of Table 15.

To ensure that limiting devices (see 4.2.6.3.2, 4.2.6.3.3, 4.2.6.4) are able to reduce the overvoltage, the values of column 2 or column 4 in Table 15 shall be applied to the PDS as a type test, and reduced values corresponding to the next lower voltage of the same column in Table 15 shall be verified.

Table 16 – Impulse test voltage for high-voltage PDS

Column 1	2	3
System voltage (see 4.2.6.3.1)	Impulse withstand voltage for basic insulation between circuits and their surroundings according to overvoltage category III	Impulse withstand voltage for basic insulation between circuits and their surroundings according to overvoltage category IV
V	V	V
>1 000	8 000	12 000
3 600	20 000	40 000
7 200	40 000	60 000
12 000	60 000	75 000
17 500	75 000	95 000
24 000	95 000	125 000
35 000	140 000	165 000
–	Interpolation permitted	

The test on components and devices for protective separation shall be performed as a type test and a sample test before they are assembled into the PDS, using the impulse withstand voltages listed in column 2 or column 3 of Table 16.

Afin de s'assurer que les dispositifs limiteurs (voir 4.2.6.3.2, 4.2.6.3.3, 4.2.6.4) sont capables de réduire la surtension, les valeurs de la colonne 2 du Tableau 16 doivent être appliquées à l'EEP comme un essai de type, et les valeurs réduites correspondantes à la tension inférieure suivante en colonne 2 du Tableau 16 doivent être vérifiées.

5.2.3.2 Essai de tension en courant alternatif ou en courant continu (essai de type et individuels de série)

5.2.3.2.1 But de l'essai

L'essai est utilisé pour vérifier que l'isolement de l'EEP assemblé possède une rigidité diélectrique appropriée pour résister aux conditions de surtension à long terme.

5.2.3.2.2 Valeur et type de la tension d'essai

Les valeurs de la tension d'essai sont déterminées à partir des colonnes 2 ou 3 des Tableau 17, Tableau 18 et Tableau 19.

La tension d'essai donnée dans la colonne 2 est utilisée pour soumettre à l'essai les circuits ayant un isolement principal ou supplémentaire. Une tension égale à deux fois la tension d'essai (colonne 3) doit être appliquée entre les circuits avec une séparation de protection (isolement double ou renforcé) pour les essais de type. Pour les essais individuels de série, les valeurs de la colonne 2 doivent être appliquées afin de prévenir tout endommagement de l'isolant solide par décharge partielle.

Les valeurs de la colonne 3 font référence à l'EEP avec une protection contre le contact direct selon 4.2.3. L'essai est effectué entre les circuits et les surfaces accessibles de l'EEP, qui sont non conductrices ou conductrices mais non reliées au conducteur de protection.

L'essai de tension doit être effectué avec une tension sinusoïdale de 50/60 Hz. Si le circuit comporte des condensateurs, l'essai peut être effectué avec une tension continue d'une valeur égale à la valeur de crête de la tension alternative spécifiée.

Tableau 17 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits raccordés directement au réseau d'alimentation basse tension

1 Tension système (voir 4.2.6.3.1) V	2 Tension pour essais de type des circuits avec isolement principal et pour tous les essais individuels de série		3 ^b Tension pour essais de type des circuits avec séparation de protection, et entre les circuits et les surfaces accessibles (non conductrices ou conductrices mais non raccordées à la terre de protection, protection de classe II selon 4.2.5.5)	
	Alternative efficace ^a V	Continue V	Alternative efficace V	Continue V
≤100	1 300	1 840	2 600	3 680
150	1 350	1 910	2 700	3 820
300	1 500	2 120	3 000	4 240
600	1 800	2 550	3 600	5 090
1 000	2 200	3 110	4 400	6 220
NOTE Interpolation admise.				
^a Correspondant à $1\,200 + U_0$ (CEI 60664-1 Amendement 1) avec U_0 tension nominale efficace phase-neutre du réseau d'alimentation.				
^b Une source de tension avec un courant de court-circuit d'au moins 0,1 A selon 5.2.2.2 de la CEI 61180-1 est utilisée pour cet essai.				

To ensure that limiting devices (see 4.2.6.3.2, 4.2.6.3.3, 4.2.6.4) are able to reduce the overvoltage, the values of column 2 in Table 16 shall be applied to the PDS as a type test, and reduced values corresponding to the next lower voltage in column 2 in Table 16 shall be verified.

5.2.3.2 AC or d.c. voltage test (type and routine test)

5.2.3.2.1 Purpose of test

The test is used to verify that the insulation of assembled PDS possesses adequate dielectric strength to resist long-term overvoltage conditions.

5.2.3.2.2 Value and type of test voltage

The values of the test voltage are determined from column 2 or 3 of Table 17, Table 18, or Table 19.

The test voltage from column 2 is used for testing circuits with basic or supplementary insulation. Between circuits with protective separation (double or reinforced insulation), twice the test voltage (column 3) shall be applied for type tests. For routine tests the values from column 2 shall be applied to prevent damage to the solid insulation by partial discharge.

The values of column 3 refer to PDS with protection against direct contact according to 4.2.3. The test is performed between circuits and accessible surfaces of PDS, which are non-conductive or conductive but not connected to the protective conductor.

The voltage test shall be performed with a sinusoidal voltage at 50/60 Hz. If the circuit contains capacitors the test may be performed with a d.c. voltage of a value equal to the peak value of the specified a.c. voltage.

Table 17 – AC or d.c. test voltage for circuits connected directly to low voltage mains

Column 1 System voltage (see 4.2.6.3.1) V	2 Voltage for type testing circuits with basic insulation, and for all routine testing		3 ^b Voltage for type-testing circuits with protective separation, and between circuits and accessible surfaces (non- conductive or conductive but not connected to protective earth, protective class II according to 4.2.5.5)	
	a.c. r.m.s. ^a V	d.c. V	a.c. r.m.s. V	d.c. V
≤100	1 300	1 840	2 600	3 680
150	1 350	1 910	2 700	3 820
300	1 500	2 120	3 000	4 240
600	1 800	2 550	3 600	5 090
1 000	2 200	3 110	4 400	6 220
NOTE Interpolation is permitted.				
^a Corresponding to $1\,200 + U_0$ (IEC 60664-1 Amendment 1) where U_0 is the nominal r.m.s. phase-to-neutral voltage of the supply system.				
^b A voltage source with a short-circuit current of at least 0,1 A according to 5.2.2.2 of IEC 61180-1 is used for this test.				

Tableau 18 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits raccordés directement au réseau d'alimentation haute tension

1 Tension composée du système (voir 4.2.6.3.1) V	2 ^b Tension pour essais de type des circuits avec isolement principal et pour tous les essais individuels de série		3 ^b Tension pour essais de type des circuits avec séparation de protection, et entre les circuits et les surfaces accessibles (non conductrices ou conductrices mais non raccordées à la terre de protection, protection de classe II selon 4.2.5.5)	
	Alternative efficace ^a V	Continue V	Alternative efficace V	Continue V
>1 000	3 000	4 250	6 000	8 500
3 600	10 000	14 150	20 000	28 300
7 200	20 000	28 300	40 000	56 690
12 000	28 000	39 600	56 000	79 200
17 500	38 000	53 700	76 000	107 400
24 000	50 000	70 700	100 000	141 400
35 000	68 000	96 200	136 000	192 400
NOTE Interpolation admise.				
^a Valeurs du Tableau 2 de la CEI 60071-1				
^b Une source de tension avec un courant de court-circuit d'au moins 0,1 A selon 5.2.2.2 de la CEI 61180-1 est utilisée pour cet essai.				

Tableau 19 – Tension d'essai, alternative ou continue pour circuits non raccordés directement au réseau d'alimentation

1 Tension système (voir 4.2.6.3.1) V	2 ^b Tension pour essais de type des circuits avec isolement principal et pour tous les essais individuels de série		3 ^{a b} Tension pour essais de type des circuits avec séparation de protection, et entre les circuits et les surfaces accessibles (non conductrices ou conductrices mais non raccordées à la terre de protection, protection de classe II selon 4.2.5.5)	
	Alternative efficace V	Continue V	Alternative efficace V	Continue V
≤50	130	190	260	380
100	500	700	1 000	1 400
150	975	1 380	1 950	2 760
300	1 200	1 700	2 400	3 400
600	1 650	2 350	3 300	4 700
1 000	2 250	3 200	4 500	6 400
3 600	6 150	8 700	12 300	17 400
7 200	11 550	16 330	23 100	32 660
12 000	18 750	26 500	37 500	53 000
17 500	27 000	38 200	54 000	76 400
24 000	36 750	52 000	73 500	104 000
35 000	53 250	75 300	106 500	150 600
NOTE Interpolation admise.				
^a L'isolement renforcé doit supporter deux fois la tension d'essai (surtensions temporaires) spécifiée pour l'isolement principal.				
^b Une source de tension avec un courant de court-circuit d'au moins 0,1 A selon 5.2.2.2 of CEI 61180-1 est utilisée pour cet essai.				

Table 18 – AC or d.c. test voltage for circuits connected directly to high voltage mains

Column 1 Line to line system voltage (see 4.2.6.3.1)	2 ^b Voltage for type-testing circuits with basic insulation, and for all routine testing		3 ^b Voltage for type-testing circuits with protective separation, and between circuits and accessible surfaces (non- conductive or conductive but not connected to protective earth, protective class II according to 4.2.5.5)	
	a.c. r.m.s. ^a V	d.c. V	a.c. r.m.s. V	d.c. V
>1 000	3 000	4 250	6 000	8 500
3 600	10 000	14 150	20 000	28 300
7 200	20 000	28 300	40 000	56 600
12 000	28 000	39 600	56 000	79 200
17 500	38 000	53 700	76 000	107 400
24 000	50 000	70 700	100 000	141 400
35 000	68 000	96 200	136 000	192 400
NOTE Interpolation is permitted.				
^a Values from Table 2 of IEC 60071-1				
^b A voltage source with a short-circuit current of at least 0,1 A according to 5.2.2.2 of IEC 61180-1 is used for this test.				

Table 19 – AC or d.c. test voltage for circuits not connected directly to the mains

Column 1 System voltage (see 4.2.6.3.1)	2 ^b Voltage for type-testing circuits with basic insulation, and for all routine testing		3 ^{a b} Voltage for type-testing circuits with protective separation, and between circuits and accessible surfaces (non- conductive or conductive but not connected to protective earth, protective class II according to 4.2.5.5)	
	a.c. r.m.s. V	d.c. V	a.c. r.m.s. V	d.c. V
≤50	130	190	260	380
100	500	700	1 000	1 400
150	975	1 380	1 950	2 760
300	1 200	1 700	2 400	3 400
600	1 650	2 350	3 300	4 700
1 000	2 250	3 200	4 500	6 400
3 600	6 150	8 700	12 300	17 400
7 200	11 550	16 330	23 100	32 660
12 000	18 750	26 500	37 500	53 000
17 500	27 000	38 200	54 000	76 400
24 000	36 750	52 000	73 500	104 000
35 000	53 250	75 300	106 500	150 600
NOTE Interpolation is permitted.				
^a Reinforced insulation shall withstand twice the test voltage (temporary overvoltages) specified for basic insulation.				
^b A voltage source with a short-circuit current of at least 0,1 A according to 5.2.2.2 of IEC 61180-1 is used for this test.				

Les essais individuels de série sont exécutés pour vérifier que les distances d'isolement dans l'air n'ont pas été compromises pendant les opérations de fabrication. Les dispositifs de protection conçus pour ponter les distances d'isolement dans l'air et appartenant aux circuits de surveillance ou protection, qui ne sont pas conçus pour supporter la contrainte pendant la durée de l'essai, seront déconnectés.

Le choix de la catégorie de surtension détermine la valeur d'essai appliquée. Les limiteurs conçus pour réduire la surtension dans les circuits en essai doivent aussi être déconnectés.

La tension d'essai alternative ou continue ne doit pas détériorer l'isolement solide pour lequel l'essai de décharge partielle s'applique (voir 5.2.3.3). De ce fait, la cohérence entre les tensions de crête répétitive et les tensions d'essai en alternatif et en continu doit être vérifiée.

5.2.3.2.3 Exécution de l'essai

L'essai doit être appliqué comme suit selon la Figure 6:

- a) Essai (1) entre la partie conductrice accessible (reliée à la terre) et chaque circuit de manière séquentielle (à l'exception des circuits de tension déterminante de classe A, TBTP ou TBTS). La tension d'essai est selon les Tableau 17, Tableau 18 ou Tableau 19, colonne 2, correspondant à la tension du circuit concerné soumis à l'essai.

Essai (2) entre la surface accessible (non conductrice ou conductrice mais non reliée à la terre) et chaque circuit de manière séquentielle. (à l'exception des circuits de tension déterminante de classe A, TBTP ou TBTS). La tension d'essai est selon les Tableau 17, Tableau 18 ou Tableau 19, colonne 3 (pour l'essai de type) ou colonne 2 (pour l'essai individuel de série), correspondant à la tension du circuit concerné soumis à l'essai.

- b) Essai entre chaque circuit concerné de manière séquentielle et les autres circuits voisins reliés entre eux. La tension d'essai est selon les Tableau 17, Tableau 18 ou Tableau 19, colonne 2, correspondant à la tension du circuit concerné soumis à l'essai.
- c) Essai entre un circuit de tension déterminante de classe A, TBTP ou TBTS et, chaque circuit voisin, de manière séquentielle. La tension d'essai est selon les Tableau 17, Tableau 18 ou Tableau 19, colonne 3 (pour l'essai de type) ou colonne 2 (pour l'essai individuels de série), correspondant au circuit ayant la plus forte tension. Il n'est pas nécessaire de tester l'isolement fonctionnel entre des circuits voisins TBTP ou des circuits voisins TBTS.

Routine tests are performed to verify that clearances have not been jeopardized during the manufacturing operations. Protective devices designed to make a shunt over the clearances and belonging to monitoring or protection circuits, not designed to sustain the constraint for the duration of the test, shall be disconnected.

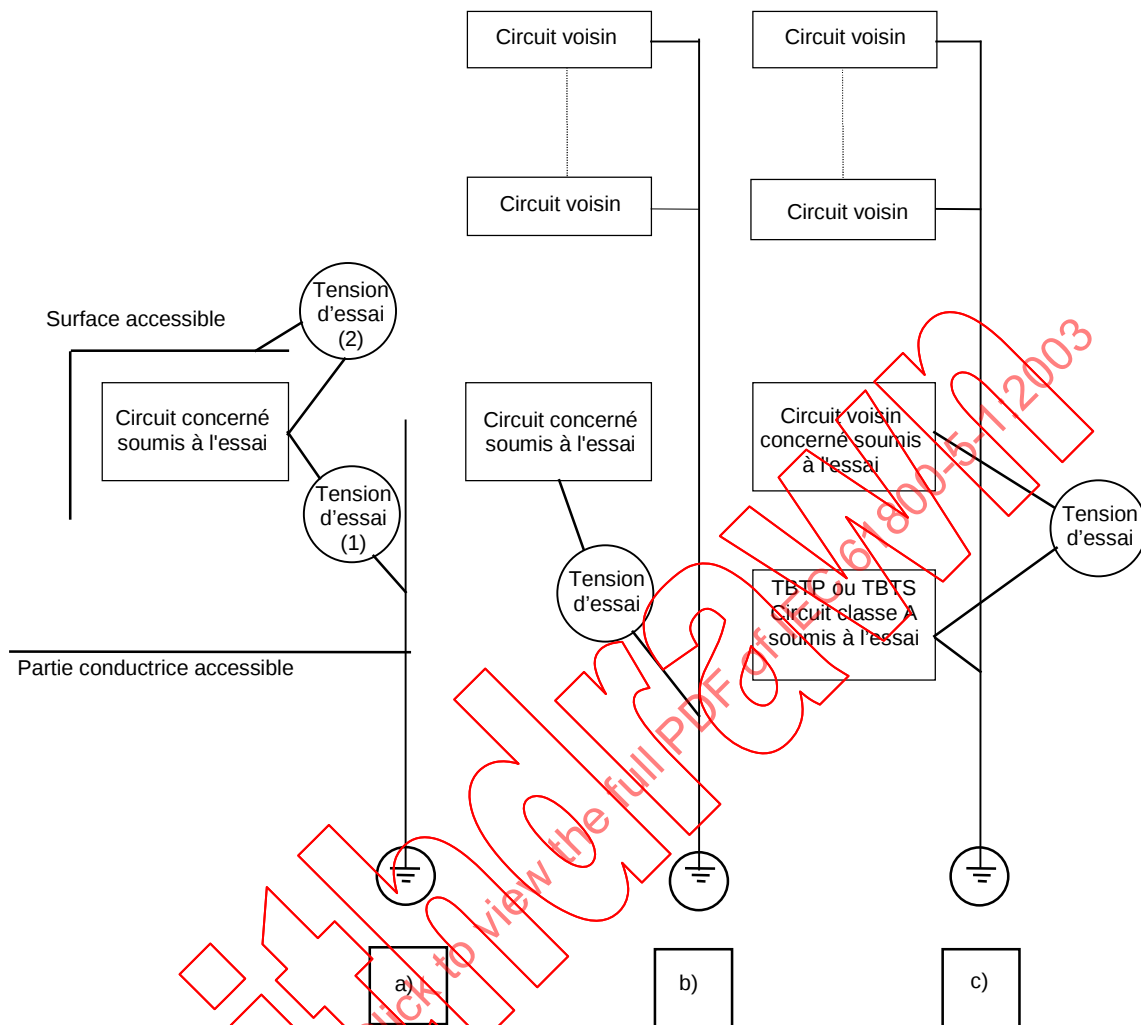
Selecting the overvoltage category determines the test value applied. The limiting devices designed to reduce the overvoltage on the circuits under test shall also be disconnected

The a.c. or d.c. voltage test shall not jeopardize solid insulation for which the partial discharge test is relevant (see 5.2.3.3). Therefore consistency between recurring peak voltages and a.c. or d.c. test voltage shall be verified.

5.2.3.2.3 Performing the voltage test

The test shall be applied as follows, according to Figure 6:

- a) Test (1) between exposed conductive part (connected to earth) and each circuit sequentially (except PELV or SELV decisive voltage class A circuits). Test voltage according to Table 17, Table 18, or Table 19, column 2, corresponding to voltage of considered circuit under test.
Test (2) between accessible surface (non conductive or conductive but not connected to earth) and each circuit sequentially (except PELV or SELV decisive voltage class A circuits). Test voltage according to Table 17, Table 18, or Table 19, column 3 (for type test) or column 2 (for routine test), corresponding to voltage of considered circuit under test.
- b) Test between each considered circuit sequentially and the other adjacent circuits connected together. Test voltage according to Table 17, Table 18, or Table 19, column 2, corresponding to voltage of considered circuit under test.
- c) Test between PELV or SELV decisive voltage class A circuit and each adjacent circuit sequentially. Test voltage according to Table 17, Table 18, or Table 19, column 3 (for type test) or column 2 (for routine test), corresponding to the circuit with the higher voltage. It is not necessary to test functional insulation between adjacent PELV or adjacent SELV circuits.



IEC 262/03

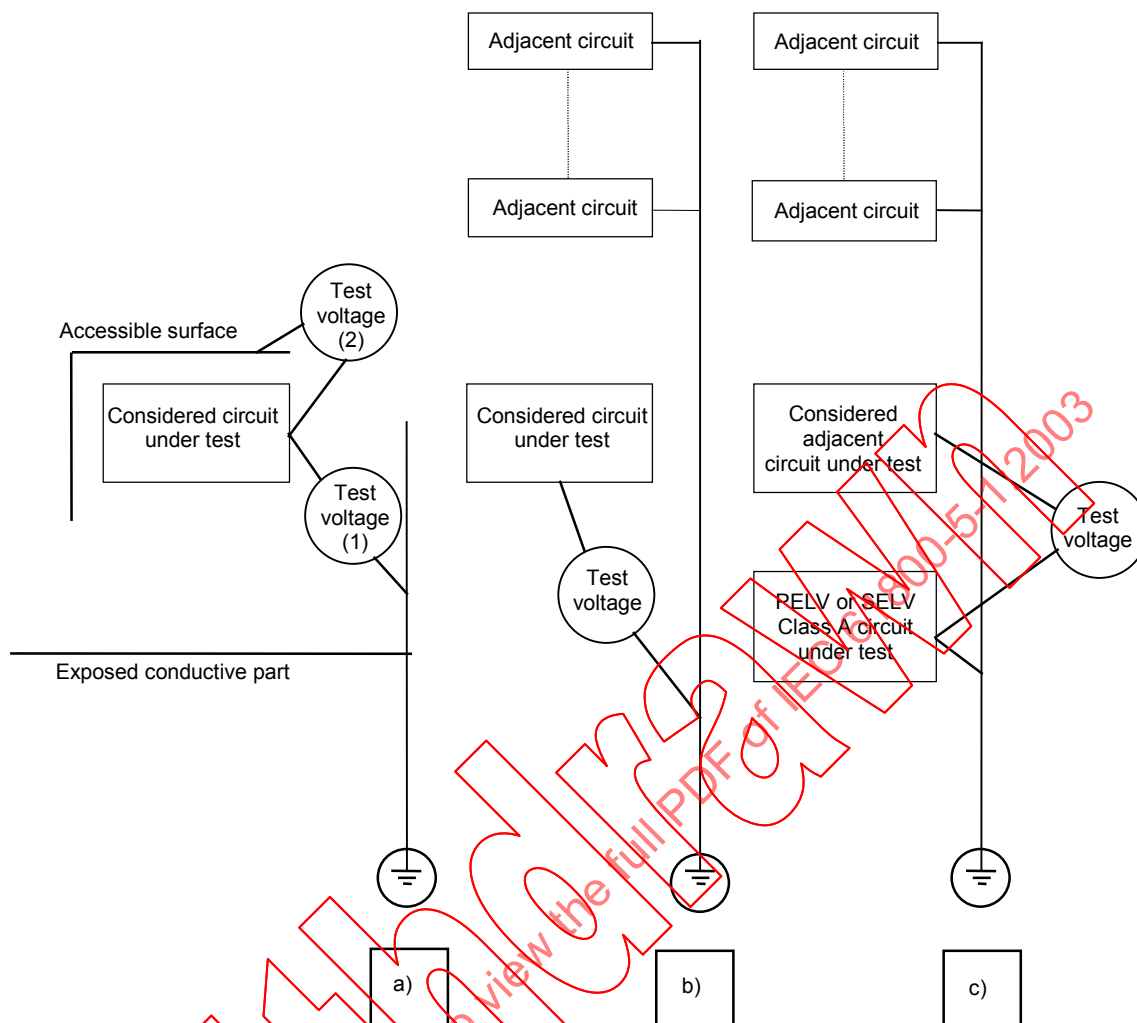
Figure 6 – Procédures de tension d'essai

Les essais doivent être effectués avec les portes de l'enveloppe fermées.

Lorsque le circuit est connecté électriquement aux parties conductrices accessibles, l'essai de tension n'est pas pertinent et peut être omis.

Pour créer un circuit continu pour la tension d'essai sur l'EEP, les bornes, les contacts ouverts de commutateurs ainsi que les semi-conducteurs de puissance etc. doivent être pontés si nécessaire. Avant de procéder à l'essai, les semi-conducteurs et autres composants vulnérables à l'intérieur d'un circuit peuvent être déconnectés et/ou leurs bornes peuvent être pontées pour éviter qu'ils ne soient endommagés pendant l'essai.

Les composants individuels formant partie intégrante de l'isolement soumis à l'essai, par exemple condensateurs de suppression d'interférences, ne doivent pas être déconnectés ou pontés avant l'essai. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser la tension d'essai en courant continu selon 5.2.3.2.2.



IEC 262/03

Figure 6 – Voltage test procedures

The tests shall be performed with the doors of the enclosure shut.

When the circuit is electrically connected to exposed conductive parts, the voltage test is not relevant, and may be omitted.

To create a continuous circuit for the voltage test on the PDS, terminals, open contacts on switches and semiconductor switching devices, etc. shall be bridged where necessary. Before testing, semiconductors and other vulnerable components within a circuit may be disconnected and/or their terminals bridged to avoid damage occurring to them during the test.

Individual components forming part of the insulation under test, for example interference suppression capacitors, shall not be disconnected or bridged before the test. In this case, it is recommended to use the d.c. test voltage according to 5.2.3.2.2.

Lorsque l'EEP est couvert totalement ou partiellement par une surface accessible non conductrice, une feuille conductrice, à laquelle est appliquée la tension d'essai, doit être enroulée autour de cette surface d'essai. Dans ce cas, l'essai d'isolement entre le circuit et la surface accessible non conductrice peut être effectué comme essai sur prélèvement en lieu et place d'un essai individuel de série.

L'essai individuel de série de l'EEP assemblé n'est pas exigé si l'essai de tous les sous-ensembles concernant le système d'isolement de l'EEP a été exécuté, il peut être démontré que l'assemblage final ne compromettra pas le système d'isolement et que l'essai de type de tout l'EEP assemblé a été effectué avec succès.

Les impédances de protection selon 4.2.4.3 doivent être incluses dans les essais ou la liaison avec la partie séparée protégée du circuit doit être ouverte au niveau des connexions avant de procéder aux essais. Dans ce dernier cas, la connexion doit être rétablie à l'issue de l'essai de tension avec la plus grande prudence afin d'éviter tout endommagement de l'isolement. Les écrans de protection selon 4.2.2 doivent rester reliés aux parties conductrices accessibles pendant l'essai de tension.

Dans le cas des produits de la haute tension, la tension devra être appliquée en utilisant une rampe d'accroissement d'une durée allant jusqu'à 5 s. S'il est demandé ou exigé d'exécuter à nouveau l'essai, la tension devra être déclassée à 80 % de la tension d'essai d'origine.

5.2.3.2.4 Durée de l'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu

La durée de l'essai doit être au moins de 5 s pour l'essai de type et de 1 s pour l'essai individuel de série. La tension d'essai peut être appliquée avec une rampe de tension croissante et/ou décroissante mais la tension maximale doit être maintenue pendant 5 s et 1 s respectivement pour les essais de type et individuels de série.

5.2.3.2.5 Vérification de l'essai de tension en courant alternatif ou continu

L'essai est satisfaisant si aucun claquage électrique n'intervient pendant l'essai.

5.2.3.3 Essai de décharge partielle (essai de type, sur prélèvement ou spécial)

L'essai de décharge partielle doit confirmer que l'isolant solide à l'intérieur des dispositifs (voir 4.2.7.2) appliqués pour la séparation de protection des circuits électriques demeure exempt de toute décharge partielle dans la plage de tensions spécifiée. (voir Tableau 20)

Cet essai doit être effectué comme un essai de type et un essai sur prélèvement. Il peut être supprimé pour les matériaux isolants exempts de décharge partielle, par exemple la céramique.

Les tensions d'inception et d'extinction de décharge partielle sont influencées par les facteurs climatiques (par exemple température et humidité), l'auto-échauffement des appareillages et la tolérance de fabrication. Ces variables d'influence sont importantes dans certaines conditions et doivent par conséquent être prises en compte au cours des essais de type.

Where the PDS is covered totally or partly by a non-conductive accessible surface, a conductive foil to which the test voltage is applied shall be wrapped around this surface for testing. In this case, the insulation test between circuit and non-conductive accessible surface may be performed as a sample test instead of a routine test.

Routine testing of the assembled PDS is not required if routine testing of all subassemblies related to the insulation system of the PDS is performed, it can be demonstrated that final assembly will not compromise the insulation system, and type testing of the fully-assembled PDS was performed successfully.

Protective impedances according to 4.2.4.3 shall either be included in the testing or the connection to the protectively separated part of the circuit shall be opened at the joints before testing. In the latter case, the connection shall be restored after the voltage test carefully in order to avoid any damage to the insulation. Protective screens according to 4.2.2 shall remain connected to exposed conductive parts during the voltage test.

In the case of high-voltage products, the voltage shall be applied using a ramp of up to 5 s in duration. If the test is required or requested to be repeated, the voltage shall be de-rated to 80 % of the original test voltage.

5.2.3.2.4 Duration of the a.c. or d.c. voltage test

The duration of the test shall be at least 5 s for the type test and 1 s for the routine test. The test voltage may be applied with increasing and/or decreasing ramp voltage but the full voltage shall be maintained for 5 s and 1 s respectively for type and routine tests.

5.2.3.2.5 Verification of the a.c. or d.c. voltage test

The test is successfully passed if no electrical breakdown occurs during the test.

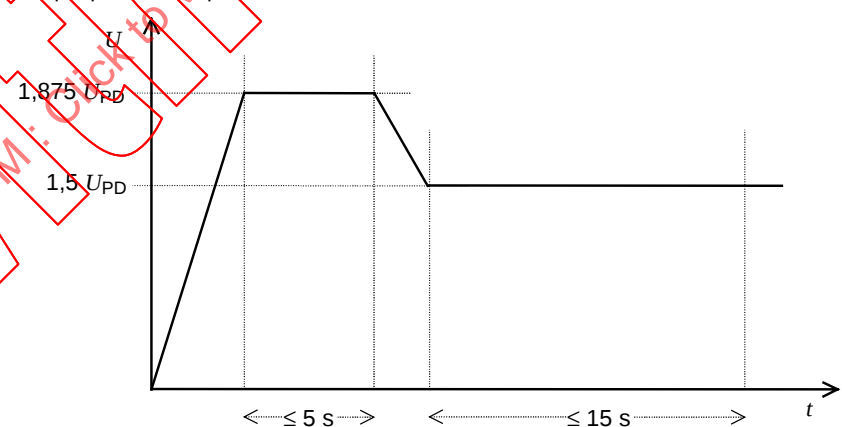
5.2.3.3 Partial discharge test (type, sample, or special test)

The partial discharge test shall confirm that the solid insulation used within devices (see 4.2.7.2) applied for protective separation of electrical circuits remains partial-discharge-free within the specified voltage range (see Table 20).

This test is to be performed as a type test and a sample test. It may be deleted for insulating materials which are free of partial discharge, for example ceramics.

The partial discharge inception and extinction voltage are influenced by climatic factors (e.g. temperature and moisture), equipment self heating, and manufacturing tolerance. These influencing variables can be significant under certain conditions and shall therefore be taken into account during type testing.

Tableau 20 – Essai de décharge partielle

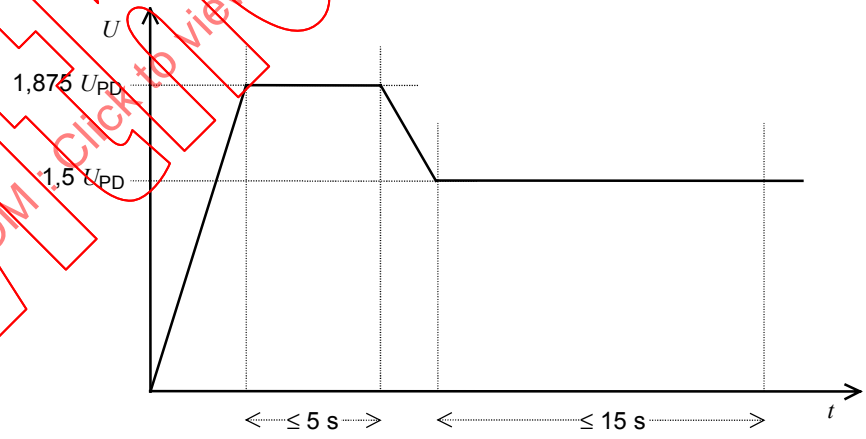
Objet	Conditions d'essai
Référence d'essai	4.1.2.4 de la CEI 60664-1
Référence des exigences	4.2.7.2
Conditionnement préalable	Les échantillons doivent être préalablement conditionnés selon 4.1.2.1 de la CEI 60664-1 Les parties actives appartenant au même circuit doivent être reliées entre elles. Il est recommandé d'effectuer l'essai de décharge partielle après l'essai de tension de choc (voir 5.2.3.1) afin que tout dommage dû à l'essai de tension de choc soit visible. Il est recommandé de réaliser l'essai de décharge partielle avant d'intégrer les composants ou les dispositifs à l'appareillage, du fait que la décharge partielle n'est normalement pas possible lorsque l'appareillage est assemblé.
Mesure initiale	Selon spécification du composant ou dispositif.
Appareillage d'essai	Dispositif de mesure de la charge calibrée ou appareil de mesure des interférences radioélectriques sans filtres de pondération.
Circuit d'essai	C.1 de la CEI 60664-1
Méthode d'essai	4.1.2.4 de la CEI 60664-1: $F_1 = 1,2$; $F_2, F_3 = 1,25$. Procédure d'essai 4.1.2.4.2 de la CEI 60664-1.
Etalonnage de l'appareillage d'essai	C.4 de la CEI 60664-1
Mesure	En commençant avec une valeur inférieure à la tension de décharge nominale U_{PD}^a, la tension doit être augmentée de façon linéaire jusqu'à 1,875 fois U_{PD} et maintenue pendant une durée maximale de 5 s. La tension doit être diminuée de façon linéaire jusqu'à 1,5 fois U_{PD} ($\pm 5\%$) et maintenue pendant une durée maximale de 15 s, au cours de laquelle on mesure la décharge partielle.
Vérification	L'essai doit être considéré satisfaisant si la décharge partielle est inférieure à 10 pC pendant la période de mesure.  IEC 263/03
^a La tension de décharge nominale est la somme des tensions de crête répétitives dans chacun des circuits séparés par l'isolement.	

5.2.3.4 Impédance de protection (essai de type et essai individuel de série)

Un essai de type doit être exécuté pour vérifier que le courant circulant dans une impédance de protection ne dépasse pas les valeurs données en 4.2.4.3. L'essai doit être exécuté en utilisant le circuit de la CEI 60990, Figure 4.

Les essais de type et individuels de série doivent être effectués afin de vérifier la valeur de l'impédance de protection.

Table 20 – Partial discharge test

Subject	Test conditions
Test reference	4.1.2.4 of IEC 60664-1
Requirement reference	4.2.7.2
Preconditioning	Samples shall be pre-conditioned according to 4.1.2.1 of IEC 60664-1 Live parts belonging to the same circuit shall be connected together It is recommended that the partial discharge test is performed after the impulse voltage test (see 5.2.3.1) in order that any damage caused by the impulse voltage test may be apparent It is advisable that the partial discharge test is performed before inserting the components or devices into the equipment as a conclusion on the reason of partial discharge is not normally possible when the equipment is assembled
Initial measurement	According to specification of component or device
Test equipment	Calibrated charge measuring device or radio interference meter without weighting filters
Test circuit	C.1 of IEC 60664-1
Test method	4.1.2.4 of IEC 60664-1: $F_1 = 1,2$; $F_2, F_3 = 1,25$. Test procedure 4.1.2.4.2 of IEC 60664-1
Calibration of test equipment	C.4 of IEC 60664-1
Measurement	Starting from a value below the rated discharge voltage U_{PD}^a, the voltage shall be linearly increased to 1,875 times U_{PD} and held for a maximum time of 5 s The voltage shall then be linearly decreased to 1,5 times U_{PD} ($\pm 5\%$) and held for a maximum time of 15 s, during which the partial discharge is measured
Verification	The test shall be considered to have been successfully passed if the partial discharge is less than 10 pC during the measurement period  IEC 263/03
^a The rated discharge voltage is the sum of the recurring peak voltages in each of the circuits separated by the insulation.	

5.2.3.4 Protective impedance (type test and routine test)

A type test shall be performed to verify that the current through a protective impedance does not exceed the values given in 4.2.4.3. The test shall be performed using the circuit of IEC 60990, Figure 4.

Type and routine tests shall be performed to verify the value of the protective impedance.

5.2.3.5 Mesure du courant de fuite (essai de type)

La plupart des EEP ont un courant de fuite à la terre supérieur à un courant alternatif de 3,5 mA. En cas de doute, la méthode de mesure du courant de contact (ci-dessous) doit être utilisée pour déterminer si le courant est inférieur à un courant alternatif de 3,5 mA ou un à courant continu de 10 mA de telle sorte qu'il ne soit pas nécessaire de prendre des mesures de protection particulières. (voir 4.2.5.4.2) Cette méthode peut être utilisée pour un MEP, mais dans ce cas, ce dernier doit être relié à un moteur. Le moteur peut être à vide, mais la longueur et le type du câble de moteur indiqués par le constructeur doivent être respectés.

L'EEP doit être isolé sans aucune connexion à la terre et doit être utilisé à la tension nominale. Dans ces conditions, le courant doit être mesuré entre la borne de protection et le conducteur de protection lui-même avec la sonde décrite à la Figure 4 de la CEI 60990.

Pour un EEP devant être relié à un réseau avec neutre mis à la terre, le neutre du réseau du site d'essai doit être directement relié au conducteur de protection.

Pour un EEP devant être relié à un réseau isolé ou à un réseau à impédance, le neutre doit être relié par une résistance de 1 kΩ au conducteur de protection qui doit être relié à chaque phase d'entrée à leur tour. La valeur la plus élevée est considérée comme le résultat définitif.

Pour un EEP devant être relié à un réseau avec une phase mise à la terre, le conducteur de protection doit être relié à chaque phase d'entrée à leur tour. La valeur la plus élevée est considérée comme le résultat définitif.

Le système de mise à la terre spécifique d'un EEP doit fonctionner comme cela a été prévu pendant l'essai.

Ceci s'exécute en essai de type

5.2.3.6 Essais de courant de court-circuit (essais de type)

5.2.3.6.1 Généralités

Des modèles représentatifs doivent être utilisés pour les essais. Chaque modèle doit être soumis à un seul essai de court-circuit. La valeur d'essai du courant de court-circuit doit être fondée sur les informations fournies par le fabricant. (voir 4.2.10)

Les critères de détermination des échantillons à essayer pour une série d'EEP utilisant des fusibles ou des disjoncteurs pour se conformer à cet essai, sont basés sur la comparaison des calibres des fusibles ou disjoncteurs avec les calibres des thyristors ou transistors de sortie, pour chaque modèle de la série (les calibres spécifiques à évaluer sont les valeurs I^2t et I_p).

Les EEP prévus pour un courant d'entrée continu doivent être soumis à l'essai à l'aide d'une source de courant continu. Les EEP prévus pour un courant d'entrée alternatif doivent être soumis à l'essai à leur fréquence d'entrée nominale.

Lorsque l'EEP soumis à l'essai fait état, dans ses instructions d'installation, d'exigences de moyens externes de protection contre les défauts, ces moyens spécifiques doivent être fournis pour l'essai.

Pour le cas d'un EEP livré sans enveloppe, on peut utiliser une cage en treillis métallique d'une fois et demi les dimensions linéaires de la partie de l'EEP à l'étude pour simuler l'enveloppe.

Pour évaluer le risque de choc électrique, l'enveloppe extérieure et les parties métalliques hors tension normalement mises à la terre ou accessibles sont isolées de la terre et reliées par un fusible de 30 A au pôle du circuit d'alimentation le moins exposé à un risque de formation d'arc à la terre. Toutefois, pour les circuits de commande mis à la terre, l'enveloppe et les parties métalliques hors tension normalement mises à la terre ou accessibles, sont isolées de la terre et doivent y être reliées par l'intermédiaire du fusible de 30 A.

5.2.3.5 Leakage current measurement (type test)

Most PDSs will have an earth leakage current greater than 3,5 mA a.c.. In case of doubt, the touch current measurement method below shall be used to determine if the current is less than 3,5 mA a.c. or 10 mA d.c. so that special measures of protection need not be taken (see 4.2.5.4.2). It may be used for a BDM, but in that case it shall be connected to a motor. The motor may be unloaded, but the length and the type of the motor cable indicated by the manufacturer shall be used.

The PDS shall be set up in an insulated state without any connection to the earth and shall be operated at rated voltage. Under these conditions, the current shall be measured between the protective terminal and the protective conductor itself with the probe of Figure 4 of IEC 60990.

- For a PDS to be connected to an earthed neutral system, the neutral of the mains of the test site shall be directly connected to the protective conductor.
- For a PDS to be connected to an isolated system or impedance system, the neutral shall be connected through a resistance of 1 k Ω to the protective conductor which shall be connected to each input phase in turn. The highest value will be taken as the definitive result.
- For a PDS to be connected to a corner earthed system, the protective conductor shall be connected to each input phase in turn. The highest value will be taken as the definitive result.
- For a PDS with a particular earthing system, this system shall operate as intended during the test.

This is performed as a type test

5.2.3.6 Short-circuit current tests (type tests)

5.2.3.6.1 General

Representative models shall be used for testing. Each model shall be subjected to only one short-circuit test. The short-circuit current test value shall be based on information provided by the manufacturer (see 4.2.10).

The criteria for samples to test for a PDS series which uses fuses or circuit breakers for compliance with this test is based on comparing the fuse or circuit breaker ratings with the thyristor or transistor output device ratings for each model within the series (specific ratings to evaluate are the I^2 and I_p values).

PDS rated for d.c. input are to be tested using a d.c. source. PDS rated for a.c input are to be tested at their rated input frequency.

Where the PDS under test is specified in its installation instructions to require external means of protection against faults, the specific means shall be provided for the test.

In the case of a PDS supplied without an enclosure, a wire mesh cage which is 1,5 times the individual linear dimensions of the PDS part under study may be used to simulate the intended enclosure.

To assess the risk of electric shock, the outer enclosure and normally earthed or exposed dead metal parts are isolated from earth and connected through a 30 A fuse to the supply circuit pole least at risk of arcing to earth. However, for earthed control circuits, the enclosure and normally earthed or exposed dead metal parts are isolated from earth and connected through the 30 A fuse to earth.

Du coton hydrophile doit être disposé sur toutes les ouvertures, poignées, brides, joints et emplacements similaires sur le côté extérieur de l'enveloppe.

Si une protection est réalisée par des appareillages internes (fusibles, disjoncteurs, etc) qui ont des caractéristiques non vérifiées, leurs fonctions de protection doivent être inhibés avant d'exécuter le test.

5.2.3.6.2 Sorties puissance

Cet essai n'est pas exigé pour les MEP/MEC de calibre inférieur ou égal à 750 W.

Dans des conditions de court-circuit, le circuit d'essai doit être capable de fournir le courant spécifié à moins que l'analyse du circuit démontre qu'une valeur inférieure peut être utilisée. La tension de circuit ouvert du circuit d'essai doit être comprise entre 100 % et 105 % de la tension d'entrée nominale. La tension de circuit ouvert peut dépasser 105 % de la tension d'entrée nominale sur demande du fabricant. Dès le déclenchement du dispositif de puissance de sortie, un court-circuit doit se produire entre les bornes de puissance de sortie (il n'est pas nécessaire de court-circuiter les bornes d'alimentation de l'inducteur) et le MEP/MEC doit fonctionner jusqu'à ce que l'on obtienne un ou plusieurs résultats définitifs suivants:

- Le fonctionnement des circuits de protection à semi-conducteurs contre les courts-circuits soumis à une vérification systématique de la fonctionnalité et à une identification des défauts de fabrication; ou
- l'ouverture d'un fusible approprié de protection contre les courts-circuits d'une branche de circuit (de type semi-conducteur ou non semi-conducteur); ou
- l'ouverture d'un coupe-circuit approprié de protection contre les courts-circuits d'une branche de circuit (de type à temporisation inverse ou à déclenchement instantané).

Suite à l'essai de court-circuit effectuée sur les sorties de puissance, le MEP/MEC doit satisfaire à chacune des conditions suivantes:

- l'indicateur en coton ne doit pas être enflammé;
- le fusible de mise à la terre ne doit pas être ouvert;
- la porte ou le capot de protection ne doit pas être ouvert;
- la porte ou le capot de protection doit pouvoir être ouvert;
- les circuits TBTS et TBTP ne doivent pas présenter de tensions supérieures à celles des classes de tensions déterminantes de classe A.

Il n'est pas nécessaire que le MEP/MEC fonctionne après les essais et il est admis que l'enveloppe puisse se déformer. Toutefois, les parties actives ne doivent pas être accessibles.

5.2.3.6.3 Circuits auxiliaires

L'essai de courant de court-circuit avec les circuits auxiliaires doit être effectué avec la combinaison la plus défavorable de tension d'alimentation et de température. L'essai doit se prolonger jusqu'à observation des résultats définitifs (par exemple l'ouverture d'un fusible) ou jusqu'à obtention d'une température constante après une durée minimale de 10 minutes.

5.2.3.7 Décharge de condensateur (essai de type)

La vérification du temps de décharge des condensateurs tel que requis par le 4.2.12 peut être faite par un essai de type et/ou par calcul.

Surgical cotton is to be placed at all openings, handles, flanges, joints, and similar locations on the outside of the enclosure.

If protection is provided by means of internal devices (fuses, circuit breakers, etc.) that have unverified characteristics, their protective functions shall be inhibited before making the test.

5.2.3.6.2 Power outputs

This test is not required to be performed on BDM/CDM rated at less than or equal to 750 W.

Under short-circuit conditions, the test circuit shall be capable of delivering the current specified unless circuit analysis demonstrates that a lesser value may be used. The open-circuit voltage of the test circuit is to be 100 % - 105 % of the rated input voltage. The open-circuit voltage may exceed 105 % of the rated input voltage at the request of the manufacturer. Upon actuation of the power output device, a short-circuit is to be introduced across the output power terminals (the motor field output terminals are not required to be shorted) and the BDM/CDM is to be operated until one or more of the following ultimate results are obtained:

- the operation of solid state short-circuit protection circuitry which is subjected to routine verification of functionality and identification of early production faults; or
- the opening of a suitable branch circuit short-circuit protection fuse (either a semiconductor or non-semiconductor type); or
- the opening of a suitable branch circuit short-circuit protection circuit breaker (either an inverse-time or instantaneous trip type).

As a result of the short-circuit test on power outputs, the BDM/CDM shall comply with each of the following:

- the cotton indicator shall not have ignited;
- the earth fuse shall not have opened;
- the door or cover shall not have blown open;
- the door or cover shall be able to be opened;
- SELV and PELV circuits will not exhibit voltages greater than those of decisive voltage class A.

The BDM/CDM is not required to be operational after testing and it is possible that the enclosure can become deformed. However, live parts shall not be accessible

5.2.3.6.3 Auxiliary circuits

The short-circuit current test on auxiliary circuits shall be performed with the worst combination of supply voltage and temperature. The duration of the test shall be until ultimate results have occurred (for example the opening of a fuse) or until steady state temperature is attained after a minimum of 10 min.

5.2.3.7 Capacitor discharge (type test)

Verification of the capacitor discharge time as required by 4.2.12 may be done by a type test and/or by calculation.

5.2.3.8 Essai de défaillance de composants (essai de type)

La défaillance d'un composant identifiée suite à l'analyse des circuits du 4.1, doit être simulée après alimentation complète du MEP/MEC et une fois que celui-ci est en fonctionnement. Il ne doit y avoir aucune émission de flamme, aucun métal fondu, aucune inflammation de coton librement disposé sur toutes les ouvertures des appareillages ventilés ou tout autour des MEP/MEC de type ouvert lorsque les composants identifiés sont mis en court-circuit ou en circuit ouvert. Les composants doivent être évalués un par un.

Pour le cas d'un MEP/MEC livré sans enveloppe, on peut utiliser une cage en treillis métallique d'une fois et demi les dimensions linéaires de la partie du MEP/MEC à l'étude pour simuler l'enveloppe.

L'enveloppe extérieure ou la cage grillagée (lorsqu'elle est fournie) et toutes parties métalliques hors tension normalement mises à la terre ou accessibles sont isolées de la terre et reliées par l'intermédiaire d'un fusible de 30 A au pôle du circuit d'alimentation le moins exposé à un risque de formation d'arc à la terre.

A la suite de l'essai de défaillance de composants, le MEP/MEC doit satisfaire aux conditions suivantes:

- l'indicateur en coton ne doit pas être enflammé ;
- le fusible 30 A à la terre ne doit pas être ouvert.

5.2.3.9 Essai d'échauffement (essai de type)

L'EEP doit être évalué à la puissance nominale avec le courant de sortie nominal permanent du MEP/MEC le plus élevé.

Il est permis de soumettre à l'essai les composants et les autres parties de manière indépendante à condition que les conditions d'essai applicables à l'appareillage soient respectées.

L'EEP doit être soumis à l'essai avec au moins 1,2 m de fil électrique relié à chaque borne. Le fil doit avoir le plus petit calibre destiné à être relié à l'EEP tel que spécifié par le fabricant. Lorsqu'il est prévu uniquement la connexion de jeux de barres à l'EEP, celles-ci doivent être du calibre minimal destiné à être reliées à l'EEP tel que spécifié par le fabricant.

La température maximale de l'isolement électrique (autre que celui des enroulements) dont la défaillance pourrait entraîner un risque, est mesurée à la surface de l'isolement en un point proche de la source de chaleur.

La température maximale atteinte doit être corrigée à la température ambiante nominale de l'EEP en ajoutant la différence entre la température ambiante au cours de l'essai et la température ambiante nominale maximale.

Aucune température corrigée ne doit dépasser la température nominale du matériau ou du composant mesuré.

Pendant l'essai, le coupe-circuit thermique et les fonctions et dispositifs de détection des surcharges ne doivent pas s'activer.

5.2.3.10 Liaison de protection (essai de type et essai individuel de série)

Un courant de 25 A, d'une source ayant une tension à vide maximale de 60 V en courant continu, doit circuler du conducteur de protection (borne) principal, dans les différentes parties conductrices accessibles chacune à leur tour. Il convient que le courant circule jusqu'à l'obtention d'un régime permanent.

5.2.3.8 Breakdown of components test (type test)

The breakdown of a component, identified as a result of the circuit analysis of 4.1, shall be simulated after the BDM/CDM is fully energized and in operation. There shall be no emission of flame or molten metal nor ignition of cotton loosely placed over all openings of ventilated equipment or totally around open type BDM/CDM when identified components are short-circuited or open-circuited. Components shall be evaluated one at a time.

In the case of a BDM/CDM supplied without an enclosure, a wire mesh cage which is 1,5 times the individual linear dimensions of the BDM/CDM part under study may be used to simulate the intended enclosure.

The outer enclosure or wire mesh cage (when provided) and any normally earthed or exposed dead metal parts are isolated from earth and connected through a 30 A fuse to the supply circuit pole least at risk of arcing to earth.

As a result of the breakdown of components test, the BDM/CDM shall comply with the following:

- the cotton indicator shall not have ignited;
- the 30 A fuse shall not have opened.

5.2.3.9 Temperature rise test (type test)

The PDS shall be tested at rated power with the highest specified continuous rated BDM/CDM output current.

It is permitted to test components and other parts independently provided that the test conditions applicable to the equipment are adhered to.

The PDS is to be tested with at least 1,2 m of wire attached to each user terminal. The wire is to be of the smallest size intended to be connected to the PDS as specified by the manufacturer for installation. When there is only provision for the connection of bus bars to the PDS, they shall be of the minimum size intended to be connected to the PDS as specified by the manufacturer.

The maximum temperature of electrical insulation (other than that of windings), the failure of which could cause a hazard, is measured on the surface of the insulation at a point close to the heat source.

The maximum temperature attained shall be corrected to the rated ambient temperature of the PDS by adding the difference between the ambient temperature during the test and the maximum rated ambient temperature.

No corrected temperature shall exceed the rated temperature of the material or component measured.

During the test, thermal cutout, overload detection functions and devices shall not operate.

5.2.3.10 Protective bonding (type test and routine test)

A current of 25 A, from a source having a maximum no-load voltage of 60 V d.c., is to be passed from the main protective conductor (terminal) and to the different exposed conductive parts in turn. The current should run until steady state conditions are reached.

La résistance est donnée par la chute de tension observée entre la borne du conducteur de protection principal et les différentes parties conductrices accessibles divisée par le courant. La résistance ne doit pas dépasser 0,1 Ω

NOTE Dans la mesure où la résistance est très faible, il convient de positionner les sondes de mesure avec la plus grande attention.

L'essai doit être exécuté en essai individuel de série si la liaison de protection est obtenue au moyen d'une seule attache.

5.2.4 Essais de fonctionnement anormal

5.2.4.1 Généralités

Avant de procéder à l'ensemble des essais de fonctionnement, l'échantillon d'essai doit être monté, relié et utilisé tel que décrit dans l'essai d'échauffement.

Afin d'évaluer le risque de choc électrique, l'enveloppe extérieure et les parties métalliques hors tension normalement mises à la terre ou exposées sont isolées de la terre et reliées à celle-ci par l'intermédiaire d'un fusible de 30 A. Ceci ne s'applique pas aux parties de la haute tension d'un EEP.

Du coton hydrophile doit être disposé sur toutes les ouvertures, poignées, brides, joints et autres emplacements similaires sur le côté extérieur de l'enveloppe d'une manière qui n'affecte pas de façon significative le refroidissement.

Au cours et à l'issue des essais de fonctionnement, le convertisseur de puissance doit pouvoir fonctionner tant sur le plan électrique que mécanique et aucun signe de risque d'incendie ou de choc électrique ne doit être observé. Le fusible 30 A ne doit pas s'ouvrir et le coton hydrophile ne doit pas rougeoier ni s'enflammer. Des dispositifs de protection peuvent être remis à zéro ou renouvelés avant détermination de l'opérabilité.

5.2.4.2 Fonctionnement en monophasé (essai de type)

Un EEP triphasé doit fonctionner avec chacune des phases déconnectées à tour de rôle à l'entrée. L'essai doit être effectué en déconnectant une phase, le convertisseur de puissance fonctionnant à la charge nominale maximale (cette exigence particulière ne s'applique pas à un EEP de la haute tension et peut être simulée pour des EEP de la basse tension avec un courant d'entrée nominal supérieur à 500 A) et doit être répété en alimentant initialement le dispositif avec un conducteur déconnecté. L'essai doit se poursuivre jusqu'à ce qu'un dispositif de protection y mette un terme ou jusqu'à ce que la température se stabilise.

5.2.4.3 Moteur de ventilateur hors de fonctionnement (essai de type)

Les MEP ayant à une ventilation forcée doivent fonctionner à une charge nominale, le ou les moteurs du ventilateur étant mis hors fonctionnement, individuellement ou en associant un défaut unique, en empêchant physiquement sa (ou leur) rotation jusqu'à ce qu'un dispositif de protection mette un terme à l'essai ou jusqu'à ce que la température se stabilise.

NOTE Les systèmes de refroidissement autres que ceux à ventilation forcée sont à l'étude.

5.2.4.4 Filtre colmaté (essai de type)

Les MEP en enveloppe et disposant d'ouvertures de ventilation filtrées doivent fonctionner avec leurs ouvertures fermées afin de simuler des filtres colmatés. L'essai doit tout d'abord être effectué avec les ouvertures de ventilation fermées à 50 %. L'essai doit ensuite être répété avec les ouvertures de ventilation totalement fermées jusqu'à ce qu'un dispositif de protection y mette un terme ou jusqu'à ce que la température se stabilise.

The resistance is given by the voltage drop, from the terminal of the main protective conductor to the different exposed conductive parts, divided by the current. The resistance shall not exceed 0,1 Ω .

NOTE As this is a very low resistance, care should be exercised in positioning the measuring probes.

This test shall be performed as a routine test if the protective bonding is achieved by means of a single fastener.

5.2.4 Abnormal operation tests

5.2.4.1 General

Before all operation tests, the test sample is to be mounted, connected, and operated as described in the temperature rise test.

To assess the risk of electric shock, the outer enclosure and normally earthed or exposed dead metal parts are isolated from earth and connected to earth through a 30 A fuse. This is not applicable to high voltage parts of a PDS.

Surgical cotton shall be placed at all openings, handles, flanges, joints and similar locations on the outside of the enclosure in a manner which will not significantly alter cooling.

During and upon completion of the operation tests, power conversion equipment shall be electrically and mechanically operable. There shall be no evidence of a risk of fire or electric shock. The 30 A fuse specified above shall not open and the surgical cotton shall not glow or flame. Protective devices may be reset or renewed prior to determining operability.

5.2.4.2 Single phasing (type test)

A three-phase PDS is to be operated with each line disconnected in turn at the input. The test is to be performed by disconnecting one line with the power conversion equipment operating at its maximum normal load (this particular requirement does not apply to high-voltage PDS and may be simulated for low-voltage PDS with rated input current greater than 500 A) and is to be repeated by initially energizing the device with one lead disconnected. The test is to be performed until terminated by a protective device or until the temperature stabilizes.

5.2.4.3 Inoperative blower motor (type test)

BDM having forced ventilation is to be operated at rated load with blower motor or motors rendered inoperative, singly or in combination from a single fault, by physically preventing their rotation until the test is terminated by a protective device or until the temperature stabilizes.

NOTE Cooling systems other than forced ventilation are under consideration.

5.2.4.4 Clogged filter (type test)

Enclosed BDM having filtered ventilation openings shall be operated with the openings blocked to represent clogged filters. The test is to be performed initially with the ventilation openings blocked 50 %. The test is then to be repeated under a full blocked condition until terminated by a protective device or until the temperature stabilizes.

5.2.5 Essais de matériaux

5.2.5.1 Essai de formation d'arc à courant élevé (essai de type)

Cinq échantillons de chaque matériau à évaluer sont utilisés (voir 4.3.2). Les échantillons ont une longueur minimale de 130 mm, une largeur de 13 mm et une épaisseur uniforme représentant la section la plus mince de la partie. Les arêtes doivent être exemptes de toutes bavures, ailettes, etc.

Chaque essai est effectué avec une paire d'électrodes et une charge à impédance inductive variable reliée en série à une source de courant de 220 V à 240 V c.a., 50/60 Hz. (voir Figure 7)

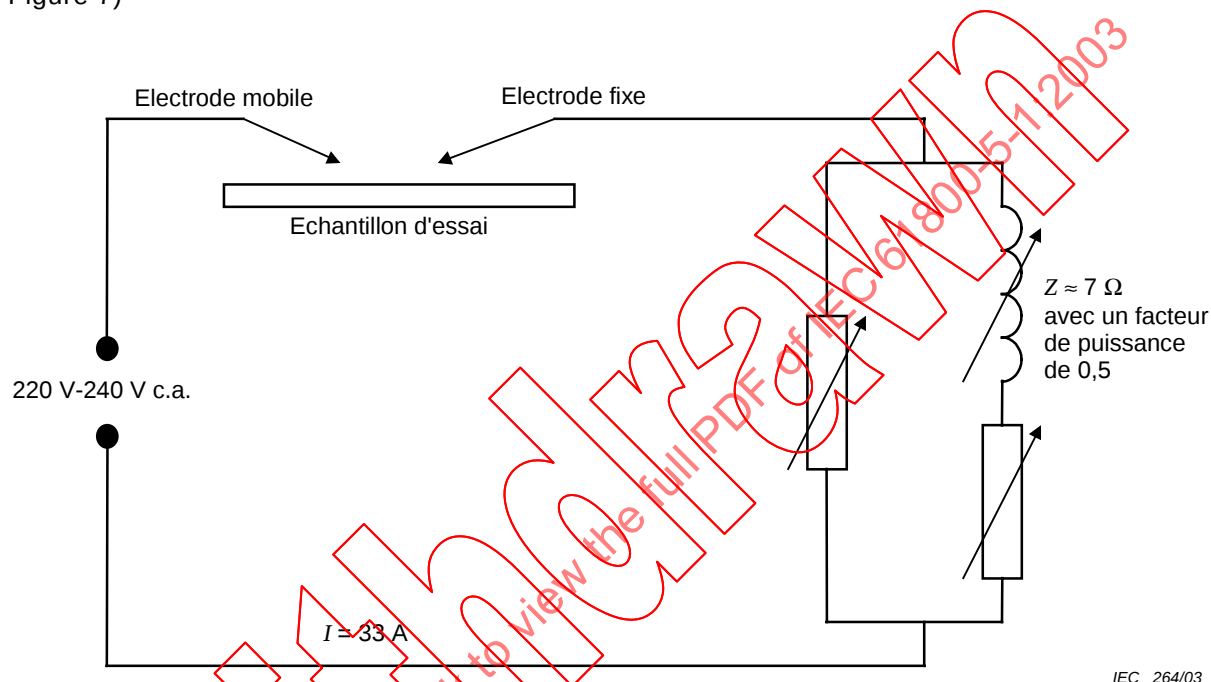


Figure 7– Circuit pour essai de formation d'arc à courant élevé

Il est admis d'utiliser un circuit équivalent.

Une électrode est fixe et l'autre est mobile. L'électrode fixe se compose d'un conducteur en cuivre massif d'un diamètre de 3,5 mm ayant une pointe formant un angle de 30°. L'électrode mobile est une tige d'acier inoxydable de 3 mm de diamètre avec une pointe conique symétrique ayant un angle total de 60° et qui peut être déplacée le long de son propre axe. Le rayon de courbure des extrémités d'électrodes 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 45° par rapport à l'horizontale. Les électrodes en court-circuit, l'impédance inductive variable est réglée jusqu'à ce que le courant soit de 33 A avec un facteur de puissance de 0,5.

L'échantillon soumis à l'essai repose sur un plan horizontal à l'air libre ou sur une surface non conductrice de sorte que les électrodes, lorsque l'une touche l'autre, sont en contact avec la surface de l'échantillon. L'électrode mobile est commandée de manière manuelle ou par tout autre moyen de sorte qu'elle puisse être désolidarisée de l'électrode fixe afin de rompre le circuit; elle est abaissée afin de le rétablir, de sorte que se produise une série d'arcs à un rythme d'environ 40 arcs/min, avec une vitesse de séparation de 250 mm/s $\pm$ 25 mm/s.

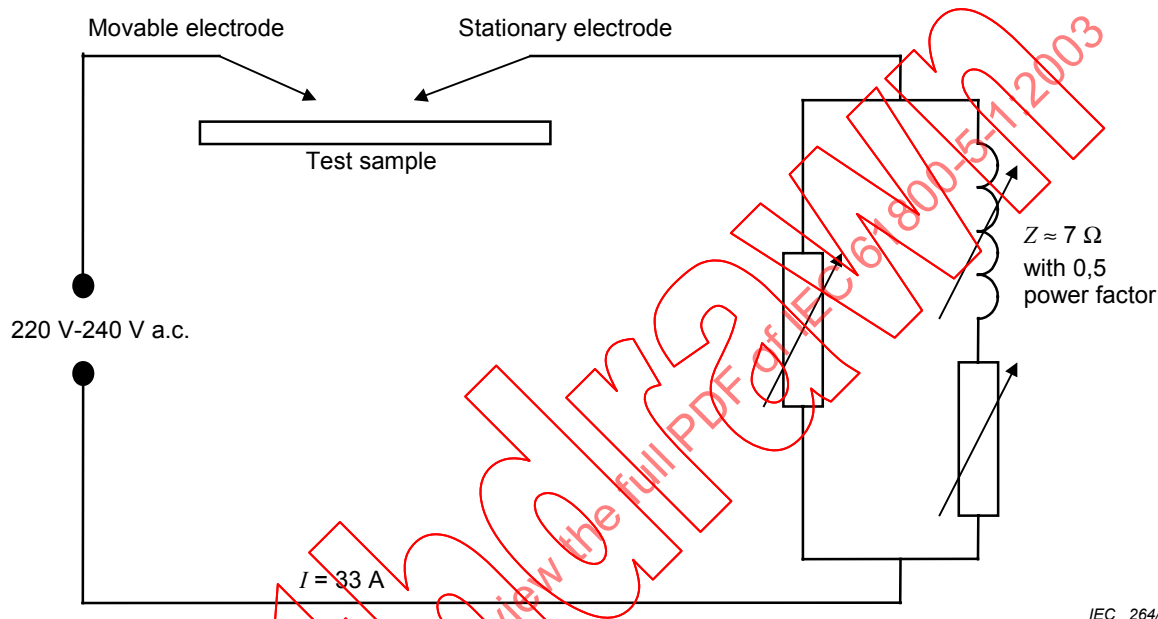
L'essai se poursuit jusqu'à ce que l'échantillon s'enflamme, jusqu'à ce qu'un trou se consume dans l'échantillon ou qu'un nombre total de 200 arcs se soient formés.

5.2.5 Material tests

5.2.5.1 High current arcing ignition test (type test)

Five samples of each insulating material (see 4.3.2) to be tested 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.

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 7).



IEC 264/03

Figure 7 – Circuit for high-current arcing test

It is permitted to use an equivalent circuit.

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.

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 250 mm/s $\pm$ 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 have elapsed.

Le nombre moyen d'arcs nécessaires à l'inflammation des éprouvettes soumises à l'essai ne doit pas être inférieur à 15 pour les matériaux de classe V-0 et à 30 pour les autres matériaux.

5.2.5.2 Essai de résistance à l'arc d'un produit fini (essai de type – essai en variante à l'essai d'inflammation par formation d'arc sous courant électrique élevé)

Le courant électrique utilisé pour l'essai de formation d'arc doit être le courant de charge nominal maximal de l'équipement concerné, tout en étant de facteur de puissance minimal. La tension d'essai doit être égale à la tension effective de la partie active. L'équipement soumis à l'essai doit être mis hors tension. L'arc doit se former entre la partie active et toute partie contiguë où une rupture est susceptible de se produire. L'arc doit servir à essayer d'enflammer des matériaux constitutifs de l'enveloppe ou doit être utilisé pour enflammer les matériaux situés entre les parties de potentiel différent. La formation de l'arc s'effectue au moyen d'une sonde conductrice en cuivre ou en acier inoxydable. Cette dernière doit être utilisée pour créer un cheminement d'arc ou former un dépôt de carbone sur la surface du matériau isolant (voir 4.3.2) à la vitesse de 40 séparations d'arc / min.

Aucune inflammation ne doit se produire:

- a) dans un intervalle de 15 arcs pour les matériaux classés V-0,
- b) dans un intervalle de 30 arcs pour les matériaux classés V-1 et V-2 ou
- c) dans un intervalle de 60 arcs pour les matériaux classés HB.

De plus, il ne doit y avoir aucun passage conducteur de carbone permanent du fait de l'application d'un potentiel de test diélectrique entre la partie active et la partie contiguë de potentiel différent susmentionnée tel que requis dans l'essai de tension en courant alternatif ou en courant continu décrit en 5.2.3.2.

5.2.5.3 Essai de rougeoiement de fil (essai de type)

L'essai de rougeoiement de fil doit être effectué selon les Articles 4 à 10 de la CEI 60695-2-10 à 60695-2-13 aux conditions spécifiées en 4.3.2.

NOTE Si l'essai doit être effectué au moins en deux points différents sur le même échantillon, il convient de s'assurer que toute déformation due à des essais précédant n'affecte pas l'essai à effectuer.

5.2.5.4 Essai d'inflammation au fil chaud (essai de type – en variante à l'essai de rougeoiement de fil)

Cinq échantillons de chaque matériau isolant sont évalués (voir 4.3.2). Les échantillons ont une longueur minimale de 130 mm, une largeur de 13 mm et une épaisseur uniforme représentant la section la plus fine de la partie. Les arêtes doivent être exemptes de toutes bavures, ailettes, etc.

Un fil de nichrome d'une longueur de $250 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ (composition nominale de 80 % de nickel, 20 % de chrome, déferisée) d'un diamètre d'environ 0,5 mm et ayant une résistance à froid proche de $5 \text{ } \Omega/\text{m}$ est utilisé. Le fil est relié sur toute sa longueur à une source de puissance variable qui est réglée afin d'obtenir une dissipation de puissance du fil de $0,25 \text{ W/mm} \pm 0,01 \text{ W/mm}$ pendant une durée de 8 s à 12 s. Après refroidissement, le fil est enroulé autour d'un échantillon afin de constituer cinq tours complets séparés de 6 mm.

L'échantillon enroulé repose sur un plan horizontal et les extrémités du fil sont reliées à la source de puissance variable, qui fait de nouveau l'objet d'un réglage afin d'obtenir une dissipation de puissance du fil de $0,25 \text{ W/mm} \pm 0,01 \text{ W/mm}$. (voir Figure 8)

The average number of arcs to ignition of the specimens tested shall be not less than 15 for V-0 class materials and not less than 30 for other materials.

5.2.5.2 End-product arc resistance test (type test – alternative to high current arcing ignition test)

The current for the arcing test is to be the maximum normal load-current rating that the equipment draws and minimum power factor. The voltage used for the test is to be equal to the available voltage at the live part. The equipment under test is to be de-energized for this test. The arc is to be established between the live part and any adjacent part where breakdown is likely to occur. The arc is to be used to attempt to ignite materials forming parts of the enclosure or to ignite materials located between the parts of different potential. The arc is to be established by means of a copper or stainless steel conductive probe. The conductive probe is to be used to create arc tracking or a carbon build-up across the surface of the insulating material (see 4.3.2) at the rate of 40 arc separations/minute.

There shall be no ignition:

- a) within 15 arcs for materials classed V-0;
- b) within 30 arcs for materials classed V-1 and V-2, or
- c) within 60 arcs for materials classed HB.

In addition, there shall not be a permanent carbon conductor path judged by application of a dielectric voltage-withstand potential between the live part and the adjacent part of different potential indicated above as required in 5.2.3.2.

5.2.5.3 Glow-wire test (type test)

The glow-wire test shall be made according to clauses 4 to 10 of IEC 60695-2-10 to IEC 60695-2-13 under the conditions specified in 4.3.2.

NOTE If the test has to be made at more than one place on the same sample, care should be taken to ensure that any deformation caused by previous tests does not affect the test to be made.

5.2.5.4 Hot wire ignition test (type test – alternative to glow-wire test)

Five samples of each insulating material (see 4.3.2) 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 250 mm $\pm$ 5 mm length of nichrome wire (nominal composition 80 % nickel, 20 % chromium, iron-free) approximately 0,5 mm diameter and having a cold resistance of approximately 5 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 0,25 W/mm $\pm$ 0,01 W/mm 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.

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 0,25 W/mm $\pm$ 0,01 W/mm in the wire (see Figure 8).

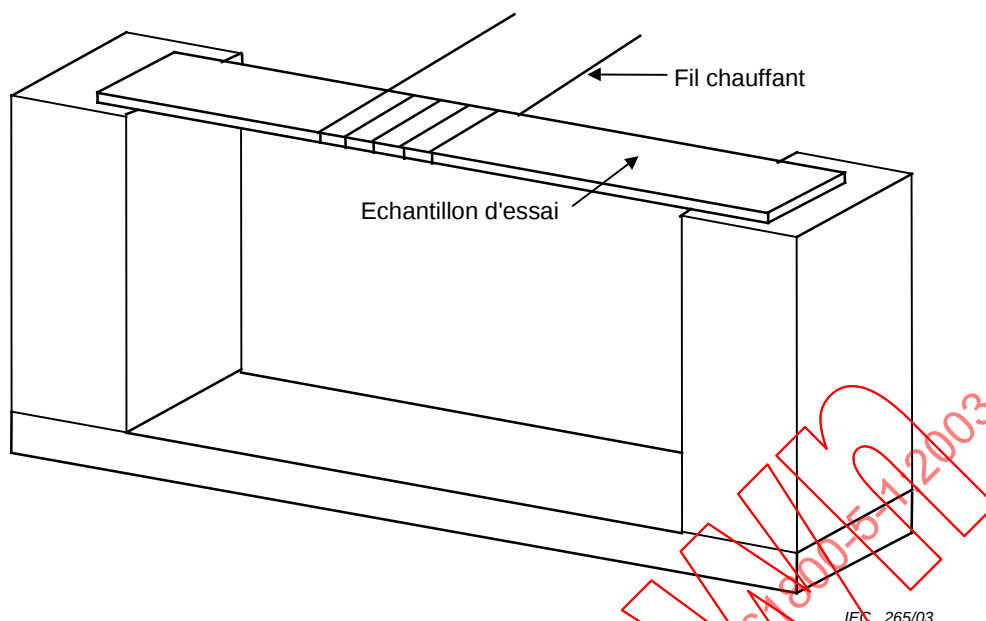


Figure 8 – Montage pour essai d'inflammation au fil chaud

Au début de l'essai, le circuit est alimenté de sorte qu'un courant circule dans le fil chauffant, produisant de ce fait une puissance linéique de $0,25 \text{ W/mm} \pm 0,01 \text{ W/mm}$. L'essai se poursuit jusqu'à ce que l'éprouvette s'enflamme ou jusqu'à ce qu'une durée de 120 s se soit écoulée. Lorsque l'inflammation se produit ou lorsque 120 s se sont écoulées, l'essai est interrompu et la durée d'essai est consignée. Pour les éprouvettes qui fondent sous le fil sans qu'elles ne s'enflamment, l'essai est interrompu lorsque l'éprouvette n'est plus entièrement en contact avec l'ensemble des cinq tours du fil chauffant.

L'essai est répété avec les échantillons restants.

Le temps d'inflammation moyen des éprouvettes soumises à l'essai ne doit pas être inférieur à 15 s.

5.2.5.5 Essai d'inflammabilité (essai de type)

Trois échantillons de l'équipement complet ou trois éprouvettes de son enveloppe constitutive (voir 4.3.3) doivent être soumis à l'essai d'inflammabilité. Il convient de veiller à laisser en place les composants et autres parties susceptibles d'exercer une influence sur les caractéristiques de l'équipement. Les échantillons d'essai doivent être conditionnés dans un four à air circulant entièrement ventilé pendant une durée de sept jours à une température supérieure de 10°C à la température d'utilisation maximale mais en aucun cas inférieure à 70°C . Avant d'effectuer l'essai, les échantillons doivent être conditionnés pendant une durée minimale de 4h à une température de $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $50\% \pm 5\%$. La flamme doit être appliquée sur une surface interne de l'échantillon en un point jugé susceptible de s'enflammer du fait de sa proximité immédiate avec une source d'inflammation y compris les surfaces comportant des orifices d'aération. Lorsque deux parties ou plus se trouvent à proximité immédiate d'une source d'inflammation, chaque échantillon doit être soumis à l'essai en appliquant la flamme en un point différent.

Les trois échantillons d'essai doivent présenter les caractéristiques acceptables décrites ci-dessous. En cas de non-conformité de l'un des échantillons, l'essai doit être répété sur un ensemble de trois nouveaux échantillons, la flamme étant appliquée dans les mêmes conditions que celles utilisées pour l'échantillon n'ayant pas satisfait à l'essai. Le matériau est déclaré acceptable lorsque toutes les nouvelles éprouvettes sont conformes aux exigences décrites ci-dessous.

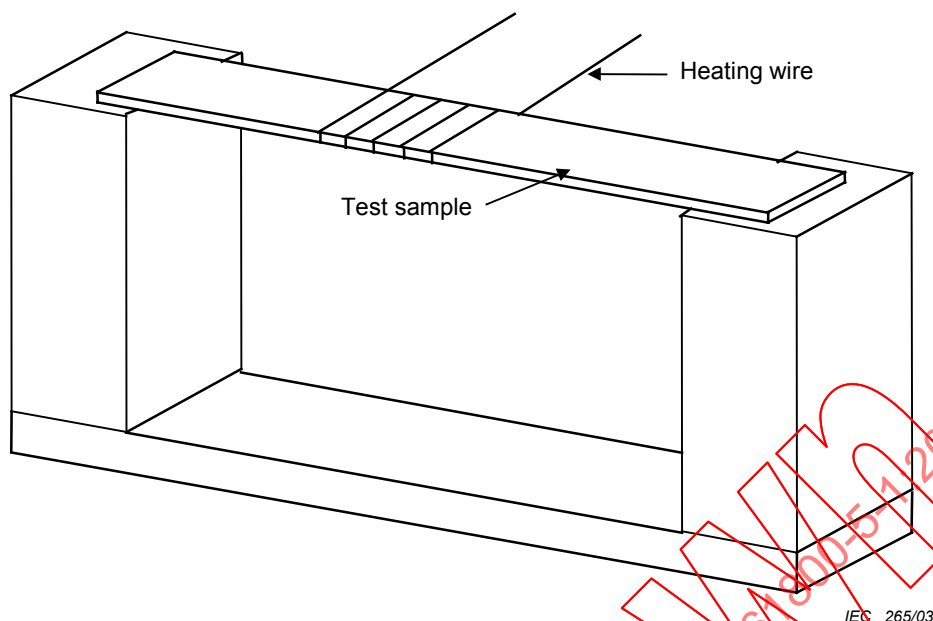


Figure 8 – Test fixture for hot-wire ignition test

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 $0,25 \text{ W/mm} \pm 0,01 \text{ W/mm}$. 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 which 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.

The average ignition time of the specimens tested shall not be less than 15 s.

5.2.5.5 Flammability test (type test)

Three samples of the complete equipment or three test specimens of the enclosure thereof (see 4.3.3) shall be subjected to this test. Consideration is to be given to leaving in place components and other parts that might influence the performance. The test samples are to be conditioned in a full draft circulating air oven for seven days at 10°C greater than the maximum use temperature but not less than 70°C in any case. Prior to testing, the samples are to be conditioned for a minimum of 4 h at $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ and $50\% \pm 5\%$ relative humidity. The flame shall be 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 including surfaces provided with ventilation holes. If more than one part is near a source of ignition, each sample shall be tested with the flame applied to a different location.

The three test samples are to result in the acceptable performance described below. If one sample does not comply, the test is to be repeated on a set of three new samples with the flame applied under the same conditions as for the unsuccessful sample. If all the new specimens comply with the requirements described below the material is acceptable.

Le brûleur de laboratoire, le réglage et l'étalonnage doivent être identiques à ceux décrits dans les normes CEI 60707 et 60695-11-20:

Lorsqu'une enveloppe complète est utilisée pour réaliser l'essai à la flamme, l'échantillon doit être monté tel que prévu lors de son utilisation, dans la mesure où il n'affecte pas l'essai à la flamme, à savoir dans une enceinte ou une enveloppe d'essai, voire une hotte de laboratoire, non ventilée. Une couche de coton hydrophile pur doit être placée à une distance de 305 mm en dessous du point d'application de la flamme d'essai. La flamme (d'une portée) de 127 mm doit être appliquée en tout point de la surface interne de la partie jugée susceptible de s'enflammer (du fait de sa proximité immédiate avec des parties actives ou participant à la formation de l'arc, des bobines, des câblages, et similaires) à un angle d'environ 20° le plus loin possible de la verticale de façon que la pointe du dard bleu touche l'éprouvette. La flamme d'essai doit être appliquée en trois points différents sur chacun des échantillons soumis à l'essai. Un dispositif d'alimentation en gaz méthane de qualité technique doit être utilisé en association avec un régulateur et un compteur permettant d'assurer un débit de gaz uniforme. Il s'est avéré qu'un gaz naturel dont l'enthalpie est approximativement de 37 MJ/m³ à une température de 23 °C fournit des résultats similaires. Ce type de gaz peut donc être utilisé.

La durée respective d'application et de retrait de la flamme doit être de 5 s. L'opération doit être répétée jusqu'à ce que l'éprouvette ait été soumise à cinq applications de la flamme d'essai:

Toutes les conditions suivantes doivent être remplies à l'issue de ce test:

- la combustion du matériau ne doit pas se poursuivre au-delà de 1 min au terme de la cinquième application d'une durée de 5 s de la flamme d'essai, avec un intervalle de 5 s entre chaque application de la flamme;
- l'échantillon ne doit émettre, pendant toute la durée de l'essai, aucune goutte(lette) ni particule enflammée ou incandescente qui enflamme le coton hydrophile à une distance de 305 mm en dessous de l'éprouvette; et
- la destruction du matériau au niveau de la surface d'application de la flamme d'essai ne doit aucunement affecter l'intégrité de la partie concernée eu égard à la non-propagation de la flamme.

6 Exigences relatives aux informations et au marquage

6.1 Généralités

Le présent article se propose de définir les informations nécessaires au choix en toute sécurité, à l'installation et à la mise en service, au fonctionnement, à la maintenance de l'EEP. Ces informations sont présentées au Tableau 21, qui indique également où elles doivent apparaître. Le tableau est suivi des paragraphes explicatifs.

Dans la mesure où tout appareillage électrique peut être installé ou utilisé de telle manière que des conditions dangereuses sont possibles, la conformité aux exigences de conception de la présente partie de la CEI 61800 ne garantit pas d'elle-même une installation en toute sécurité. Toutefois, lorsque les appareillages conformes à ces exigences sont correctement sélectionnés, puis installés et utilisés, les risques sont minimisés.

Toutes les informations doivent être rédigées dans un langage approprié, et les documents doivent disposer de références d'identification. Les symboles des schémas doivent être conformes à la CEI 60417 ou CEI 60617 selon le cas. Les symboles non indiqués dans la CEI 60417 ou la CEI 60617 doivent être identifiés lorsqu'ils sont utilisés.

NOTE De plus amples indications sont fournies par la CEI 61082 pour la préparation de documentation, et par la CEI 62079 pour la préparation des instructions et manuels.

The laboratory burner, adjustment and calibration are to be identical to that described in IEC 60707 and IEC 60695-11-20:

When a complete enclosure is used to conduct the flame test, the sample is to be mounted as intended in service, if it does not impair the flame testing, in a draft-free test chamber, enclosure, or laboratory hood. A layer of absorbent 100 % cotton is to be located 305 mm below the point of application of the test flame. The 127 mm flame is to be applied to any portion of the interior of the part judged as likely to be ignited (by its proximity to live or arcing parts, coils, wiring, and the like) at an angle of approximately 20° insofar as possible from the vertical so that the tip of the blue cone touches the specimen. The test flame is to be applied to three different locations on each of the three samples tested. A supply of technical-grade methane gas is to be used with a regulator and meter for uniform gas flow. Natural gas having a heat content of approximately 37 MJ/m³ at 23 °C has been found to provide similar results and may be used.

The flame is to be applied for 5 s and removed for 5 s. The operation is to be repeated until the specimen has been subjected to five applications of the test flame.

All of the following conditions shall be met as a result of this test:

- the material shall not continue to burn for more than one minute after the fifth 5 s application of the test flame, with an interval of 5 s between applications of the flame;
- flaming drops or flaming or glowing particles that ignite surgical cotton 305 mm below the test specimen shall not be emitted by the test sample at any time during the test; and
- the material shall not be destroyed in the area of the test flame to such an extent that the integrity of the part is affected with regard to containment of fire.

6 Information and marking requirements

6.1 General

The purpose of this Clause 6 is to define the information necessary for the safe selection, installation and commissioning, operation, and maintenance of PDS. It is presented as Table 21, showing where the information shall be provided, followed by explanatory subclauses.

Since any electrical equipment can be installed or operated in such a manner that hazardous conditions can occur, compliance with the design requirements of this part of IEC 61800 does not by itself assure a safe installation. However, when equipment complying with those requirements is properly selected and correctly installed and operated, the hazards will be minimized.

All information shall be in an appropriate language, and documents shall have identification references. Drawing symbols shall conform to IEC 60417 or IEC 60617 as appropriate. Symbols not shown in IEC 60417 or IEC 60617 shall be identified where used.

NOTE Further guidance for the preparation of documentation is provided in IEC 61082, and for the preparation of instructions and manuals in IEC 62079.

Table 21 – Information requirements

Information	Subclause reference	Location ^{a, b}					Technical subclause reference
		1	2	3	4	5	
For selection	6.2						
Manufacturer's name and catalogue number	6.2	X	X	X	X	X	
Voltage rating	6.2	X		X	X	X	
Current rating	6.2	X		X		X	
Power rating	6.2	X		X		X	
Short-circuit ratings	6.2			X			4.2.10
Reference to standards	6.2			X			
Date code or serial number	6.2	X					
Reference to instructions	6.2			X	X	X	
For installation and commissioning	6.3						
Dimensions (SI units)	6.3.2			X		X	
Mass (SI units)	6.3.2		X	X		X	
Mounting details (SI units)	6.3.2			X		X	
Operating and storage environments	6.3.3			X		X	
Enclosure details	6.3.3			X		X	4.2.3.3, 4.2.8, 4.3.3
Handling requirements	6.3.4		X	X		X	
Motor requirements	6.3.5			X	X	X	
Interconnection and wiring diagrams	6.3.6.2			X		X	
Cable requirements	6.3.6.3			X		X	4.2.9
Terminal details	6.3.6.4	X		X		X	4.2.9.8.2
Protection requirements	6.3.6.5			X		X	4.2
Interface details	6.3.6.6			X		X	
Earthing	6.3.6.7	X		X		X	4.2.5.3, 4.2.5.4, 4.2.13
Earth leakage current	6.3.6.8	X		X		X	4.2.5.4.2, 4.2.11
Special requirements	6.3.6.9			X		X	
Supply overload protection	6.3.7	X		X		X	
Motor overload protection	6.3.8			X		X	
Commissioning information	6.3.9			X			
For use	6.4						
General	6.4.1			X		X	
Adjustment	6.4.2			X	X	X	
Special provisions	6.4.3				X		
Labels, signs, and signals	6.4.4	X		X	X	X	
For maintenance	6.5						
Maintenance procedures	6.5.2					X	
Maintenance schedules	6.5.2				X	X	
Subassembly and component locations	6.5.2					X	
Repair and replacement procedures	6.5.2					X	
Adjustment procedures	6.5.2			X	X	X	
Special tools list	6.5.2				X	X	
Capacitor discharge	6.5.3	X		X		X	4.2.12
Auto restart/bypass	6.5.4			X	X	X	
PT/CT connection	6.5.5	X		X		X	
Other hazards	6.5.6	X				X	

^a Location: **1.** On product (see 6.4.4); **2.** On packaging; **3.** In installation manual; **4.** In user's manual; **5.** In maintenance manual.

^b The installation, user's and maintenance manuals may be combined as appropriate.

6.2 Informations pour le choix

Chaque partie d'un EEP doit être accompagnée des informations relatives à sa fonction, à ses caractéristiques électriques et à son environnement d'utilisation prévu de sorte que l'on puisse déterminer son aptitude à l'emploi et sa compatibilité avec les autres parties de l'EEP. Pour un MEP/MEC, ces informations peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter:

- le nom ou la marque du fabricant, du fournisseur ou de l'importateur;
- le numéro de catalogue ou équivalent;
- les informations relatives aux caractéristiques nominales de tension, de courant et de puissance;
- le court-circuit nominal;
- la désignation du court-circuit (non protégé contre les courts-circuits, protégé contre les courts-circuits sous conditions ou totalement protégé contre les courts-circuits) et les caractéristiques des circuits auxiliaires;
- conditions de fonctionnement et de stockage;
- références à ou aux normes internationales appropriées pour la fabrication, l'essai ou l'utilisation;
- date code ou numéro de série à partir duquel la date de fabrication peut être déterminée;
- référence aux instructions pour l'installation, l'utilisation et l'entretien.

Les informations doivent être limitées aux informations essentielles à une sélection appropriée et il convient qu'elles soient propres à un appareillage spécifique. Si les informations couvrent un grand nombre de variantes de produits, il doit être possible de les différencier immédiatement.

6.3 Informations pour l'installation et la mise en service

6.3.1 Généralités

Une installation sûre et fiable relève de la responsabilité de l'installateur, du constructeur de machine et/ou de l'utilisateur. Le fabricant de toute partie de l'EEP doit fournir suffisamment d'informations pour permettre d'exécuter cette tâche. Ces informations ne doivent pas être ambiguës et peuvent se présenter sous forme schématique.

6.3.2 Considérations d'ordre mécanique

Les schémas suivants doivent être préparés par le fabricant:

- schémas des dimensions, incluant les informations relatives aux masses;
- schéma de montage;

Il convient que les dimensions, masse, etc., soient données en unités SI.

6.3.3 Environnement

Les conditions ambiantes suivantes doivent être spécifiées pour le fonctionnement, le transport et le stockage:

- conditions climatiques (température, humidité, altitude, pollution);
- conditions mécaniques;
- conditions électriques.

6.2 Information for selection

Each part of a PDS shall be provided with information relating to its function, electrical characteristics, and intended environment, so that its fitness for purpose and compatibility with other parts of the PDS can be determined. For BDM/CDM, this information includes, but is not limited to:

- the name or trademark of the manufacturer, supplier or importer;
- catalogue number or equivalent;
- voltage, current, and power rating information;
- short-circuit rating
- short-circuit designation (non-, conditionally- or fully- short-circuit proof) and rating of auxiliary circuits
- operating and storage environment;
- reference(s) to relevant International Standard(s) for manufacture, test, or use;
- date code, or serial number from which the date of manufacture can be determined;
- reference to instructions for installation, use and maintenance.

The information shall be limited to that which is essential for correct selection to be made, and should relate to specific equipment. If information covers a number of product variants, it shall be readily possible to distinguish between them.

6.3 Information for installation and commissioning

6.3.1 General

Safe and reliable installation is the responsibility of the installer, machine builder, and/or user. The manufacturer of any part of the PDS shall provide sufficient information to enable this task to be performed. This information shall be unambiguous, and may be in diagrammatic form.

6.3.2 Mechanical considerations

The following drawings shall be prepared by the manufacturer:

- dimensional drawing, including mass information;
- mounting drawing.

Dimensions, mass, etc., shall be in SI units.

6.3.3 Environment

The following environmental conditions shall be specified, for operation, transportation and storage:

- climatic (temperature, humidity, altitude, pollution);
- mechanical;
- electrical.

6.3.4 Manutention et montage

Afin de prévenir toute blessure ou tout dommage, les documents d'installation doivent inclure les avertissements relatifs à tous les risques susceptibles d'apparaître au cours de l'installation. En particulier, des instructions doivent être prévues pour:

- l'emballage et le déballage;
- le déplacement;
- le levage;
- la fixation;
- les dispositions d'accès appropriés pour le fonctionnement, le réglage et l'entretien.

6.3.5 Moteur et appareillage entraîné

6.3.5.1 Généralités

Une communication doit être établie entre le fournisseur de l'EEP et le fournisseur de l'appareillage entraîné eu égard aux vitesses critiques, à l'analyse de torsion et aux exigences concernant l'isolement des capteurs montés sur le moteur.

6.3.5.2 Choix du moteur

Pour un MEP/MEC, les informations relatives aux spécifications appropriées du moteur, fondées sur la CEI 60034-1, doivent être fournies. L'influence possible des réflexions des formes d'onde de sortie du PWM sur l'isolement du moteur doit être prise en compte.

6.3.5.3 Capteurs intégrés au moteur

Les exigences d'isolement doivent être identifiées. (voir 4.2.5 et 4.2.6)

6.3.5.4 Vitesses critiques de torsion

Lorsque cela est exigé, le fournisseur de l'EEP doit fournir toutes les informations sur le moteur nécessaires pour permettre d'identifier les vitesses critiques de torsion. (voir 4.4.2.2).

6.3.5.5 Analyse du couple transitoire

Lorsque cela est exigé, le fournisseur de l'EEP doit fournir toutes les informations électriques et mécaniques pertinentes pour permettre l'analyse du couple transitoire. (voir 4.4.2.3).

6.3.6 Connexions

6.3.6.1 Généralités

Des informations doivent être fournies pour permettre à l'installateur de procéder à une connexion électrique correcte de l'EEP.

6.3.6.2 Schémas d'interconnexion et de câblage

Les manuels d'installation et d'entretien doivent comporter les informations détaillées de toutes les connexions nécessaires ainsi qu'un schéma d'interconnexion recommandé. Le schéma de câblage pour chaque installation doit être disponible sur l'installation ou son emplacement doit être indiqué sur l'installation.

6.3.4 Handling and mounting

In order to prevent injury or damage, the installation documents shall include warnings of any hazards which can be experienced during installation. In particular, instructions shall be provided for:

- packing and unpacking;
- moving;
- lifting;
- fastening;
- provision of adequate access for operation, adjustment and maintenance.

6.3.5 Motor and driven equipment

6.3.5.1 General

Communication shall be established between the PDS supplier and the driven equipment supplier with respect to critical speeds, torsional analysis and insulation requirements of motor mounted sensors.

6.3.5.2 Motor selection

For BDM/CDM, information on suitable motor specifications, based on IEC 60034-1, shall be provided. The possible influence on motor insulation of reflections of the PWM output waveform shall be taken into consideration.

6.3.5.3 Motor integrated sensors

Insulation requirements shall be identified (see 4.2.5 and 4.2.6).

6.3.5.4 Critical torsional speeds

When required, the PDS supplier shall provide all relevant motor information to enable critical torsional speeds to be identified (see 4.4.2.2).

6.3.5.5 Transient torque analysis

When required, the PDS supplier shall provide all relevant electrical and mechanical information to enable transient torque analysis to be performed (see 4.4.2.3).

6.3.6 Connections

6.3.6.1 General

Information shall be provided to enable the installer to make proper electrical connection to the PDS.

6.3.6.2 Interconnection and wiring diagrams

The Installation and maintenance manuals shall include details of all necessary connections, together with a suggested interconnection diagram. The wiring diagram for each installation shall either be attached to the installation or its location shall be indicated on the installation.

6.3.6.3 Choix des conducteurs (câbles)

Le manuel d'installation doit définir les niveaux de tension et de courant pour toutes les connexions à l'EEP. Ces niveaux doivent être les valeurs des cas les plus défavorables, compte tenu des conditions de surcharge, de surintensité et des effets possibles des courants non sinusoïdaux.

6.3.6.4 Capacité de raccordement et identification des bornes

Les manuels d'installation et d'entretien doivent indiquer la gamme des calibres et des types de conducteurs acceptables (mono ou multibrins) pour toutes les bornes, ainsi que le nombre maximal de conducteurs pouvant être reliés simultanément. Pour les bornes clients, le manuel doit préciser les exigences concernant les valeurs de couple de serrage ainsi que les caractéristiques exigées de température d'isolement pour le conducteur ou le câble.

L'identification de toutes les bornes reliées sur le site doit être apposée sur l'EEP, soit directement, soit par une étiquette fixée à proximité des bornes.

6.3.6.5 Exigences de protection

Les manuels d'installation, de l'utilisateur et d'entretien doivent identifier toutes les parties ayant des tensions supérieures à une tension TBT et doivent décrire les dispositions en matière d'isolement et de séparation requises pour la protection de ces connexions.

Les manuels doivent également indiquer le type de réseau d'alimentation électrique (par exemple TN, IT, etc.) avec lequel l'EEP peut être utilisé.

Les manuels doivent fournir les instructions concernant l'utilisation de circuits TBTP à l'intérieur d'une zone de liaison de protection équipotentielle.

Les parties TBT accessibles d'un EEP qui relèvent de la protection de classe 0 (TBTF) doivent être clairement identifiées et des instructions d'installations doivent être fournies afin de renforcer la protection contre tout contact indirect.

Les manuels d'installation, les manuels utilisateur et d'entretien doivent identifier toutes les bornes externes concernant les circuits protégés par l'une des méthodes décrites du 4.2.4.2 au 4.2.4.4.

6.3.6.6 Interface

Les manuels d'installation et d'entretien doivent spécifier les niveaux des signaux ainsi que les exigences de synchronisation pour les interfaces de commande et de transmission.

6.3.6.7 Mise à la terre

La mise à la terre d'un EEP est exigée pour des raisons de sécurité des personnels et de compatibilité électromagnétique (CEM). En cas de contradiction entre ces deux exigences, la sécurité du personnel doit toujours être prioritaire.

Le manuel d'installation doit préciser le type de chaque connexion requise pour la sécurité, et doit identifier toutes les exigences supplémentaires concernant les fonctions ou la CEM. Le manuel doit également indiquer les limitations d'un conducteur externe pour chaque moyen de connexion.

Les manuels d'installation et d'entretien des produits de la haute tension doivent fournir les instructions concernant l'utilisation d'un sectionneur de terre pour assurer un accès en toute sécurité pour l'entretien.

6.3.6.3 Conductor (cable) selection

The Installation manual shall define the voltage and current levels for all connections to the PDS. These shall be worst-case values, taking into account overcurrent and overload conditions and the possible effects of non-sinusoidal currents.

6.3.6.4 Terminal capacity and identification

The installation and maintenance manuals shall indicate the range of acceptable conductor sizes and types (solid or stranded) for all terminals, and also the maximum number of conductors which can simultaneously be connected. For user terminals, the manual shall specify the requirements for tightening torque values and also the insulation temperature rating requirements for the conductor or cable.

The identification of all user terminals shall be marked on the PDS, either directly or by a label attached close to the terminals.

6.3.6.5 Protection requirements

The installation, users and maintenance manuals shall identify any parts at voltages greater than ELV, and shall describe the insulation and separation provisions required for protection of these connections.

The manuals shall also indicate the type of electrical supply system (e.g. TN, IT, etc.) on which the PDS may be used.

The manuals shall provide instructions for the use of PELV circuits within a zone of equipotential bonding.

Accessible ELV parts of a PDS which are of protective class 0 (FELV) shall be clearly identified, and installation instructions provided to increase the protection against indirect contact.

The installation, users, and maintenance manuals shall identify all external terminals relating to circuits protected by one of the methods of 4.2.4.2 to 4.2.4.4.

6.3.6.6 Interface

The installation and maintenance manuals shall specify the signal levels and timing requirements for control and signal interfaces.

6.3.6.7 Earthing

Earthing in PDS is required for reasons of personnel safety and electromagnetic compatibility (EMC). Where there is any conflict between these two requirements, personnel safety shall always take precedence.

The installation manual shall specify the type of earth connection required for safety, and shall identify any additional functional or EMC requirements. The manual shall also state the limitation of one external conductor for each means of connection.

The installation and maintenance manuals for high-voltage product shall provide instructions for the use of an earthing switch to ensure safe access during maintenance.

Les bornes de mise à la terre de protection doivent comporter un marquage clair et indélébile du symbole N° 5019 de la CEI 60417 (voir Annexe B) ou des lettres PE ou du codage couleur vert ou vert-jaune. L'indication ne doit pas être apposée ou fixée au moyen de vis, rondelles ou autres pièces susceptibles d'être enlevées au moment de la connexion des conducteurs.

6.3.6.8 Courant de fuite à la terre

Les manuels d'installation et d'entretien doivent indiquer le courant de fuite à la terre de l'appareillage ainsi que des conditions dans lesquelles il a été déterminé. La compatibilité avec les DDR doit également être indiquée.

Lorsque le courant de fuite dépasse 3,5 mA c.a. ou 10 mA c.c., une étiquette d'avertissement (voir 4.2.5.4.2 et Annexe B) doit être apposée sur le produit et une remarque doit être intégrée au manuel d'installation informant l'utilisateur que le calibre minimal du conducteur de mise à la terre de protection doit satisfaire aux réglementations locales en matière de sécurité pour des appareillages à courant de fuite élevé.

6.3.6.9 Exigences particulières

Toutes les exigences particulières concernant les câbles et les connexions, par exemple blindage ou armure, doivent être identifiées dans les manuels d'installation et d'entretien.

6.3.7 Protection de l'alimentation (surintensité)

Les appareillages faisant appel à la protection par fusible doivent comporter un marquage indiquant le type, le calibre et les caractéristiques assignées spécifiques des fusibles de rechange.

Les appareillages destinés à être reliés à une source d'alimentation avec un dispositif spécifique de protection contre les surintensités doivent comporter un marquage précisant cette exigence.

Lorsque la surintensité présumée peut provoquer des dommages en amont de l'EEP, le manuel d'installation doit spécifier les temps de déclenchement maximum des dispositifs de protection.

Si la protection supplémentaire par câblage n'est pas requise du fait des caractéristiques assignées ou du réglage du déclenchement d'un coupe-circuit à déclenchement instantané utilisé comme la protection contre le court-circuit, l'EEP doit alors comporter un marquage ou des instructions stipulant le calibre maximal du dispositif de protection par câblage.

Si la conformité à l'exigence repose sur la présence ou non d'un fusible supplémentaire, un marquage ou des instructions relatifs au fusible de rechange et comportant la tension et le courant nominaux dudit fusible, doivent être prévus.

Si la protection supplémentaire par câblage tient à la présence d'une trousse accessoire installée sur le site, l'EEP doit alors comporter un marquage ou des instructions permettant d'identifier ladite trousse.

6.3.8 Protection contre les surcharges du moteur

Les manuels d'installation et d'entretien des MEP/MEC intégrant une protection interne contre les surcharges du moteur doivent indiquer la protection contre les surcharges fournie en pourcentage du courant de pleine charge ainsi que sa durée. Si le niveau de protection est réglable, les manuels doivent comporter les instructions relatives au réglage.

Les manuels des MEP/MEC ne comportant pas de protection interne contre les surcharges du moteur et destinés à être utilisés avec une protection contre les surcharges externe ou déportée doivent indiquer que la dite protection doit être assurée.

Protective earth terminals shall be clearly and indelibly marked with the symbol No. 5019 of IEC 60417 (see Annex B), or with the letters PE, or by the colour coding green or green-yellow. The indication shall not be placed on or fixed by screws, washers or other parts which might be removed when conductors are being connected.

6.3.6.8 Earth leakage current

The installation and maintenance manuals shall state the earth leakage current of the equipment and the conditions under which it has been determined. Compatibility with RCDs shall also be indicated.

Where the leakage current exceeds 3,5 mA a.c. or 10 mA d.c., a warning symbol (see 4.2.5.4.2 and Annex B) shall be placed on the product, and a notice shall be provided in the installation manual to instruct the user that the minimum size of the protective earth conductor shall comply with the local safety regulations for high leakage current equipment.

6.3.6.9 Special requirements

Any particular cable and connection requirements, for example shielding or armouring, shall be identified in the installation and maintenance manuals.

6.3.7 Supply overcurrent protection

Equipment employing fuse protection shall be marked to indicate the specific type, size and rating for replacement fuses.

Equipment which is intended to be connected to a supply source with a specific overcurrent protective device shall be marked to indicate this requirement.

Where the prospective overcurrent can result in damage upstream of the PDS, the installation manual shall specify the maximum trip time for protective devices.

If the additional wiring protection is not required due to the rating or trip setting of an instantaneous trip circuit breaker used as the branch circuit short-circuit protection, then the PDS shall be provided with a marking or instructions indicating the maximum wiring protective device size.

If a supplementary fuse is being relied upon for compliance with the requirement, then a replacement marking or instructions shall be provided that includes the voltage and current rating of the fuse.

If a user installed accessory kit is being relied upon to provide the additional wiring protection, then the PDS shall be provided with a marking or instructions to identify this kit.

6.3.8 Motor overload protection

The installation and maintenance manuals of BDM/CDM incorporating internal overload protection for the motor shall indicate the overload protection provided in percent of full-load current and duration. If the protection is adjustable, the manuals shall include instructions for adjustment.

The manuals for BDM/CDM not incorporating internal overload protection for the motor and intended to be used with external or remote overload protection shall indicate that such protection shall be provided.

Les manuels des MEP/MEC destinés à être utilisés avec des moteurs dotés de protections thermiques internes ou sur le moteur doivent indiquer que les moteurs requièrent une protection de cette nature. Les manuels doivent aussi identifier la connexion et les valeurs nominales appropriées en volts et voltampère c.a. et c.c. de la charge exercée par les appareillages sur les contacts de protection.

6.3.9 Mise en service

6.3.9.1 Généralités

La mise en service démontre l'aptitude de l'EEP à son utilisation finale. La mise en service doit être effectuée par une personne dûment qualifiée afin de garantir une sécurité appropriée pendant l'utilisation.

Le fabricant doit fournir des informations de mise en service suffisantes permettant de vérifier les performances de l'EEP après installation. Ces informations peuvent dépendre de l'installation spécifique, d'où la nécessité d'une relation étroite entre le fabricant, l'installateur et l'utilisateur.

Les informations de mise en service doivent comprendre les références aux risques qui peuvent être rencontrés lors de la mise en service, par exemple ceux mentionnés en 6.4 et 6.5.

6.3.9.2 Consignation de la mise en service

Le cas échéant, la mise en service de l'EEP doit être consignée. Cette consignation doit identifier la personne chargée de la mise en service de l'EEP, la date et les résultats de la mise en service.

6.4 Informations pour l'utilisation

6.4.1 Généralités

Le manuel de l'utilisateur doit inclure toutes les informations relatives au fonctionnement en toute sécurité de l'EEP. En particulier, il doit identifier toutes matières dangereuses ainsi que les risques de surchauffe, d'explosion, de bruit acoustique excessif, etc., en cas de danger potentiel imprévu.

Il convient que le manuel mentionne également tous les risques potentiels dus à une mauvaise utilisation raisonnablement prévisible de l'EEP.

6.4.2 Réglage

Le manuel de l'utilisateur doit fournir les informations détaillées relatives à l'ensemble des réglages à disposition de l'utilisateur. Le marquage de l'identification ou de la fonction de chaque dispositif de commande ou indicateur et de chaque fusible doit être apposé à proximité de l'entité. Lorsque ceci s'avère impossible à réaliser sur le produit, les informations doivent être données sous forme picturale dans le manuel.

Les réglages d'entretien peuvent également être décrits dans ce manuel, mais il doit être parfaitement clair qu'il convient qu'ils soient effectués uniquement par un personnel qualifié.

Des avertissements distincts doivent être prévus lorsqu'un réglage excessif est susceptible de conduire à un état dangereux de l'EEP.

Tout appareillage spécial nécessaire pour effectuer des réglages doit faire l'objet d'une spécification et d'une description.

The manuals for BDM/CDM intended to be used with motors which have thermal protectors in or on the motors shall indicate that the motors shall have such protection. The manuals shall also identify the proper connection and rating, in volts and volt-amperes, a.c. or d.c., of the load imposed by the equipment on the protector.

6.3.9 Commissioning

6.3.9.1 General

At commissioning, the fitness of the PDS for its end use is demonstrated. Commissioning shall be performed by a suitably qualified person in order to promote adequate safety during use.

The manufacturer shall provide sufficient commissioning information for the performance of the PDS to be verified after installation. This information can depend on the specific installation, so that close liaison between manufacturer, installer, and user will be required.

Commissioning information shall include references to hazards that might be encountered during commissioning, for example those mentioned in 6.4 and 6.5.

6.3.9.2 Commissioning record

Where appropriate, a record shall be made of the commissioning of the PDS. It shall identify the person commissioning the PDS, the date of commissioning, and the results of the commissioning.

6.4 Information for use

6.4.1 General

The user's manual shall include all information regarding the safe operation of the PDS. In particular, it shall identify any hazardous materials and risks of overheating, explosion, excessive acoustic noise, etc. where unexpected danger could exist.

The manual should also indicate any hazards which can result from reasonably foreseeable misuse of the PDS.

6.4.2 Adjustment

The user's manual shall give details of all adjustments available to the user. The identification or function of each control or indicating device and fuse shall be marked adjacent to the item. Where it is not possible to do this on the product, the information shall be provided pictorially in the manual.

Maintenance adjustments may also be described in this manual, but it shall be made clear that they should only be made by qualified personnel.

Clear warnings shall be provided where excessive adjustment could lead to a hazardous state of the PDS.

Any special equipment necessary for making adjustments shall be specified and described.

6.4.3 Dispositions particulières

Les précautions nécessaires à l'utilisation prévue de l'EEP doivent être identifiées. Elles peuvent inclure les exigences relatives au port de vêtements de protection ou de vêtements antistatiques, aux restrictions d'accès, etc.

6.4.4 Etiquettes, panneaux et signaux

6.4.4.1 Généralités

Il convient que l'étiquetage de l'EEP soit conforme à des principes ergonomiques corrects, de sorte que les notices, commandes, indications, installations d'essai, fusibles, etc., soient placées en des points stratégiques et soient regroupés de façon logique afin de faciliter une identification correcte et non ambiguë.

Toutes les étiquettes d'appareillages relatives à la sécurité doivent être apposées de manière à être visibles après installation ou à être immédiatement visibles à l'ouverture d'une porte ou à l'enlèvement d'un capot ou autre protection.

Lorsque l'enlèvement d'un capot ou d'une toute autre protection donne lieu à un risque réel, une étiquette d'avertissement doit être apposée sur l'appareil. L'étiquette doit être visible avant d'enlever le capot ou la protection.

Les étiquettes doivent:

- être visibles, lisibles et durables;
- être rédigées dans un langage approprié ou dans un langage associé à un domaine technique particulier;
- être concises et non ambiguës;
- indiquer les risques encourus ainsi que les moyens permettant de les réduire.

Lorsque l'on indique à la ou aux personnes concernées

- **ce qu'elles doivent éviter:** il convient que la formulation emploie les termes «aucun/aucune», «ne pas» ou «interdit»;
- **ce qu'elles doivent faire:** il convient que la formulation comporte les termes «doit» ou «il est nécessaire de»;
- **la nature du risque:** il convient que la formulation comporte les termes «prudence», «avertissement» ou «danger», selon le cas;
- **la nature de conditions sûres:** il convient que la formulation comporte le nom approprié au dispositif de sécurité.

Les panneaux de sécurité doivent être conformes à l'ISO 3864.

Les mots indicateurs définis ci-après doivent être utilisés et la hiérarchie suivante doit être respectée:

- **DANGER** attirer l'attention sur un risque important, par exemple: «Haute tension»
- **AVERTISSEMENT** attirer l'attention sur un risque moyen, par exemple: «Cette surface peut être brûlante.»
- **PRUDENCE** attirer l'attention sur un risque faible, par exemple; «Certains des essais spécifiés dans la présente norme impliquent l'utilisation de procédés entraînant des risques pour les personnes concernées.»

6.4.3 Special provisions

Precautions necessary for the intended use of the PDS shall be identified. These can include requirements for protective or anti-static clothing, access restrictions, etc.

6.4.4 Labels, signs and signals

6.4.4.1 General

Labelling on PDS should be in accordance with good ergonomic principles so that notices, controls, indications, test facilities, fuses, etc., are sensibly placed and logically grouped to facilitate correct and unambiguous identification.

All safety related equipment labels shall be located so as to be visible after installation or readily visible by opening a door or removing a cover.

Where a hazard is present after the removal of a cover, a warning label shall be placed on the equipment. The label shall be visible before the cover is removed.

Labels shall:

- be conspicuous, legible and durable;
- be worded in an appropriate language or in a language associated with a particular technical field;
- be concise and unambiguous;
- state the hazards involved and give ways in which risks can be reduced.

When instructing the person(s) concerned as to:

- **what to avoid:** the wording should include “no”, “do not”, or “prohibited”;
- **what to do:** the wording should include “shall”, or “must”;
- **the nature of the hazard:** the wording should include “caution”, “warning”, or “danger”, as appropriate;
- **the nature of safe conditions:** the wording should include the noun appropriate to the safety device.

Safety signs shall comply with ISO 3864.

The signal words indicated hereinafter shall be used and the following hierarchy respected:

- **DANGER** to call attention to a high risk, for example: “High voltage”
- **WARNING** to call attention to a medium risk, for example: “This surface can be hot.”
- **CAUTION** to call attention to a low risk, for example; “Some of the tests specified in this standard involve the use of processes imposing risks on persons concerned.”

Les marquages de danger, d'avertissement et de prudence apposés sur l'EEP doivent être précédés du vocable «DANGER», «AVERTISSEMENT» ou «PRUDENCE», selon le cas, en caractères d'au moins 3,2 mm de hauteur. Les autres caractères de ces marquages doivent être d'au moins 1,6 mm de hauteur.

6.4.4.2 Sectionneurs d'alimentation

Lorsque le dispositif d'isolement n'est pas destiné à couper le courant de charge, l'avertissement suivant doit apparaître:

NE PAS OUVRIR EN CHARGE.

Les exigences suivantes s'appliquent à tout dispositif de sectionnement qui n'isole pas de toutes les sources d'alimentation d'un EEP.

- Si le dispositif d'isolement est monté dans une enveloppe d'appareil électrique dont la manette de commande peut être actionnée de l'extérieur, une étiquette d'avertissement doit être prévue à proximité de la manette de commande, indiquant que celle-ci ne permet pas de couper toutes les sources alimentant l'EEP.
- Lorsque le sectionneur d'un circuit de commande peut être confondu avec les sectionneurs d'un circuit de puissance en raison du calibre ou de l'emplacement, une étiquette d'avertissement doit être prévue à proximité de la manette de commande du sectionneur du circuit de commande, indiquant qu'elle ne permet pas de couper toutes les sources alimentant l'EEP.

6.4.4.3 Signaux visuels et sonores

Les signaux visuels tels que les feux clignotants, et les signaux sonores tels que les sirènes, peuvent être utilisés pour avertir d'une action dangereuse imminente telle que le démarrage de l'appareillage entraîné, et doivent être identifiés.

Il est essentiel que ces signaux:

- soient non ambigus;
- puissent être clairement perçus et différenciés de tous les autres signaux utilisés;
- puissent être clairement reconnus par l'utilisateur;
- soient émis avant l'action dangereuse.

Il est recommandé d'utiliser des feux clignotants de plus grande fréquence pour les informations les plus prioritaires.

NOTE La CEI 60073 donne des indications sur les fréquences recommandées de clignotement ainsi que sur les rapports cycliques de mise sous/hors tension.

6.4.4.4 Surfaces brûlantes

Les surfaces qui peuvent dépasser les limites de température données au Tableau 12 doivent comporter le symbole d'avertissement 5041 de la CEI 60417 (voir Annexe B). Le manuel de l'utilisateur doit également contenir cette information.

6.4.4.5 Marquage des appareillages

L'identification de chaque dispositif de commande ou indicateur et de chaque fusible doit faire l'objet d'un marquage à proximité de l'entité. Le marquage des fusibles de rechange doit indiquer leurs caractéristiques de courant nominal et de durée. Lorsque ceci s'avère impossible à réaliser sur le produit, les informations doivent être données sous forme picturale dans le manuel.

Danger, warning and caution markings on the PDS shall be prefixed with the word “DANGER”, “WARNING”, or “CAUTION” as appropriate in letters not less than 3,2 mm high. The remaining letters of such markings shall be not less than 1,6 mm high.

6.4.4.2 Supply isolators

Where the isolating device is not intended to interrupt load current, a warning shall state:

DO NOT OPEN UNDER LOAD.

The following requirements apply to any isolating device which does not disconnect all sources of power to the PDS.

- If the isolating device is mounted in an equipment enclosure with the operating handle externally operable, a warning label shall be provided adjacent to the operating handle stating that it does not disconnect all power to the PDS.
- Where a control circuit disconnecter can be confused with power circuit disconnectors due to size or location, a warning label shall be provided adjacent to the operating handle of the control circuit disconnecter stating that it does not disconnect all power to the PDS.

6.4.4.3 Visual and audible signals

Visual signals such as flashing lights, and audible signals such as sirens, may be used to warn of an impending hazardous event such as the driven equipment start-up and shall be identified.

It is essential that these signals:

- are unambiguous;
- can be clearly perceived and differentiated from all other signals used;
- can be clearly recognized by the user;
- are emitted before the occurrence of the hazardous event.

It is recommended that higher frequency flashing lights be used for higher priority information.

NOTE IEC 60073 provides guidance on recommended flashing rates and on/off ratios.

6.4.4.4 Hot surfaces

Surfaces which may exceed the temperature limits of Table 12 shall be marked with the warning symbol 5041 of IEC 60417 (see Annex B). The user's manual shall also contain this information.

6.4.4.5 Equipment marking

The identification of each control or indicating device and fuse shall be marked adjacent to the item. Replaceable fuses shall be marked with their rating and time characteristics. Where it is not possible to do this on the product, the information shall be provided pictorially in the manual.