

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

60404-3

1992

AMENDEMENT 1  
AMENDMENT 1  
2002-09

Amendement 1

**Matériaux magnétiques –**

**Partie 3:**

**Méthodes de mesure des caractéristiques  
magnétiques des tôles et feuillets magnétiques  
à l'aide de l'essai sur tôle unique**

Amendment 1

**Magnetic materials –**

**Part 3:**

**Methods of measurement of the magnetic  
properties of magnetic sheet and strip by means  
of a single sheet tester**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, 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

G

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

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été préparé par le comité d'études 68 de la CEI: Aciers et alliages magnétiques.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
68/258/FDIS	68/263/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2009. A cette date, la publication sera

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

---

Page 8

## 2 Références normatives

*Remplacer les deux références existantes par ce qui suit:*

CEI 60050(221):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International. Chapitre 221: Matériaux et composants magnétiques*

CEI 60404-2:1996, *Matériaux magnétiques – Partie 2: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des tôles et bandes magnétiques au moyen d'un cadre Epstein*

## FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

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

FDIS	Report on voting
68/258/FDIS	68/263/RVD

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2009. At this date, the publication will be

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- withdrawn,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

Page 9

## 2 Normative references

*Replace the two existing references by the following:*

IEC 60050(221):1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 221: Magnetic materials and components*

IEC 60404-2:1996, *Magnetic materials – Part 2: Methods of measurement of the magnetic properties of electrical steel sheet and strip by means of an Epstein frame*

Ajouter, après l'annexe B, la nouvelle annexe suivante:

### Annexe C (informative)

#### Relation Epstein-SST pour les tôles d'acier à grains orientés

NOTE La présente annexe ne fait pas partie des prescriptions de la norme. Elle est incluse à titre d'information pour ceux qui souhaitent convertir les valeurs SST en valeurs Epstein et vice versa. Il existe deux différences significatives par rapport à la procédure de l'annexe B, comme suit:

- l'annexe B prescrit le mode opératoire d'étalonnage d'un SST au moyen de longues bandes Epstein. Elle donne une valeur exacte pour le facteur d'étalonnage Epstein-SST pour l'échantillon individuel considéré;
- en coupant les tôles en bandes, le mode opératoire de l'annexe B donne un facteur d'étalonnage Epstein-SST qui se rapporte à un échantillon de tôle détensionnée qui est constitué à partir des bandes Epstein recuites. En utilisant ce mode opératoire d'étalonnage, les valeurs des pertes totales spécifiques déterminées sur les éprouvettes de tôles seront en meilleur accord avec celles déterminées en utilisant les éprouvettes Epstein correspondantes, si les éprouvettes de tôle sont détensionnées et s'écarteront plus des valeurs Epstein si les tôles ne sont pas détensionnées.

Par ailleurs, l'annexe C décrit la conversion de valeurs SST en valeurs Epstein et vice versa, de manière générale, c'est-à-dire dans le cas où seulement une des deux méthodes de mesure a été utilisée. L'annexe C se limite au matériau à grains orientés. Bien sûr, la validité générale des relations présentées est sujette à la plus grande incertitude de la conversion, parce que la dispersion statistique due aux contraintes internes, etc., de l'échantillon de tôle individuel est considérable. Elle s'élève à environ  $\pm 2$  % (pour tout l'intervalle de  $J$ ) pour les pertes totales spécifiques,  $P$ , se situe environ entre  $\pm 3$  % (pour  $J = 1,3$  T) et  $\pm 10$  % (pour 1,7 T) pour les intensités du champ magnétique,  $H$ , et environ entre  $\pm 5$  % (à 1,3 T) et  $\pm 20$  % (à 1,7 T) pour la puissance apparente spécifique,  $S$  [1] et [2]<sup>1</sup>.

Les relations ont été établies sur la base de mesures Epstein et SST sur environ 750 échantillons des nuances à grains orientés les plus significatives, livrées par huit producteurs différents et prélevés au cours de séquences de production différentes. Pour plus de détails, voir [1] et [2]. Cette étude n'a pas porté sur des matériaux à domaine affiné. Toutefois, la décision d'appliquer l'Annexe C aux matériaux à domaine affiné relève de l'utilisateur de la présente norme.

La relation entre les résultats Epstein et les résultats SST peut être décrite par un facteur  $\delta P$  (pour les pertes totales spécifiques,  $P$ ) et  $\delta HS$  (pour l'intensité du champ magnétique,  $H$  et la puissance apparente spécifique,  $S$ ). La conversion des résultats Epstein,  $P_{s,EPs}$ ,  $H_{EPs}$  et  $S_{s,EPs}$ , en résultats SST,  $P_{s,SST}$ ,  $H_{SST}$  et  $S_{s,SST}$ , peut être opérée comme suit:

$$P_{s,SST} = P_{s,EPs} \times (1 + \delta P / 100) \quad (C.1a)$$

$$H_{SST} = H_{EPs} \times (1 + \delta HS / 100) \quad (C.1b)$$

$$S_{s,SST} = S_{s,EPs} \times (1 + \delta HS / 100) \quad (C.1c)$$

De manière correspondante, la conversion inverse peut être réalisée comme suit:

$$P_{s,EPs} = P_{s,SST} / (1 + \delta P / 100) \quad (C.2a)$$

$$H_{EPs} = H_{SST} / (1 + \delta HS / 100) \quad (C.2b)$$

$$S_{s,EPs} = S_{s,SST} / (1 + \delta HS / 100) \quad (C.2c)$$

<sup>1</sup> Les références entre crochets renvoient à la bibliographie.

Add, after annex B, the following new annex:

## Annex C (informative)

### Epstein to SST relationship for grain-oriented sheet steel

NOTE This annex does not form part of the requirements of the standard. It is included for information for those who wish to convert SST values into Epstein values and vice versa. There are two significant differences from the procedure in annex B as follows:

- annex B prescribes the procedure of the calibration of an SST by means of long Epstein strips. It yields an exact value for the Epstein/SST calibration factor for the individual sample under consideration;
- by cutting the sheets into strips, the procedure of annex B yields an Epstein/SST calibration factor which refers to a stress-free sheet sample which is formed from the annealed Epstein strips. When using this calibration procedure, specific total loss values determined for sheet specimens will agree more closely with those determined using corresponding Epstein specimens if the sheet specimens are stress free, and will differ more from Epstein values if the sheets are not stress free.

Annex C, on the other hand, describes the conversion of SST to Epstein values and vice versa in general, i.e. where only one of the two methods of measurements has been performed. Annex C is restricted to grain-oriented material. Of course, the general validity of the presented relationships is subject to the larger uncertainty of the conversion, because the statistical scatter due to the internal stress, etc. of the individual sheet sample is considerable. This amounts to about  $\pm 2$  % (for the whole range of  $J$ ) for the specific total loss,  $P$ , from about  $\pm 3$  % (at  $J = 1,3$  T) to  $\pm 10$  % (at 1,7 T) for the field strength quantities,  $H$ , and from about  $\pm 5$  % (at 1,3 T) to  $\pm 20$  % (at 1,7 T) for the specific apparent power,  $S$  [1] and [2]<sup>1</sup>.

The relationships were achieved on the basis of Epstein and SST measurements on about 750 samples of the most significant grain-oriented grades, supplied by eight different manufacturers and taken from different production runs. For further details see [1] and [2].). This study did not include domain-refined materials. However, it is the decision of the user of this standard whether or not to apply Annex C to domain refined materials.

The relationship between Epstein and SST results can be described by a factor  $\delta P$  (for the specific total loss,  $P$ ) and  $\delta HS$  (for the magnetic field strength,  $H$  and the specific apparent power,  $S$ ). The conversion of Epstein results,  $P_{s,EPs}$ ,  $H_{EPs}$  and  $S_{s,EPs}$ , to SST results,  $P_{s,SST}$ ,  $H_{SST}$  and  $S_{s,SST}$ , can be carried out as follows:

$$P_{s,SST} = P_{s,EPs} \times (1 + \delta P / 100) \quad (C.1a)$$

$$H_{SST} = H_{EPs} \times (1 + \delta HS / 100) \quad (C.1b)$$

$$S_{s,SST} = S_{s,EPs} \times (1 + \delta HS / 100) \quad (C.1c)$$

Correspondingly, the conversion in the reverse direction can be carried out as follows:

$$P_{s,EPs} = P_{s,SST} / (1 + \delta P / 100) \quad (C.2a)$$

$$H_{EPs} = H_{SST} / (1 + \delta HS / 100) \quad (C.2b)$$

$$S_{s,EPs} = S_{s,SST} / (1 + \delta HS / 100) \quad (C.2c)$$

<sup>1</sup> References in square brackets refer to the bibliography.

Les facteurs de conversion déterminés par les expérimentations (voir références [1] et [2]) sont indiqués par des symboles en forme de losange dans les diagrammes de la figure C.1 pour  $\delta P$  et de la figure C.2 pour  $\delta HS$ . Les valeurs pour  $J = 1,0$  T à 1,2 T ont été obtenues par extrapolation des données expérimentales. Les deux diagrammes comportent également les courbes lissées à partir des données expérimentales (lignes continues). Les relations représentant les courbes lissées sont les suivantes:

$$\delta P = 1,46 + 0,242 J^5 \quad (\text{C.3a})$$

$$\delta HS = 6,0 + 0,103 J^{10} \quad (\text{C.3b})$$

Lorsque  $J$  excède 1,8 T, les équations (C.2a-c) et (C.3a,b) ou une extrapolation graphique peuvent être appliquées.

Les facteurs de conversion obtenus à partir des équations (C.3a) et (C.3b) sont présentés dans le tableau C.1.

**Tableau C.1 – Facteurs  $\delta P$  et  $\delta HS$  de conversion Epstein-SST pour matériau à grains orientés dans la gamme de polarisation 1,0 T à 1,8 T**

$J$ T	$\delta P$ %	$\delta HS$ %
1,0	1,7	6,1
1,1	1,8	6,3
1,2	2,1	6,6
1,3	2,4	7,4
1,4	2,8	9,0
1,5	3,3	12
1,6	4,0	17
1,7	5,0	27
1,8	6,0	43

The conversion factors as determined from the experiments (see reference [1] and [2]) are shown as rhombus symbols in the diagrams of figure C.1 for  $\delta P$  and figure C.2 for  $\delta HS$ . The values for  $J = 1,0$  T to  $1,2$  T were obtained by extrapolation from the experimental data. The two diagrams also comprise the curve fits to the experimental data (continuous lines). The relationships representing the curve fits are as follows:

$$\delta P = 1,46 + 0,242 J^5 \quad (\text{C.3a})$$

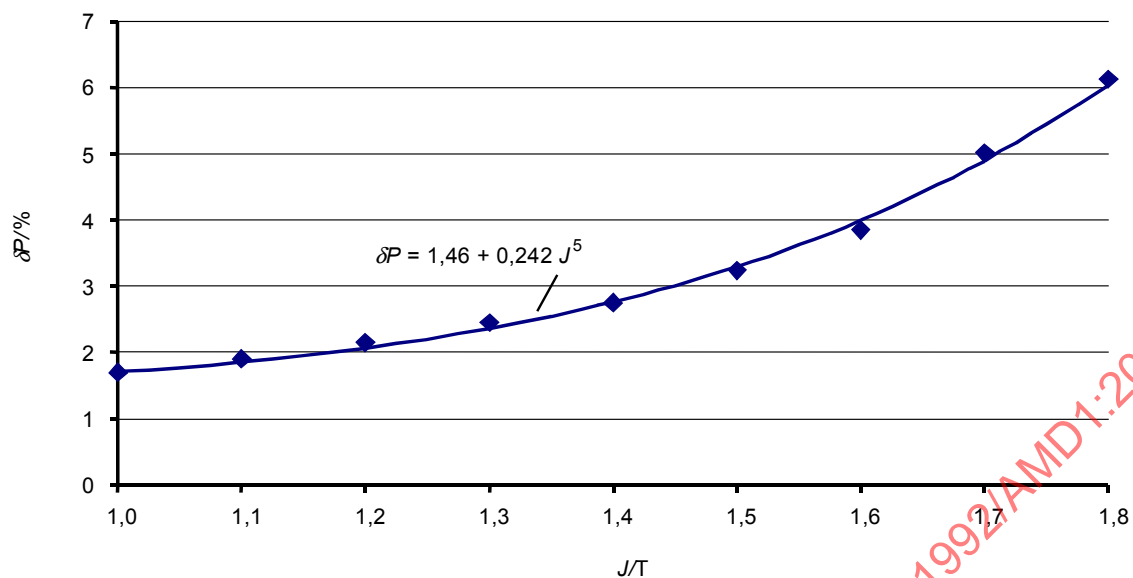
$$\delta HS = 6,0 + 0,103 J^{10} \quad (\text{C.3b})$$

When  $J$  exceeds  $1,8$  T, equations (C.2a-c) and (C.3a,b) or a graphical extrapolation may be applied.

The conversion factors as obtained from equation (C.3a) and (C.3b) are presented in table C.1.

**Table C.1 – Epstein-SST conversion factors  $\delta P$  and  $\delta HS$  for grain-oriented material in the polarization range  $1,0$  T to  $1,8$  T**

$J$ T	$\delta P$ %	$\delta HS$ %
1,0	1,7	6,1
1,1	1,8	6,3
1,2	2,1	6,6
1,3	2,4	7,4
1,4	2,8	9,0
1,5	3,3	12
1,6	4,0	17
1,7	5,0	27
1,8	6,0	43



IEC 2140/02

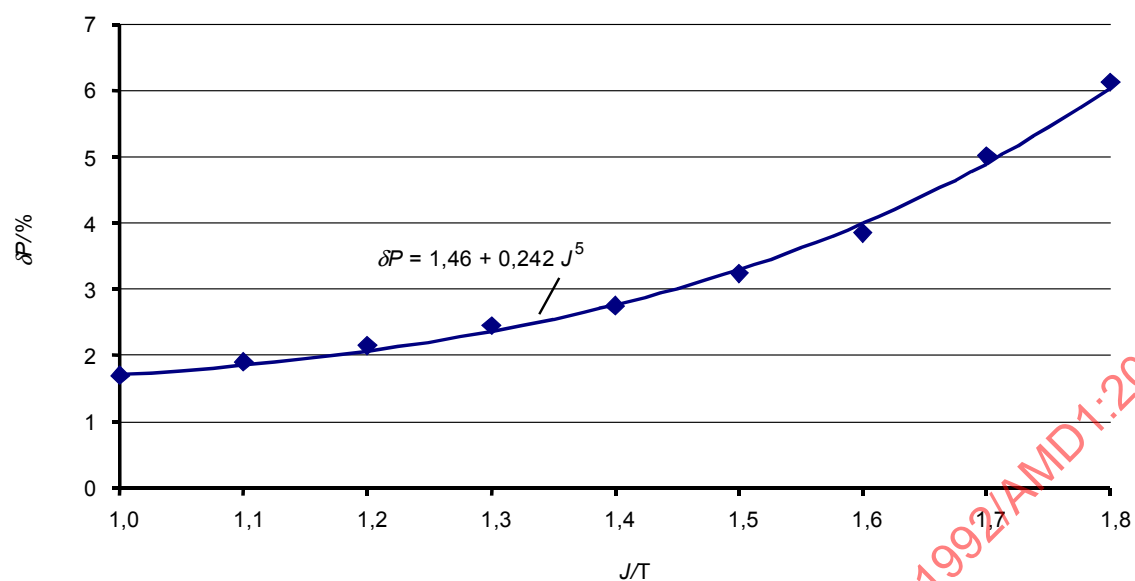
#### Légende

Symboles en forme de losange = données expérimentales

Ligne continue = courbe lissée à partir des données expérimentales conformément à l'équation (C.3a)

**Figure C.1 – Facteur  $\delta P$  de conversion Epstein-SST pour matériau à grains orientés en fonction de la polarisation magnétique  $J$**





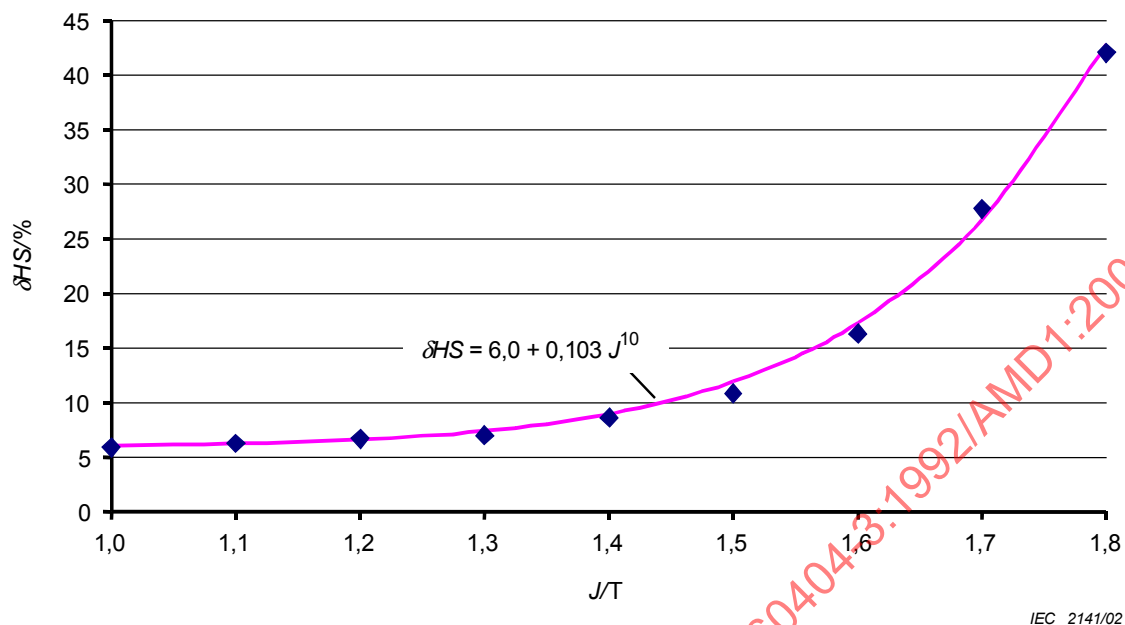
IEC 2140/02

**Key**

Rhombus symbols = experimental data

Continuous line = curve fit to the experimental data according to equation (C.3a)

**Figure C.1 – Epstein-SST conversion factor  $\delta P$  for grain-oriented material versus magnetic polarization  $J$**

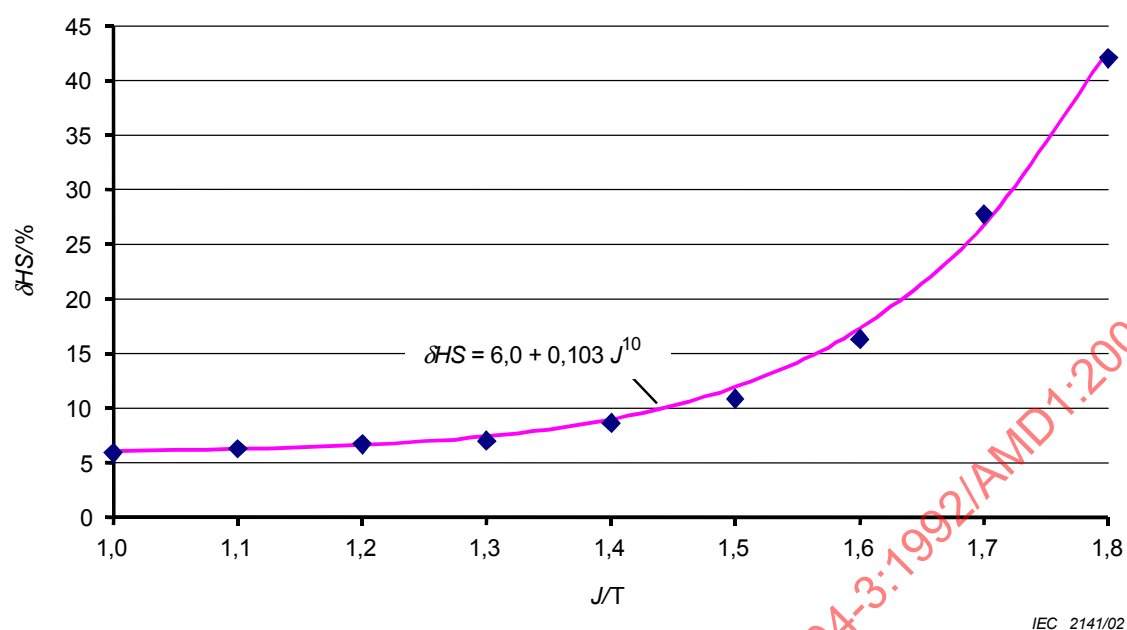


#### Légende

Symboles en forme de losange = données expérimentales

Ligne continue = courbe lissée à partir des données expérimentales conformément à l'équation (C.3b)

**Figure C.2 – Facteur  $\delta HS$  de conversion Epstein-SST pour matériau à grains orientés en fonction de la polarisation magnétique  $J$**

**Key**

Rhombus symbols = experimental data

Continuous line = curve fit to the experimental data according to equation (C.3b)

**Figure C.2 – Epstein-SST conversion factor  $\delta_{HS}$  for grain-oriented material versus magnetic polarization  $J$**