

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Magnetic materials –**

**Part 3: Methods of measurement of the magnetic properties of magnetic sheet and strip by means of a single sheet tester**

**Matériaux magnétiques –**

**Partie 3: Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des tôles et feuillards magnétiques à l'aide de l'essai sur tôle unique**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

**CE**

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	4
1 Objet et domaine d'application .....	6
2 Références normatives .....	8
3 Principes généraux .....	8
3.1 Principe de la méthode d'essai .....	8
3.2 Appareillage d'essai.....	8
3.3 Inductance mutuelle de compensation .....	10
3.4 Eprouvette .....	12
3.5 Source d'alimentation .....	12
4 Détermination des pertes totales spécifiques .....	12
4.1 Principe de la mesure .....	12
4.2 Appareillage .....	12
4.3 Mode opératoire .....	14
5 Détermination de l'intensité du champ magnétique, du courant magnétisant et de la puissance apparente spécifique .....	18
5.1 Principe de la mesure .....	20
5.2 Appareillage .....	20
5.3 Mode opératoire .....	22
5.4 Détermination des caractéristiques .....	24
5.5 Reproductibilité.....	28
Annexe A (normative) Exigences concernant la construction des culasses.....	34
Annexe B (informative) Etalonnage du dispositif d'essai par rapport au cadre Epstein .....	36
Annexe C (informative) Relation Epstein-SST pour les tôles d'acier à grains orientés .....	38
Bibliographie .....	44
Figure 1 – Schéma du dispositif d'essai .....	30
Figure 2 – Dimensions de la culasse .....	30
Figure 3 – Schéma de branchement des cinq bobines de l'enroulement primaire .....	30
Figure 4 – Circuit pour la mesure des pertes totales spécifiques .....	32
Figure 5 – Circuit pour la mesure de la valeur efficace du courant magnétisant.....	32
Figure 6 – Circuit pour la mesure de la valeur de crête de l'intensité du champ magnétique .....	32
Figure C.1 – Facteur $\delta P$ de conversion Epstein-SST pour matériau à grains orientés en fonction de la polarisation magnétique $J$ .....	42
Figure C.2 – Facteur $\delta HS$ de conversion Epstein-SST pour matériau à grains orientés en fonction de la polarisation magnétique $J$ .....	42
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 .....	40

## CONTENTS

FOREWORD .....	5
1 Object and field of application .....	7
2 Normative references .....	9
3 General principles .....	9
3.1 Principle of the method .....	9
3.2 Test apparatus .....	9
3.3 Air flux compensation .....	11
3.4 Test specimen .....	13
3.5 Power supply .....	13
4 Determination of the specific total loss .....	13
4.1 Principle of measurement .....	13
4.2 Apparatus .....	13
4.3 Measuring procedure .....	15
5 Determination of magnetic field strength, excitation current and specific apparent power .....	19
5.1 Principle of measurement .....	21
5.2 Apparatus .....	21
5.3 Measuring procedure .....	23
5.4 Determination of characteristics .....	25
5.5 Reproducibility .....	29
Annex A (normative) Requirements concerning the manufacture of yokes .....	35
Annex B (informative) Calibration of the test apparatus with respect to the Epstein frame .....	37
Annex C (informative) Epstein to SST relationship for grain-oriented sheet steel .....	39
Bibliography .....	45
Figure 1 – Diagram of the test apparatus .....	31
Figure 2 – Yoke dimensions .....	31
Figure 3 – Diagram of the connections of the five coils of the primary winding .....	31
Figure 4 – Circuit for the determination of the specific total loss .....	33
Figure 5 – Circuit for measuring the r.m.s. value of the excitation current .....	33
Figure 6 – Circuit for measuring the peak value of the magnetic field strength .....	33
Figure C.1 – Epstein-SST conversion factor $\delta P$ for grain-oriented material versus magnetic polarization $J$ .....	43
Figure C.2 – Epstein-SST conversion factor $\delta HS$ for grain-oriented material versus magnetic polarization $J$ .....	43
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 .....	41

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

#### **Partie 3: Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des tôles et feuillards magnétiques à l'aide de l'essai sur tôle unique**

#### 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 norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60404-3 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

La présente version consolidée de la CEI 60404-3 comprend la deuxième édition (1992) [documents 68(BC)68+75 et 68(BC)77+79] et son amendement 1 (2002) [documents 68/258/FDIS et 68/263/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 2.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente norme.

L'annexe B et C sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement 1 ne sera pas modifié avant 2009. A cette date, la publication sera

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**MAGNETIC MATERIALS –****Part 3: Methods of measurement of the magnetic properties  
of magnetic sheet and strip by means  
of a single sheet tester**

## 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 60404-3 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This consolidated version of IEC 60404-3 consists of the second edition (1992) [documents 68(CO)68+75 and 68(CO)77+79] and its amendment 1 (2002) [documents 68/258/FDIS and 68/263/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 2.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B and C are for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 1 will remain unchanged until 2009. At this date, the publication will be

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

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

### Partie 3: Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des tôles et feuillards magnétiques à l'aide de l'essai sur tôle unique

#### 1 Objet et domaine d'application

La présente partie a pour objet de définir les principes généraux et les détails techniques de mesure des propriétés magnétiques des tôles magnétiques à l'aide de l'essai sur tôle unique.

La présente partie de la CEI 60404 est applicable, aux fréquences industrielles:

- a) aux tôles et feuillards magnétiques à grains orientés:
  - pour la mesure entre 1,0 T et 1,8 T:
    - des pertes totales spécifiques;
    - de la puissance apparente spécifique;
    - de la valeur efficace du champ magnétique;
  - pour la mesure, jusqu'à des valeurs de crête de champ magnétique de 1 000 A/m:
    - de la valeur de crête de la polarisation magnétique;
    - de la valeur de crête du champ magnétique.
- b) aux tôles et feuillards magnétiques à grains non orientés:
  - pour la mesure entre 0,8 T et 1,5 T:
    - des pertes totales spécifiques;
    - de la puissance apparente spécifique;
    - de la valeur efficace du courant d'excitation;
  - pour la mesure, jusqu'à des valeurs de crête de champ magnétique de 10 000 A/m:
    - de la valeur de crête de la polarisation magnétique;
    - de la valeur de crête du champ magnétique.

L'essai sur tôle unique est applicable à des échantillons prélevés dans les tôles et feuillards magnétiques de toute qualité. Les caractéristiques magnétiques sont déterminées pour une tension induite sinusoïdale, pour des valeurs de crête spécifiées de la polarisation magnétique et pour une fréquence spécifiée.

Les mesures sont effectuées à la température ambiante de  $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  sur des éprouvettes qui ont été au préalable désaimantées.

NOTE Dans la présente partie, la grandeur «polarisation magnétique» est utilisée conformément à la définition figurant dans la CEI 60050(901). Dans certaines normes de la série CEI 60404, on a employé l'expression «induction magnétique».

## MAGNETIC MATERIALS –

### Part 3: Methods of measurement of the magnetic properties of magnetic sheet and strip by means of a single sheet tester

#### 1 Object and field of application

The object of this part is to define the general principles and the technical details of the measurement of the magnetic properties of magnetic sheets by means of a single sheet tester.

This part of IEC 60404 is applicable at power frequencies to:

- a) grain oriented magnetic sheet and strip:  
for the measurement between 1,0 T and 1,8 T of:
  - specific total loss;
  - specific apparent power;
  - r.m.s. value of the magnetic field strength;for the measurement up to peak values of magnetic field strength of 1 000 A/m of:
  - peak value of the magnetic polarization;
  - peak value of the magnetic field strength.
- b) non-oriented magnetic sheet and strip:  
for the measurement between 0,8 T and 1,5 T of:
  - specific total loss;
  - specific apparent power;
  - r.m.s. value of excitation current;for the measurement up to peak values of magnetic field strength of 10 000 A/m of:
  - peak value of the magnetic polarization;
  - peak value of the magnetic field strength.

The single sheet tester is applicable to test specimens obtained from magnetic sheets and strips of any quality. The magnetic characteristics are determined for a sinusoidal induced voltage, for specified peak values of magnetic polarization and for a specified frequency.

The measurements are made at an ambient temperature of  $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  on test specimens which have first been demagnetized.

NOTE Throughout this part the quantity "magnetic polarization" is used as defined in IEC 60050(901). In some standards of the IEC 60404 series, the quantity "magnetic flux density" was used.

## 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 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*

## 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 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*