

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
404-3**

Deuxième édition
Second edition
1992-01

Matériaux magnétiques

Partie 3:

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

Magnetic materials

Part 3:

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 404-3: 1992

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
404-3**

Deuxième édition
Second edition
1992-01

Matériaux magnétiques

Partie 3:

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

Magnetic materials

Part 3:

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

© CEI 1992 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
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	12
3.4 Eprouvette	12
3.5 Source d'alimentation	12
4 Détermination des pertes totales spécifiques	14
4.1 Principe de la mesure	14
4.2 Appareillage	14
4.3 Mode opératoire	16
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	26
Figures	28
Annexes	
A – Exigences concernant la construction des culasses	32
B – Etalonnage du dispositif d'essai par rapport au cadre Epstein	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
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	13
3.4 Test specimen	13
3.5 Power supply	13
4 Determination of the specific total loss	15
4.1 Principle of measurement	15
4.2 Apparatus	15
4.3 Measuring procedure	17
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	27
Figures	28
Annexes	
A – Requirements concerning the manufacture of yokes	33
B – Calibration of the test apparatus with respect to the Epstein frame	35

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) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente partie de la Norme internationale CEI 404 a été établie par le Comité d'Etudes n° 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Cette deuxième édition de la CEI 404-3 remplace la première édition parue en 1982.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
68(BC)68	68(BC)75	68(BC)77	68(BC)79

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de la CEI 404.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

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 formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This part of International Standard IEC 404 has been prepared by IEC Technical Committee No. 68: Magnetic alloys and steels.

This second edition of IEC 404-3 replaces the first edition issued in 1982.

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

DIS	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
68(CO)68	68(CO)75	68(CO)77	68(CO)79

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

Annex A forms an integral part of this part of IEC 404.

Annex B is for information only.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES

Partie 3: Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des tôles et feuillets 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 404 est applicable, aux fréquences industrielles:

a) aux tôles et feuillets 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 feuillets 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 feuillets 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 50(901). Dans certaines normes de la série CEI 404, 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 404 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 50(901). In some standards of the IEC 404 series, the quantity "magnetic flux density" was used.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 404. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 404 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(901): 1973, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 901: Magnétisme.*

CEI 404-2: 1978, *Matériaux magnétiques. Deuxième partie: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques, électriques et physiques des tôles et feuillards magnétiques.*

3 Principes généraux

3.1 Principe de la méthode d'essai

L'éprouvette, constituée par un échantillon de tôle magnétique, est introduite à l'intérieur de deux enroulements:

- un enroulement primaire extérieur (enroulement d'excitation);
- un enroulement secondaire intérieur (enroulement de tension).

La fermeture du flux est assurée par un circuit magnétique constitué de deux culasses identiques dont la section est très élevée par rapport à celle de l'éprouvette (voir figure 1).

Afin de minimiser les effets de pression sur l'éprouvette, la culasse supérieure doit être munie d'un système de suspension permettant de contrebalancer une partie de la masse de la culasse conformément à 3.2.1.

Des précautions doivent être prises pour s'assurer que les variations de température sont maintenues à un niveau inférieur à celui susceptible de produire des contraintes dans l'éprouvette par dilatation ou contraction thermique.

3.2 Appareillage d'essai

3.2.1 Culasses

Chaque culasse en forme de U est composée de tôles isolées en acier au silicium à grains orientés ou en alliage fer-nickel. Elle doit avoir une faible réluctance et des pertes totales spécifiques ne dépassant pas 1,0 W/kg à 1,5 T et à 50 Hz. Elle doit être fabriquée selon les exigences de l'annexe A.

Afin de réduire l'effet des courants de Foucault et d'obtenir une répartition plus homogène du flux à l'intérieur de la culasse, celle-ci doit être constituée par une paire de culasses en C ou un assemblage collé de bandes, auquel cas les coins doivent être à joints croisés (voir figure 1).

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 404. At the time of publication of this standard, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 404 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(901): 1973, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 901: Magnetism*.

IEC 404-2: 1978, *Magnetic materials. Part 2: Methods of measurement of magnetic, electrical and physical properties of magnetic sheet and strip*.

3 General principles

3.1 Principle of the method

The test specimen comprises a sample of magnetic sheet and is placed inside two windings:

- an exterior primary winding (magnetizing winding);
- an interior secondary winding (voltage winding).

The flux closure is made by a magnetic circuit consisting of two identical yokes, the cross-section of which is very large compared with that of the test specimen (see figure 1).

To minimize the effects of pressure on the test specimen, the upper yoke shall be provided with a means of suspension which allows part of its weight to be counterbalanced in accordance with 3.2.1.

Care shall be taken to ensure that temperature changes are kept below a level likely to produce stress in the test specimen due to thermal expansion or contraction.

3.2 Test apparatus

3.2.1 Yokes

Each yoke is in the form of a U made up of insulated sheets of grain oriented silicon steel or nickel iron alloy. It shall have a low reluctance and a specific total loss not greater than 1,0 W/kg at 1,5 T and 50 Hz. It shall be manufactured in accordance with the requirements of annex A.

In order to reduce the effect of eddy currents and give a more homogeneous distribution of the flux over the inside of the yokes, the latter shall be made of a pair of C-cores or a glued stack of laminations in which case the corners shall have staggered butt joints (see figure 1).