

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
404-4**

Deuxième édition
Second edition
1995-02

Matériaux magnétiques –

Partie 4:

Méthodes de mesure en courant continu
des propriétés magnétiques du fer et de l'acier

Magnetic materials –

Part 4:

Methods of measurement of d.c. magnetic
properties of iron and steel

© CEI 1995 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

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	6
2 Références normatives	6
3 Détermination des caractéristiques magnétiques par la méthode du tore	8
3.1 Objet	8
3.2 Généralités	8
3.3 Influence de la température sur les mesures	8
3.4 Eprouvette	8
3.5 Enroulements	10
3.6 Méthodes de mesure par la méthode du tore	12
3.6.1 Intensité du champ magnétique d'excitation	12
3.6.2 Induction magnétique	12
3.6.3 Branchement des appareils	12
3.6.4 Détermination de la courbe d'aimantation normale	14
3.6.5 Détermination d'un cycle d'hystérésis complet	16
3.6.6 Détermination de l'induction rémanente	20
3.6.7 Détermination du champ coercitif	20
3.7 Incertitude par la méthode du tore	20
4 Détermination des caractéristiques magnétiques par la méthode du perméamètre	20
4.1 Objet	20
4.2 Principe du perméamètre	20
4.3 Eprouvette	22
4.4 Méthodes de mesure par la méthode du perméamètre	22
4.4.1 Mesure de l'intensité du champ magnétique d'excitation	22
4.4.2 Mesure de l'induction magnétique	26
4.4.3 Branchement des appareils	28
4.4.4 Détermination de la courbe d'aimantation normale	28
4.4.5 Détermination d'un cycle d'hystérésis complet	30
4.4.6 Détermination de l'induction rémanente	32
4.4.7 Détermination du champ coercitif	32
4.5 Incertitude par la méthode du perméamètre	32
5 Procès-verbal d'essai	34
Figures	37
Annexes	
A – Etalonnage des bobines de mesures	44
B – Méthodes d'étalonnage de l'intégrateur de flux	48
C – Conditions à remplir par un système de bobines compensées pour la mesure de J	56

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	7
3 Determination of the magnetic characteristics by the ring method	9
3.1 Object	9
3.2 General	9
3.3 Effect of temperature on the measurements	9
3.4 Test specimen	9
3.5 Windings	11
3.6 Methods of measurement by the ring method	13
3.6.1 Magnetic field strength	13
3.6.2 Magnetic flux density	13
3.6.3 Connection of apparatus	13
3.6.4 Determination of normal magnetization curve	15
3.6.5 Determination of a complete hysteresis loop	17
3.6.6 Determination of remanent flux density	21
3.6.7 Determination of coercive field strength	21
3.7 Uncertainty by the ring method	21
4 Determination of the magnetic characteristics by the permeameter method	21
4.1 Object	21
4.2 Principle of the permeameter	21
4.3 Test specimen	23
4.4 Methods of measurement by the permeameter method	23
4.4.1 Measurement of magnetic field strength	23
4.4.2 Measurement of magnetic flux density	27
4.4.3 Connection of apparatus	29
4.4.4 Determination of the normal magnetization curve	29
4.4.5 Determination of a complete hysteresis loop	31
4.4.6 Determination of remanent flux density	33
4.4.7 Determination of coercive field strength	33
4.5 Uncertainty by the permeameter method	33
5 Test report	35
Figures	37
Annexes	
A – Calibration of search coils	45
B – Methods of calibrating the flux integrator	49
C – Requirements for the J-compensated coil system	57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 4: Méthodes de mesure en courant continu des propriétés magnétiques du fer et de l'acier

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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 404-4 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1982 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
68(BC)95	68/117/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B et C sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS –

Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties of iron and steel

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 cooperation 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, 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 404-4 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1982 and constitutes a technical revision.

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

DIS	Report on voting
68(CO)95	68/117/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B and C are for information only.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 4: Méthodes de mesure en courant continu des propriétés magnétiques du fer et de l'acier

1 Domaine d'application et objet

Cette partie de la CEI 404 traite des méthodes de mesure en courant continu des propriétés magnétiques du fer et de l'acier, en circuit magnétique fermé, en utilisant la méthode du tore ou celle du perméamètre.

Deux méthodes sont utilisées:

- a) la méthode du tore, en particulier pour des intensités de champ d'excitation magnétique pouvant aller jusqu'à 10 kA/m;
- b) la méthode du perméamètre pour des intensités de champ d'excitation magnétique allant de 1 kA/m à 200 kA/m.

NOTE – La mesure de la coercitivité en circuit magnétique ouvert fait l'objet de la CEI 404-7.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants 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. Tout document normatif est sujet 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 documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 404-7: 1982, *Matériaux magnétiques – Septième partie: Méthode de mesure du champ coercitif des matériaux magnétiques en circuit magnétique ouvert*

CEI 404-8-2: 1985, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section deux: Spécification des bandes magnétiques en acier allié, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini*

CEI 404-8-3: 1985, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section trois: Spécification des bandes magnétiques en acier non allié, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini*

CEI 404-8-4: 1986, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section quatre: Spécification des tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid*

CEI 404-8-6: 1986, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section six: Matériaux métalliques magnétiquement doux*
Amendement 1 (1992)

MAGNETIC MATERIALS –

Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties of iron and steel

1 Scope and object

This part of IEC 404 specifies the methods of measuring the d.c. magnetic properties of iron and steel in a closed magnetic circuit using either the ring or the permeameter methods.

Two methods are used:

- a) the ring method, particularly for magnetic field strengths of up to 10 kA/m;
- b) the permeameter method for magnetic field strengths in the range 1 kA/m to 200 kA/m.

NOTE – The measurement of coercivity in an open magnetic circuit is specified in IEC 404-7.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 404. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents 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 normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 404-7: 1982, *Magnetic materials – Part 7: Method of measurement of the coercivity of magnetic materials in an open magnetic circuit*

IEC 404-8-2: 1985, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section Two: Specification for cold-rolled magnetic alloyed steel strip delivered in the semi-processed state*

IEC 404-8-3: 1985, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section Three: Specification for cold-rolled magnetic non-alloyed steel strip delivered in the semi-processed state*

IEC 404-8-4: 1986, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section Four: Specification for cold-rolled non-oriented magnetic steel sheet and strip*

IEC 404-8-6: 1986, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section Six: Soft magnetic metallic materials*
Amendment 1 (1992)

CEI 404-8-7: 1988, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section sept: Spécification des tôles magnétiques en acier à grains orientés*
Amendement 1 (1991)

CEI 404-8-8: 1991, *Matériaux magnétiques – Partie 8: Spécifications pour matériaux particuliers – Section 8: Spécification des tôles magnétiques extra-minces en acier pour utilisation à moyennes fréquences*

IEC 404-8-7: 1988, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section Seven: Specification for grain-oriented magnetic steel sheet and strip*
Amendment 1 (1991)

IEC 404-8-8: 1991, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 8: Specification for thin magnetic steel strip for use at medium frequencies*