

**Magnetic materials - Part 4: Methods of
measurement of d.c. magnetic
properties of iron and steel**

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 60404-4:2002 sisaldab Euroopa standardi EN 60404-4:1997+A1:2002 ingliskeelset teksti.

Käesolev dokument on jõustatud 18.12.2002 ja selle kohta on avaldatud teade Eesti standardiorganisatsiooni ametlikus väljaandes.

Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.

This Estonian standard EVS-EN 60404-4:2002 consists of the English text of the European standard EN 60404-4:1997+A1:2002.

This document is endorsed on 18.12.2002 with the notification being published in the official publication of the Estonian national standardisation organisation.

The standard is available from Estonian standardisation organisation.

ICS 29.030

Standardite reprodutseerimis- ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonilisse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel on keelatud ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:
Aru 10 Tallinn 10317 Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

Right to reproduce and distribute Estonian Standards belongs to the Estonian Centre for Standardisation

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, without permission in writing from Estonian Centre for Standardisation.

If you have any questions about standards copyright, please contact Estonian Centre for Standardisation:
Aru str 10 Tallinn 10317 Estonia; www.evs.ee; Phone: +372 605 5050; E-mail: info@evs.ee

ICS 29.030

Descriptors: Magnetic materials, iron and steel, magnetic properties, methods of measurement of d.c., ring method, permeameter method, calibration

English version

Magnetic materials
Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties
of iron and steel
(IEC 404-4:1995)

Matériaux magnétiques
Partie 4: Méthodes de mesure en
courant continu des propriétés
magnétiques du fer et de l'acier
(CEI 404-4:1995)

Magnetische Werkstoffe
Teil 4: Verfahren zur Messung der
magnetischen Eigenschaften von
Eisen und Stahl im Gleichfeld
(IEC 404-4:1995)

This European Standard was approved by CENELEC on 1996-12-09. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels

Foreword

The text of the International Standard IEC 404-4:1995, prepared by IEC TC 68, Magnetic alloys and steels, was submitted to the formal vote and was approved by CENELEC as EN 60404-4 on 1996-12-09 without any modification.

The following dates were fixed:

- latest date by which the EN has to be implemented
at national level by publication of an identical
national standard or by endorsement (dop) 1997-12-01
- latest date by which the national standards conflicting
with the EN have to be withdrawn (dow) 1997-12-01

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard.

Annexes designated "informative" are given for information only.

In this standard, annexes A and ZA are normative and annexes B and C are informative.

Annex ZA has been added by CENELEC.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 404-4:1995 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

NOTE: When an international publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
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	Part 8: Specifications for individual materials Section 2: Specification for cold-rolled magnetic alloyed steel strip delivered in the semi-processed state	-	-
IEC 404-8-3	1985	Section 3: Specification for cold-rolled magnetic non-alloyed steel strip delivered in the semi-processed state	-	-
IEC 404-8-4	1986	Section 4: Specification for cold-rolled non-oriented magnetic steel sheet and strip	-	-
IEC 404-8-6 A1	1986 1992	Section 6: Soft magnetic metallic materials	- -	- -
IEC 404-8-7 A1	1988 1991	Section 7: Specification for grain-oriented magnetic steel sheet and strip	- -	- -
IEC 404-8-8	1991	Section 8: Specification for thin magnetic steel strip for use at medium frequencies	-	-

English version

Magnetic materials
Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties
of magnetically soft materials
(IEC 60404-4:1995/A1:2000)

Matériaux magnétiques
Partie 4: Méthodes de mesure en courant
continu des propriétés magnétiques
des matériaux magnétiquement doux
(CEI 60404-4:1995/A1:2000)

Magnetische Werkstoffe
Teil 4: Verfahren zur Messung
der magnetischen Eigenschaften
von weichmagnetischen Werkstoffen
im Gleichfeld
(IEC 60404-4:1995/A1:2000)

This amendment A1 modifies the European Standard EN 60404-4:1997; it was approved by CENELEC on 2001-12-01. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this amendment the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This amendment exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels

Foreword

The text of amendment 1:2000 to the International Standard IEC 60404-4:1995, prepared by IEC TC 68, Magnetic alloys and steels, was submitted to the Unique Acceptance Procedure and was approved by CENELEC as amendment A1 to EN 60404-4:1997 on 2001-12-01 without any modification.

The following dates were fixed:

- latest date by which the amendment has to be implemented
at national level by publication of an identical
national standard or by endorsement (dop) 2002-12-01
- latest date by which the national standards conflicting
with the amendment have to be withdrawn (dow) 2004-12-01

Endorsement notice

The text of amendment 1:2000 to the International Standard IEC 60404-4:1995 was approved by CENELEC as an amendment to the European Standard without any modification.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60404-4

Edition 2.1

2000-11

Edition 2:1995 consolidée par l'amendement 1:2000
Edition 2:1995 consolidated with amendment 1:2000

Matériaux magnétiques –

Partie 4:

**Méthodes de mesure en courant continu des
propriétés magnétiques des matériaux
magnétiquement doux**

Magnetic materials –

Part 4:

**Methods of measurement of d.c. magnetic
properties of magnetically soft materials**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60404-4:1995+A1:2000

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

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 in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60404-4

Edition 2.1

2000-11

Edition 2:1995 consolidée par l'amendement 1:2000
Edition 2:1995 consolidated with amendment 1:2000

Matériaux magnétiques –

Partie 4:

**Méthodes de mesure en courant continu des
propriétés magnétiques des matériaux
magnétiquement doux**

Magnetic materials –

Part 4:

**Methods of measurement of d.c. magnetic
properties of magnetically soft materials**

© IEC 2000 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 photo-copie 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé, Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site: <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE CF

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	8
2 Références normatives.....	8
3 Détermination des caractéristiques magnétiques par la méthode du tore.....	10
3.1 Objet.....	10
3.2 Généralités.....	10
3.3 Influence de la température sur les mesures.....	10
3.4 Epreuve.....	10
3.5 Enroulements.....	12
3.6 Méthodes de mesure par la méthode du tore	14
3.6.1 Intensité du champ magnétique d'excitation	14
3.6.2 Induction magnétique	14
3.6.3 Branchement des appareils.....	16
3.6.4 Détermination de la courbe d'aimantation normale	16
3.6.5 Détermination d'un cycle d'hystérésis complet	18
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	22
4 Détermination des caractéristiques magnétiques par la méthode du perméamètre	22
4.1 Objet.....	22
4.2 Principe du perméamètre.....	22
4.3 Epreuve	24
4.4 Méthodes de mesure par la méthode du perméamètre.....	24
4.4.1 Mesure de l'intensité du champ magnétique d'excitation	24
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	30
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	34
5 Procès-verbal d'essai	34
Annex A (normative) Etalonnage des bobines de mesures	48
Annex B (informative) Méthodes d'étalonnage de l'intégrateur de flux	52
Annex C (informative) Conditions à remplir par un système de bobines compensées pour la mesure de J.....	58

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 Determination of the magnetic characteristics by the ring method	11
3.1 Object	11
3.2 General	11
3.3 Effect of temperature on the measurements	11
3.4 Test specimen	11
3.5 Windings	13
3.6 Methods of measurement by the ring method	15
3.6.1 Magnetic field strength	15
3.6.2 Magnetic flux density	15
3.6.3 Connection of apparatus	17
3.6.4 Determination of normal magnetization curve	17
3.6.5 Determination of a complete hysteresis loop	19
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	23
4 Determination of the magnetic characteristics by the permeameter method	23
4.1 Object	23
4.2 Principle of the permeameter	23
4.3 Test specimen	25
4.4 Methods of measurement by the permeameter method	25
4.4.1 Measurement of magnetic field strength	25
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	31
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	35
5 Test report	35
Annex A (normative) Calibration of search coils	49
Annex B (informative) Methods of calibrating the flux integrator	53
Annex C (informative) Requirements for the J-compensated coil system	59

Figure 1 – Circuit pour la détermination des caractéristiques magnétiques par la méthode du tore	36
Figure 2 – Cycle d'hystérésis.....	36
Figure 3 – Configuration typique d'un perméamètre de type A.....	38
Figure 4 – Configuration typique d'un perméamètre de type B.....	40
Figure 5 – Configuration des bobines de mesure.....	44
Figure 6 – Circuit pour la détermination de la courbe d'aimantation normale et du cycle d'hystérésis à l'aide d'un perméamètre à double culasse (échantillon en barreau).....	46
Figure A.1 – Circuit pour l'étalonnage des bobines de mesure.....	50
Figure B.1 – Circuit d'étalonnage de l'intégrateur de flux par la méthode de la décharge d'un condensateur étalon	56
Tableau 1 – Séquence des commutations nécessaires au maintien de l'éprouvette dans un état cyclique stable.....	20

This document is a preview generated by EVS

Figure 1 – Circuit for the determination of the magnetic characteristics by the ring method	37
Figure 2 – Hysteresis loop	37
Figure 3 – Typical arrangement of a type A permeameter	39
Figure 4 – Typical arrangement of a type B permeameter	41
Figure 5 – Arrangement of search coils	45
Figure 6 – Circuit for the determination of the normal magnetization curve and hysteresis loop of bar specimens using a double yoke permeameter	47
Figure A.1 – Circuit for the calibration of search-coils	51
Figure B.1 – Circuit for calibration the flux integrator by the capacitor discharge method	57
Table 1 – Switching sequence to maintain the test specimen in a steady cyclic state	21

This document is a preview generated by EVS

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 4: Méthodes de mesure en courant continu des propriétés magnétiques des matériaux magnétiquement doux

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 60404-4 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.

La présente version consolidée de la CEI 60404-4 comprend la deuxième édition (1995) [documents 68(BC)95 et 68/117/RVD], et son amendement 1 (2000) [documents 68/215/FDIS et 68/217/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 cette norme.

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

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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS –**Part 4: Methods of measurement of d.c.
magnetic properties of magnetically soft materials**

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 60404-4 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.

This consolidation version of IEC 60404-4 consists of the second edition (1995) [documents 68(CO)95 and 68/117/RVD], and amendment 1 (2000) [documents 68/215/FDIS and 68/217/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.

Annexes B and C are for information only.

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.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 4: Méthodes de mesure en courant continu des propriétés magnétiques des matériaux magnétiquement doux

1 Domaine d'application et objet

Cette partie de la CEI 60404 traite des méthodes de mesure en courant continu des propriétés magnétiques des matériaux magnétiquement doux, en circuit magnétique fermé, en utilisant la méthode du tore ou celle du perméamètre. L'utilisation de la méthode du tore est adaptée pour les éprouvettes constituées d'un tore monobloc ou formé de feuilles, de même que pour les éprouvettes constituées d'un tore obtenues par frittage.

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 60404-7.

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 60404. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60404 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60404-7:1982, *Matériaux magnétiques – Septième partie: Méthode de mesure du champ coercitif des matériaux magnétiques en circuit magnétique ouvert*

CEI 60404-8-2:1985, *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 60404-8-3:1985, *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 60404-8-4:1986, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section quatre: Spécification des tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid*

CEI 60404-8-6:1986, *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 magnetically soft materials

1 Scope and object

This part of IEC 60404 specifies the methods of measuring the d.c. magnetic properties of magnetically soft materials in a closed magnetic circuit using either the ring or the permeameter methods. The ring method is suitable for use with laminated or solid ring specimens as well as ring specimens produced by sintering.

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 60404-7.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60404. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60404 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60404-7:1982, *Magnetic materials – Part 7: Method of measurement of the coercivity of magnetic materials in an open magnetic circuit*

IEC 60404-8-2:1985, *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 60404-8-3:1985, *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 60404-8-4:1986, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section Four: Specification for cold-rolled non-oriented magnetic steel sheet and strip*

IEC 60404-8-6:1986, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section Six: Soft magnetic metallic materials*
Amendment 1 (1992)

CEI 60404-8-7:1988, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section sept: Spécification des tôles magnétiques en acier à grains orientés*
Amendement 1 (1991)

CEI 60404-8-8:1991, *Matériaux magnétiques – Partie 8: Spécifications pour matériaux particuliers – Section 8: Spécification des tôles magnétiques extra-minces en acier pour utilisation à moyennes fréquences*

3 Détermination des caractéristiques magnétiques par la méthode du tore

3.1 Objet

Cet article décrit la méthode du tore utilisée pour déterminer la courbe d'aimantation normale et le cycle d'hystérésis.

3.2 Généralités

Cette méthode est utilisée en particulier pour les intensités du champ magnétique d'excitation jusqu'à 10 kA/m. Toutefois, à condition de prendre des précautions pour éviter d'échauffer l'éprouvette, cette méthode reste valable pour des champs magnétiques plus intenses.

3.3 Influence de la température sur les mesures

Des précautions doivent être prises pour éviter tout échauffement excessif de l'éprouvette. Les mesures doivent être faites à une température ambiante de $(23 \pm 5)^\circ \text{C}$. La température de l'éprouvette ne doit pas dépasser 50°C . Elle doit être contrôlée par une sonde de température.

Pour des matériaux qui sont particulièrement sensibles à la température, les normes de produits peuvent définir des températures limites de l'éprouvette plus hautes ou plus basses.

3.4 Epreuve

L'éprouvette est constituée par un tore homogène, sans soudure, de section rectangulaire ou circulaire. L'aire de la section du tore est déterminée par les dimensions du produit, l'uniformité de ses propriétés magnétiques, la sensibilité des instruments de mesure, et l'espace requis pour les enroulements. Une section comprise entre 100 mm^2 et 500 mm^2 est utilisée couramment.

Des précautions doivent être prises dans la préparation de l'éprouvette pour éviter un écrouissage ou un échauffement du matériau qui pourraient en altérer les caractéristiques magnétiques. L'éprouvette peut être usinée par tournage, suivi d'une légère rectification, avec assez de liquide de refroidissement pour prévenir tout échauffement du matériau. Les bords des tores doivent être ébavurés.

Pour limiter l'effet d'une variation radiale de l'intensité du champ magnétique d'excitation, on doit veiller à satisfaire la relation:

$$D \leq 1,1 d \quad (1)$$

où

D est le diamètre extérieur de l'éprouvette, en mètres;

d est le diamètre intérieur de l'éprouvette, en mètres.

IEC 60404-8-7:1988, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section Seven: Specification for grain-oriented magnetic steel sheet and strip*
Amendment 1 (1991)

IEC 60404-8-8:1991, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 8: Specification for thin magnetic steel strip for use at medium frequencies*

3 Determination of the magnetic characteristics by the ring method

3.1 Object

This clause describes the ring method used to obtain the normal magnetization curve and the hysteresis loop.

3.2 General

This method is used particularly for magnetic field strengths of up to 10 kA/m. However, if care is taken to avoid heating the test specimen, this method may be used at higher magnetic field strengths.

3.3 Effect of temperature on the measurements

Care shall be taken to avoid unduly heating the test specimen. The measurements shall be made at an ambient temperature of $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. The temperature of the test specimen shall not exceed $50 ^\circ\text{C}$ which shall be monitored by means of a temperature sensor.

For materials which are particularly temperature sensitive, product standards may define lower or higher test specimen temperatures.

3.4 Test specimen

The test specimen is a homogeneous unwelded ring of rectangular or circular cross-section. The cross-sectional area of the ring is determined by the product dimensions, uniformity of magnetic properties, instrumentation sensitivity and space required for the test windings. Usually the cross-sectional area is in the range of 100 mm^2 to 500 mm^2 .

Care shall be taken in the preparation of the test specimen to avoid work hardening or heating of the material which might affect the magnetic characteristics. The test specimen can be prepared by turning and finished by light grinding with sufficient coolant to prevent heating the material. The edges of the rings shall be deburred.

To reduce the effect of the radial variation of the magnetic field strength, the following relationship shall apply:

$$D \leq 1,1 d \quad (1)$$

where

D is the outside diameter of test specimen, in metres;

d is the inside diameter of test specimen, in metres.