

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60404-1

Deuxième édition
Second edition
2000-08

Matériaux magnétiques –

**Partie 1:
Classification**

Magnetic materials –

**Part 1:
Classification**

© 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 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application et objet	10
1.2 Références normatives	10
1.3 Définitions	12
2 Matériaux magnétiques doux (coercitivité ≤ 1 kA/m)	14
2.1 Classe A – Fers	14
2.1.1 Généralités	14
2.1.2 Caractéristiques physiques	14
2.1.3 Applications principales	16
2.2 Classe B – Aciers doux à faible teneur en carbone	16
2.2.1 Classe B.1 – Produits massifs	16
2.2.2 Classe B.2 – Produits plats	18
2.3 Classe C – Aciers au silicium	22
2.3.1 Classe C.1 – Produits massifs	22
2.3.2 Classe C.2 – Produits plats	24
2.4 Classe D – Autres types d'aciers	36
2.4.1 Classe D.1 – Produits massifs	36
2.4.2 Classe D.2 – Produits plats	42
2.4.3 Classe D.3 – Aciers inoxydables	44
2.5 Classe E – Alliages fer-nickel	48
2.5.1 Classe E.1 – Teneur en nickel comprise entre 72 % et 83 %	48
2.5.2 Classe E.2 – Teneur en nickel comprise entre 54 % et 68 %	52
2.5.3 Classe E.3 – Teneur en nickel comprise entre 45 % et 50 %	54
2.5.4 Classe E.4 – Teneur en nickel comprise entre 35 % et 40 %	58
2.5.5 Classe E.5 – Teneur en nickel comprise entre 29 % et 33 %	60
2.6 Classe F – Alliages fer-cobalt	62
2.6.1 Classe F.1 – Teneur en cobalt comprise entre 47 % et 50 %	62
2.6.2 Classe F.2 – Teneur en cobalt de 35 %	66
2.6.3 Classe F.3 – Teneur en cobalt entre 23 % et 27 %	68
2.7 Classe G – Autres alliages	70
2.7.1 Classe G.1 – Alliages fer-aluminium	70
2.7.2 Classe G.2 – Alliages fer-aluminium-silicium	72
2.8 Classe H – Matériaux magnétiques doux obtenus par les techniques de la métallurgie des poudres	74
2.8.1 Classe H.1 – Ferrites doux	74
2.8.2 Classe H.2 – Matériaux magnétiques doux frittés	78
2.8.3 Classe H.3 – Poudres composites	80
2.9 Classe I – Matériaux magnétiques doux amorphes	82
2.9.1 Classe I.1 – Alliages à base fer	82
2.9.2 Classe I.2 – Alliages à base cobalt	84
2.9.3 Classe I.3 – Alliages à base nickel	88

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
1 General.....	11
1.1 Scope and object	11
1.2 Normative references	11
1.3 Definitions	13
2 Magnetically soft materials (coercivity ≤ 1 kA/m).....	13
2.1 Class A – Irons	15
2.1.1 General.....	15
2.1.2 Physical characteristics	15
2.1.3 Main applications	17
2.2 Class B – Low carbon mild steels	17
2.2.1 Class B.1 – Bulk material	17
2.2.2 Class B.2 – Flat material	19
2.3 Class C – Silicon steels.....	23
2.3.1 Class C.1 – Bulk material	23
2.3.2 Class C.2 – Flat material	25
2.4 Class D – Other steels	37
2.4.1 Class D.1 – Bulk material	37
2.4.2 Class D.2 – Flat material	43
2.4.3 Class D.3 – Stainless steels	45
2.5 Class E – Nickel-iron alloys.....	49
2.5.1 Class E.1 – Nickel content 72 % to 83 %	49
2.5.2 Class E.2 – Nickel content 54 % to 68 %	53
2.5.3 Class E.3 – Nickel content 45 % to 50 %	55
2.5.4 Class E.4 – Nickel content 35 % to 40 %	59
2.5.5 Class E.5 – Nickel content 29 % to 33 %	61
2.6 Class F – Iron-cobalt alloys	63
2.6.1 Class F.1 – Cobalt content 47 % to 50 %	63
2.6.2 Class F.2 – Cobalt content 35 %	67
2.6.3 Class F.3 – Cobalt content 23 % to 27 %	69
2.7 Class G – Other alloys	71
2.7.1 Class G.1 – Aluminium-iron alloys	71
2.7.2 Class G.2 – Aluminium-silicon-iron alloys	73
2.8 Class H – Magnetically soft materials made by powder metallurgical techniques	75
2.8.1 Class H.1 – Soft ferrites	75
2.8.2 Class H.2 – Magnetically soft sintered materials	79
2.8.3 Class H.3 – Powder composites	81
2.9 Class I – Amorphous soft magnetic materials	83
2.9.1 Class I.1 – Iron-based alloys	83
2.9.2 Class I.2 – Cobalt-based alloys	85
2.9.3 Class I.3 – Nickel-based alloys	89

Articles	Pages
3 Matériaux magnétiques durs (coercitivité >1 kA/m).....	88
3.1 Classe Q – Alliages magnétostrictifs – Alliages fer-terres rares (classe Q.1).....	88
3.1.1 Généralités	88
3.1.2 Caractéristiques physiques.....	90
3.1.3 Applications principales.....	92
3.2 Classe R – Alliages magnétiques durs.....	92
3.2.1 Classe R.1 – Alliages aluminium-nickel-cobalt-fer-titane	92
3.2.2 Classe R.3 – Alliages fer-cobalt-vanadium-chrome	94
3.2.3 Classe R.5 – Alliages de terres rares-cobalt (RE-Co).....	96
3.2.4 Classe R.6 – Alliages chrome-fer-cobalt	98
3.2.5 Classe R.7 – Alliages de terres rares-fer-bore	100
3.3 Classe S – Céramiques magnétiques dures – Ferrites durs (Classe S.1)	102
3.3.1 Généralités	102
3.3.2 Caractéristiques physiques.....	104
3.3.3 Applications principales.....	104
3.4 Classe T – Autres matériaux magnétiques durs – Aciers martensitiques (Classe T.1).....	104
3.4.1 Généralités	104
3.4.2 Caractéristiques physiques.....	106
3.4.3 Applications principales.....	106
3.5 Classe U – Matériaux magnétiques durs agglomérés.....	106
3.5.1 Classe U.1 – Aimants agglomérés aluminium-nickel-cobalt-fer-titane	108
3.5.2 Classe U.2 – Aimants agglomérés terres rares-cobalt.....	108
3.5.3 Classe U.3 – Aimants agglomérés neodyme-fer-bore.....	110
3.5.4 Classe U.4 – Ferrites durs agglomérés.....	112
Tableau 1 – Gammes de composition chimique	14
Tableau 2 – Gammes des valeurs nominales des caractéristiques magnétiques.....	16
Tableau 3 – Gammes des valeurs types des caractéristiques mécaniques et magnétiques....	18
Tableau 4 – Gammes des valeurs spécifiées des pertes totales spécifiques.....	20
Tableau 5 – Gammes des valeurs spécifiées des caractéristiques magnétiques et électriques.....	22
Tableau 6 – Gamme des valeurs spécifiées des pertes totales spécifiques.....	26
Tableau 7 – Gammes des valeurs spécifiées des pertes totales spécifiques maximales	28
Tableau 8 – Gammes des valeurs types des pertes totales spécifiques maximales.....	30
Tableau 9 – Valeurs spécifiées des pertes totales spécifiques maximales	32
Tableau 10 – Valeurs types des caractéristiques mécaniques et magnétiques pour l'épaisseur de 0,50 mm.....	34
Tableau 11 – Valeurs types des caractéristiques magnétiques	36
Tableau 12 – Gammes types des caractéristiques mécaniques et magnétiques.....	38
Tableau 13 – Gammes types des caractéristiques mécaniques	40
Tableau 14 – Gammes des valeurs spécifiées des caractéristiques mécaniques et magnétiques des produits laminés à chaud.....	44
Tableau 15 – Gammes des valeurs spécifiées des caractéristiques mécaniques et magnétiques des produits laminés à froid	44
Tableau 16 – Gammes de la composition chimique.....	46

Clause	Page
3 Magnetically hard materials (coercivity >1 kA/m)	89
3.1 Class Q – Magnetostrictive alloys – Rare earth iron alloys (Class Q.1).....	89
3.1.1 General.....	89
3.1.2 Physical characteristics	91
3.1.3 Main applications	93
3.2 Class R – Magnetically hard alloys	93
3.2.1 Class R.1 – Alloys of aluminium-nickel-cobalt-iron-titanium.....	93
3.2.2 Class R.3 – Iron-cobalt-vanadium-chromium alloys.....	95
3.2.3 Class R.5 – Rare earth cobalt (RE-Co) alloys	97
3.2.4 Class R.6 – Chromium-iron-cobalt alloys	99
3.2.5 Class R.7 – Rare earth iron boron alloys.....	101
3.3 Class S – Magnetically hard ceramics – Hard ferrites (Class S.1)	103
3.3.1 General.....	103
3.3.2 Physical characteristics	105
3.3.3 Main applications	105
3.4 Class T – Other magnetically hard materials – Martensitic steels (Class T.1)	105
3.4.1 General.....	105
3.4.2 Physical characteristics	107
3.4.3 Main applications	107
3.5 Class U – Bonded magnetically hard materials	107
3.5.1 Class U.1 – Bonded aluminium-nickel-cobalt-iron-titanium magnets	109
3.5.2 Class U.2 – Bonded rare earth cobalt magnets	109
3.5.3 Class U.3 – Bonded neodymium-iron boron magnets.....	111
3.5.4 Class U.4 – Bonded hard ferrites.....	113
Table 1 – Ranges of chemical composition	15
Table 2 – Ranges of specified values for magnetic properties	17
Table 3 – Ranges of typical values for magnetic and mechanical properties	19
Table 4 – Ranges of specified values of maximum specific total loss	21
Table 5 – Ranges of specified values for magnetic and electric properties.....	23
Table 6 – Ranges of specified values of maximum specific total loss	27
Table 7 – Ranges of specified values of maximum specific total loss	29
Table 8 – Ranges of typical values of maximum specific loss	31
Table 9 – Specified values of maximum specific total loss.....	33
Table 10 – Typical values of mechanical and magnetic properties for the thicknesses of 0,50 mm.....	35
Table 11 – Typical values of magnetic properties	37
Table 12 – Typical ranges of magnetic and mechanical properties	39
Table 13 – Typical ranges of mechanical properties.....	41
Table 14 – Ranges of specified values of mechanical and magnetic characteristics of hot-rolled products.....	45
Table 15 – Ranges of specified values of mechanical and magnetic characteristics of cold-rolled products	45
Table 16 – Ranges of chemical composition	47

	Pages
Tableau 17 – Caractéristiques magnétiques types des matériaux à l'état fini	48
Tableau 18 – Caractéristiques magnétiques spécifiées des matériaux à cycle d'hystérésis rond	50
Tableau 19 – Caractéristiques magnétiques types des matériaux à cycle d'hystérésis plat.....	50
Tableau 20 – Caractéristiques magnétiques types des matériaux à cycle d'hystérésis rectangulaire	52
Tableau 21 – Caractéristiques magnétiques types des matériaux à cycle d'hystérésis rond ...	54
Tableau 22 – Caractéristiques magnétiques types des matériaux à cycle d'hystérésis plat.....	54
Tableau 23 – Caractéristiques magnétiques spécifiées du matériau à cycle d'hystérésis rond.....	56
Tableau 24 – Caractéristiques magnétiques types des matériaux à cycle d'hystérésis plat.....	56
Tableau 25 – Caractéristiques magnétiques types des matériaux à cycle d'hystérésis rectangulaire	58
Tableau 26 – Caractéristiques magnétiques spécifiées à l'état fini	60
Tableau 27 – Caractéristiques magnétiques typiques.....	62
Tableau 28 – Gammes des caractéristiques magnétiques spécifiées des matériaux à cycle d'hystérésis rond.....	64
Tableau 29 – Caractéristiques magnétiques types des matériaux à cycle d'hystérésis rectangulaire	66
Tableau 30 – Caractéristiques magnétiques spécifiées	68
Tableau 31 – Caractéristiques magnétiques spécifiées	70
Tableau 32 – Caractéristiques types des ferrites Mn-Zn	76
Tableau 33 – Caractéristiques types des ferrites Ni-Zn	76
Tableau 34 – Gammes des caractéristiques spécifiées	78
Tableau 35 – Caractéristiques physiques et magnétiques types	80
Tableau 36 – Caractéristiques physiques et magnétiques types	82
Tableau 37 – Caractéristiques physiques et magnétiques types	84
Tableau 38 – Caractéristiques physiques types.....	90
Tableau 39 – Gammes des caractéristiques magnétiques spécifiées.....	94
Tableau 40 – Valeurs spécifiées des caractéristiques magnétiques.....	96
Tableau 41 – Gammes des caractéristiques magnétiques et de la masse volumique des matériaux frittés.....	98
Tableau 42 – Gammes des caractéristiques magnétiques spécifiées.....	100
Tableau 43 – Gammes des caractéristiques magnétiques spécifiées et de la masse volumique des alliages anisotropes RE-FeB.....	102
Tableau 44 – Gammes des caractéristiques magnétiques spécifiées.....	104
Tableau 45 – Caractéristiques magnétiques types	106
Tableau 46 – Valeurs spécifiées des caractéristiques magnétiques.....	108
Tableau 47 – Valeurs spécifiées des caractéristiques magnétiques.....	110
Tableau 48 – Gammes de caractéristiques physiques et magnétiques types	112
Tableau 49 – Gammes des caractéristiques magnétiques spécifiées.....	114

	Page
Table 17 – Typical magnetic properties of materials in the fully processed state.....	49
Table 18 – Specified magnetic properties of material with a round hysteresis loop.....	51
Table 19 – Typical magnetic properties of material with a flat hysteresis loop.....	51
Table 20 – Typical magnetic properties of material with a rectangular hysteresis loop	53
Table 21 – Typical magnetic properties of material with a round hysteresis loop.....	55
Table 22 – Typical magnetic properties of material with a flat hysteresis loop.....	55
Table 23 – Specified magnetic properties of material with a round hysteresis loop.....	57
Table 24 – Typical magnetic properties of material with a flat hysteresis loop.....	59
Table 25 – Typical magnetic properties of material with a rectangular hysteresis loop	59
Table 26 – Specified magnetic properties of materials in the fully processed state.....	61
Table 27 – Typical magnetic properties.....	63
Table 28 – Ranges of specified magnetic properties of material with a round hysteresis loop.....	65
Table 29 – Typical magnetic properties of material with a rectangular hysteresis loop	67
Table 30 – Specified magnetic properties	69
Table 31 – Specified magnetic properties	71
Table 32 – Typical properties for Mn-Zn ferrites	77
Table 33 – Typical properties for Ni-Zn ferrites	77
Table 34 – Ranges of specified properties	79
Table 35 – Typical physical and magnetic properties.....	81
Table 36 – Typical physical and magnetic properties.....	83
Table 37 – Typical physical and magnetic properties.....	85
Table 38 – Typical physical properties	91
Table 39 – Ranges of specified magnetic properties.....	95
Table 40 – Specified values of magnetic properties.....	97
Table 41 – Ranges of specified magnetic properties and density of sintered material	99
Table 42 – Ranges of specified magnetic properties	101
Table 43 – Ranges of specified magnetic properties and density for anisotropic RE-FeB alloys.....	103
Table 44 – Ranges of specified values of magnetic properties.....	105
Table 45 – Typical magnetic properties.....	107
Table 46 – Specified values of magnetic properties.....	109
Table 47 – Specified values of magnetic properties.....	111
Table 48 – Ranges of typical physical and magnetic properties	113
Table 49 – Ranges of specified magnetic properties	115

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 1: Classification

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 représentés 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 60404-1 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages ferromagnétiques.

Cette édition annule et remplace la première édition parue en 1979, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
68/214/FDIS	68/216/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le Comité a décidé que le contenu de cette publication 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 1: Classification**

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 60404-1 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1979 and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
68/214/FDIS	68/216/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

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

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

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 1: Classification

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente norme a pour objet la classification des matériaux magnétiques disponibles commercialement.

Le terme «matériaux magnétiques» décrit les substances dont l'application exige l'existence de caractéristiques ferromagnétiques ou ferrimagnétiques.

Dans la présente norme, la classification des matériaux magnétiques est basée sur l'existence généralement reconnue de deux groupes principaux de produits:

- les matériaux magnétiques doux (coercitivité $\leq 1\ 000$ A/m);
- les matériaux magnétiques durs (coercitivité $> 1\ 000$ A/m).

A l'intérieur de ces groupes principaux, la classification reconnaît lorsque cela est approprié les caractéristiques suivantes:

- l'élément principal d'alliage et l'état métallurgique et les caractéristiques physiques du matériau;
- lorsque cela est possible et réalisable pratiquement, la relation entre ces caractéristiques est identifiée.

Une classification selon les domaines spécifiques d'application ne peut être appliquée à tous les matériaux, car différents matériaux peuvent bien souvent être utilisés pour la même application en fonction des caractéristiques requises.

1.2 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 60050(121):1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 121: Electro-magnétisme*

CEI 60050(151):1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

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

CEI 60401:1993, *Matériaux ferrites – Guide relatif au format des données figurant dans les catalogues des fabricants de noyaux pour transformateurs et bobines d'inductance*

MAGNETIC MATERIALS –

Part 1: Classification

1 General

1.1 Scope and object

This standard is intended to classify commercially available magnetic materials.

The term "magnetic materials" denotes substances where the application requires the existence of ferromagnetic or ferrimagnetic properties.

In this standard, the classification of magnetic materials is based upon the generally recognized existence of two main groups of products:

- soft magnetic materials (coercivity $\leq 1\ 000$ A/m);
- hard magnetic materials (coercivity $> 1\ 000$ A/m).

Within these main groups, the classification when appropriate recognizes the following characteristics:

- the main alloying element and the metallurgical state and physical properties of the material;
- when possible and convenient, the relationship between these characteristics is identified.

A classification by specific areas of application cannot be applied to all materials because different materials can very often be used for the same application depending on the characteristics required.

1.2 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 60050(121):1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 121: Electromagnetism*

IEC 60050(151):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

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

IEC 60401:1993, *Ferrite materials – Guide on the format of data appearing in manufacturers' catalogues of transformer and inductor cores*

CEI 60404 (toutes les parties), *Matériaux 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 Eptsein*

CEI 60404-3:1992, *Matériaux magnétiques – Partie 3: Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des tôles et feuillards magnétiques à l'aide de l'essai sur tôle unique*

CEI 60404-4:1995, *Matériaux magnétiques – Partie 4: Méthodes de mesure en courant continu des propriétés magnétiques du fer et de l'acier*

CEI 60404-6:1986, *Matériaux magnétiques – Sixième partie: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des alliages magnétiques doux fer-nickel isotropes, types E1, E3 et E4*

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

CEI 60404-8-1, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section un: Spécifications normales des matériaux magnétiquement durs*

CEI 60404-8-2:1998, *Matériaux magnétiques – Partie 8-2: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier allié, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini*

CEI 60404-8-3:1998, *Matériaux magnétiques – Partie 8-3: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier non allié, laminées à froid et livrées à l'état semi-fini*

CEI 60404-8-4:1998, *Matériaux magnétiques – Partie 8-4: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier à grains non orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini*

CEI 60404-8-5:1989, *Matériaux magnétiques – Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers – Section 5: Spécification des tôles en acier à caractéristiques mécaniques et perméabilité magnétique garanties*

CEI 60404-8-6:1999, *Matériaux magnétiques – Partie 8-6: Spécifications pour matériaux particuliers – Matériaux métalliques magnétiquement doux*

CEI 60404-8-7:1998, *Matériaux magnétiques – Partie 8-7: Spécifications pour matériaux particuliers – Tôles magnétiques en acier à grains orientés, laminées à froid et livrées à l'état fini*

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*

CEI 60404-8-9:1994, *Matériaux magnétiques – Partie 8: Spécifications pour matériaux particuliers – Section 9: Spécification des matériaux magnétiques doux frittés*

CEI 60404-8-10:1994, *Matériaux magnétiques – Partie 8: Spécifications pour matériaux particuliers – Section 10: Spécification des matériaux magnétiques (fer et acier) pour relais*

CEI 60404-10:1988, *Matériaux magnétiques – Dixième partie: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques à fréquences moyennes des tôles et feuillards magnétiques en acier*

ISO 4948-1:1982, *Aciers – Classification – Partie 1: Classification des aciers en aciers alliés et en aciers non alliés basée sur la composition chimique*

IEC 60404 (all parts), *Magnetic materials*

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*

IEC 60404-3:1992, *Magnetic materials – Part 3: Methods of measurement of the magnetic properties of magnetic sheet and strip by means of a single sheet tester*

IEC 60404-4:1995, *Magnetic materials – Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties of iron and steel*

IEC 60404-6:1986, *Magnetic materials – Part 6: Methods of measurement of the magnetic properties of isotropic nickel-iron soft magnetic alloys, types E1, E3 and E4*

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

IEC 60404-8-1, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section one: Standard specifications for magnetically hard materials*

IEC 60404-8-2:1998, *Magnetic materials – Part 8-2: Specifications for individual materials – Cold-rolled electrical alloyed steel sheet and strip delivered in the semi-processed state*

IEC 60404-8-3:1998, *Magnetic materials – Part 8-3: Specifications for individual materials – Cold-rolled electrical non-alloyed steel sheet and strip delivered in the semi-processed state*

IEC 60404-8-4:1998, *Magnetic materials – Part 8-4: Specifications for individual materials – Cold-rolled non-oriented electrical steel sheet and strip delivered in the fully processed state*

IEC 60404-8-5:1989, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section five: Specification for steel sheet and strip with specified mechanical properties and magnetic permeability*

IEC 60404-8-6:1999, *Magnetic materials – Part 8-6: Specifications for individual materials – Soft magnetic metallic materials*

IEC 60404-8-7:1998, *Magnetic materials – Part 8-7: Specifications for individual materials – Cold-rolled grain-oriented electrical steel sheet and strip delivered in the fully processed state*

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*

IEC 60404-8-9:1994, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 9: Standard specifications for sintered soft magnetic materials*

IEC 60404-8-10:1994, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 10: Specification for magnetic materials (iron and steel) for use in relays*

IEC 60404-10:1988, *Magnetic materials – Part 10: Methods of measurement of magnetic properties of magnetic steel sheet and strip at medium frequencies*

ISO 4948-1:1982, *Steels – Classification – Classification of steels into unalloyed and alloy steels based on chemical composition*