

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60404-8-6

Deuxième édition
Second edition
1999-04

Matériaux magnétiques –

Partie 8-6:

**Spécifications pour matériaux particuliers –
Matériaux métalliques magnétiquement doux**

Magnetic materials –

Part 8-6:

**Specifications for individual materials –
Soft magnetic metallic materials**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60404-8-6:1999

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

60404-8-6

Deuxième édition
Second edition
1999-04

Matériaux magnétiques –

Partie 8-6:

**Spécifications pour matériaux particuliers –
Matériaux métalliques magnétiquement doux**

Magnetic materials –

Part 8-6:

**Specifications for individual materials –
Soft magnetic metallic materials**

© IEC 1999 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

3, rue de Varembe 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

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives.....	6
3 Définitions.....	8
4 Classification	12
4.1 Alliage de classe A (fer pur)	12
4.2 Alliage de classe C (fer-silicium)	12
4.3 Alliage de classe E (fer-nickel)	12
4.4 Alliage de classe F (fer-cobalt)	12
5 Désignation.....	12
6 Spécifications générales.....	14
6.1 Composition chimique et procédé de fabrication.....	14
6.2 Conditions de livraison	14
7 Spécifications techniques	16
7.1 Propriétés magnétiques.....	16
7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances	16
8 Contrôle.....	18
8.1 Généralités	18
8.2 Prélèvement des échantillons.....	18
8.3 Propriétés magnétiques.....	20
8.4 Caractéristiques géométriques et tolérances	20
8.5 Essais complémentaires.....	20
9 Réclamations.....	22
10 Indications à la commande.....	22
11 Certification.....	22
Bibliographie	32
Tableau 1 – Composition chimique des classes d'alliages selon la CEI 60404-1.....	22
Tableau 2 – Valeurs minimales des perméabilités pour tôle et bande – Mesures en courant alternatif (50 Hz ou 60 Hz), épaisseur 0,05 mm à 0,38 mm	24
Tableau 3 – Propriétés magnétiques en courant continu pour barre, billette, rond, tôle, bande et fil, épaisseur ou diamètre supérieur à 0,05 mm – Echantillon S.R., L.R. ou E.S.	26
Tableau 4 – Facteur d'accroissement de la perméabilité maximale pour tôle et bande – Echantillon de contrôle L.R., mesures en courant alternatif (50 Hz ou 60 Hz)	28
Tableau 5 – Spécifications dimensionnelles, selon la CEI 60635, pour noyaux toroïdaux en bandes enroulées.....	28
Tableau 6 – Tolérances sur l'épaisseur des bandes et tôles laminées à froid	28
Tableau 7 – Tolérances sur la largeur des tôles et bandes.....	30
Tableau 8 – Tolérances sur les dimensions des barres, ronds et fils étirés à froid	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Classification	13
4.1 Alloy class A (pure iron)	13
4.2 Alloy class C (silicon-iron)	13
4.3 Alloy class E (nickel-iron)	13
4.4 Alloy class F (cobalt-iron)	13
5 Designation	13
6 General requirements	15
6.1 Chemical composition and production process	15
6.2 Delivery condition	15
7 Technical requirements	17
7.1 Magnetic properties	17
7.2 Geometric characteristics and tolerances	17
8 Inspection and testing	19
8.1 General	19
8.2 Selection of samples	19
8.3 Magnetic properties	21
8.4 Geometric characteristics and tolerances	21
8.5 Retests	21
9 Complaints	23
10 Ordering information	23
11 Certification	23
Bibliography	33
Table 1 – Chemical composition of the alloy classes in accordance with IEC 60404-1	23
Table 2 – Minimum permeability requirements for sheet and strip – AC measurement (50 Hz or 60 Hz), thickness 0,05 mm to 0,38 mm	25
Table 3 – DC magnetic property requirements for bar, billet, rod, sheet, strip and wire, thickness or diameter greater than 0,05 mm – S.R., L.R. or E.S. specimen	27
Table 4 – Maximum permeability rise factor for sheet and strip – L.R. test specimen, a.c. measurement (50 Hz or 60 Hz)	29
Table 5 – Dimensional requirements for toroidal strip-wound cores according to IEC 60635	29
Table 6 – Tolerances on thickness of cold-rolled sheet and strip	29
Table 7 – Tolerances on width of sheet and strip	31
Table 8 – Tolerances on dimensions of cold-worked bar, rod and wire	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 8-6: Spécifications pour matériaux particuliers – Matériaux métalliques magnétiquement doux

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, 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 60404-8-6 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 1986 et l'amendement 1 (1992). Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
68/197/FDIS	68/200/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAGNETIC MATERIALS –

**Part 8-6: Specifications for individual materials –
Soft magnetic metallic 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 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 60404-8-6 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1986 and amendment 1 (1992). This second edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
68/197/FDIS	68/200/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.

MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

Partie 8-6: Spécifications pour matériaux particuliers – Matériaux métalliques magnétiquement doux

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60404 spécifie les exigences générales, les propriétés magnétiques, les caractéristiques géométriques et leurs tolérances, ainsi que les modes de contrôle pour le fer pur, le fer-silicium, le fer-nickel et le fer-cobalt. Les produits sont sous forme de barres, billettes, tôles, bandes ou fils. Les alliages concernés correspondent à ceux définis par les classes A, C1, C2, E1 à E4 et F1 à F3 de la CEI 60404-1.

Les matériaux magnétiques employés principalement pour relais, fer pur et aciers, classés seulement d'après leur coercivité, sont couverts par la CEI 60404-8-10. La CEI 60404-8-10 est moins restrictive en termes de propriétés magnétiques que cela est spécifié dans la présente norme pour le matériau en fer pur (classe A) et les alliages fer-silicium (classes C21 et C22), mais elle donne une meilleure interprétation des tolérances dimensionnelles.

Les aciers au silicium non orientés ou à grains orientés (C21 et C22), pour applications à fréquence industrielle, classés d'après leurs pertes spécifiques totales, sont traités dans la CEI 60404-8-2, la CEI 60404-8-4 et la CEI 60404-8-7.

Les matériaux magnétiques en bandes minces, non orientés ou orientés, pour emploi aux fréquences moyennes, classés d'après leurs pertes spécifiques totales, sont couverts par la CEI 60404-8-8.

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):1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 121: Electromagnétisme*

CEI 60050(131):1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques*

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

CEI 60404-1:1979, *Matériaux magnétiques – Partie 1: Classification*

CEI 60404-2:1996, *Matériaux magnétiques – Partie 2: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des tôles et bandes magnétiques au moyen d'un cadre Epstein*

MAGNETIC MATERIALS –

Part 8-6: Specifications for individual materials – Soft magnetic metallic materials

1 Scope

This part of IEC 60404 specifies the general requirements, magnetic properties, geometric characteristics and tolerances as well as inspection procedures for pure iron, silicon-iron, nickel-iron and cobalt-iron. The materials are in the form of bar, billet, sheet, strip or wire. The alloys covered correspond to those defined by classes A, C1, C2, E1 to E4 and F1 to F3 in IEC 60404-1.

Magnetic materials used primarily for relays, pure iron and steel products, classified only by coercivity, are covered in IEC 60404-8-10. IEC 60404-8-10 is less restrictive in terms of magnetic properties than the pure iron material (class A) and the silicon-iron alloys (classes C21 and C22) specified in this standard, but it gives more comprehensive dimensional tolerances.

Non-oriented and oriented silicon steels (C21 and C22) for industrial power frequency applications, classified by specific total loss, are covered in IEC 60404-8-2, IEC 60404-8-4 and IEC 60404-8-7.

Non-oriented and oriented thin magnetic materials for use at medium frequencies, classified by specific total loss, are covered in IEC 60404-8-8.

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):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 121: Electromagnetism*

IEC 60050(131):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

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

IEC 60404-1:1979, *Magnetic materials – Part 1: Classification*

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*

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 – Partie 6: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des alliages magnétiques doux fer-nickel isotropes, types E1, E3 et E4*

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

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 60404-8-4:1998, *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 60404-8-7:1998, *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 60404-8-10:1994, *Matériaux magnétiques – Partie 8: Spécifications pour matériaux particuliers – Section 10: Spécification des matériaux magnétiques (fer et acier) pour relais*

CEI 60404-9:1987, *Matériaux magnétiques – Partie 9: Méthodes de détermination des caractéristiques géométriques des tôles magnétiques en acier*

CEI 60635:1978, *Noyaux toroïdaux en feuillard bobiné en matériau magnétique doux*

ISO 404:1992, *Aciers et produits sidérurgiques – Conditions techniques générales de livraison*

ISO 10474:1991, *Aciers et produits sidérurgiques – Documents de réception*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60404, les définitions des termes principaux relatifs aux propriétés magnétiques et aux circuits électriques et magnétiques donnés dans la CEI 60050(121), la CEI 60050(131) et la CEI 60050(221), ainsi que les définitions suivantes, s'appliquent.

3.1

vieillessement

variation du champ coercitif, exprimée en pourcentage, résultant d'un traitement thermique

3.2

barre

produit massif, de section uniforme, livré en longueurs droites. La section peut être ronde, carrée, rectangulaire ou celle d'un polygone régulier.

plat: barre de section rectangulaire, laminée sur ses quatre faces, dont l'épaisseur est généralement égale ou supérieure à 5 mm, et dont la largeur ne dépasse pas 150 mm.

rond: barre de section circulaire dont le diamètre est généralement égal ou supérieur à 8 mm

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 magnetic circuit*

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 60404-8-4:1998, *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 60404-8-7:1998, *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 60404-8-10:1994, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 10: Specification for magnetic materials (iron and steel) for use in relays*

IEC 60404-9:1987, *Magnetic materials – Part 9: Methods of determination of the geometrical characteristics of magnetic steel sheet and strip*

IEC 60635:1978, *Toroidal strip-wound cores made of magnetically soft material*

ISO 404:1992, *Steel and steel products – General technical delivery requirements*

ISO 10474:1991, *Steel and steel products – Inspection documents*

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60404, the definitions of the principal terms relative to magnetic properties and to electric and magnetic circuits given in IEC 60050(121), IEC 60050(131) and IEC 60050(221) apply, as well as the following definitions.

3.1

ageing

change of coercivity, expressed as a percentage, resulting from heat treatment

3.2

bar

solid product of uniform cross-section supplied in straight lengths. The cross-section may be round, square, rectangular or regular polygonal.

flat: A bar of rectangular cross-section, rolled on the four faces, whose thickness is generally 5 mm or greater and whose width is not greater than 150 mm

round: A bar of circular cross-section whose diameter is generally 8 mm or greater

3.3

billette

produit massif de section uniforme, carrée, ronde ou rectangulaire, dont la largeur est inférieure au double de l'épaisseur

3.4

rectitude

la rectitude est caractérisée par la plus grande distance entre une rive d'une tôle et la ligne joignant les deux extrémités de la longueur mesurée de cette rive (voir CEI 60404-9)

3.5

planéité (facteur d'ondulation)

la planéité d'une tôle est caractérisée par le facteur d'ondulation, qui est le rapport de la hauteur de l'ondulation à sa longueur (voir CEI 60404-9)

3.6

coulée

produit de fusion, dans un ou plusieurs fours, mélangé avant d'être coulé

3.7

lot

matériaux de la même coulée, de la même forme, produits en même temps et éventuellement recuits, simultanément ou séquentiellement, dans un four continu

3.8

rond

produit étiré à froid, de section uniforme, rectangulaire ou ronde, livré en longueurs droites

3.9

tôle et plaque

produit plat laminé, de section uniforme, livré en bobines ou coupé à longueur. La largeur est supérieure à 600 mm; les tôles ont une épaisseur inférieure à 5 mm et les plaques une épaisseur supérieure à 5 mm

3.10

rectitude des produits longs

plus grande distance entre la barre et la ligne joignant les deux extrémités de la barre

3.11

bande

produit plat laminé, de section uniforme, livré en bobines ou coupé à longueur. La largeur est inférieure à 600 mm et l'épaisseur inférieure à 5 mm

3.12

fil

produit laminé ou tréfilé, de section uniforme, ronde ou rectangulaire, livré en bobines

3.13 Abréviations pour les échantillons de contrôle

type E.S.: échantillon allongé pour contrôle de pièces, de section circulaire, rectangulaire ou polygonale, avec un rapport longueur sur diamètre d'au moins 5/1, suivant la CEI 60404-7.

type L.R.: noyaux feuilletés de rondelles découpées mécaniquement ou chimiquement (pour un anneau de tête magnétique, on peut utiliser un noyau de diamètre extérieur de 10 mm et de diamètre intérieur de 6 mm).

3.3**billet**

solid product of uniform cross-section, which may be square, round or rectangular, with a width less than twice the thickness

3.4**edge camber**

the edge camber is characterized by the greatest distance between an edge of the sheet and the line joining the two extremities of the measured length of this edge (see IEC 60404-9)

3.5**flatness (wave factor)**

the flatness of a sheet is characterized by the wave factor, which is the relation of the height of the wave to its length (see IEC 60404-9)

3.6**heat**

product of a furnace melt or of a number of melts that are mixed prior to casting

3.7**lot**

material from the same heat, of the same form, produced at the same time and, if annealed, heat-treated together or sequentially in a continuous furnace

3.8**rod**

cold-drawn product of uniform rectangular or round cross-section, supplied in straight lengths

3.9**sheet and plate**

flat-rolled product of uniform cross-section, supplied in coils or cut lengths. The width is over 600 mm; sheets have a thickness under 5 mm and plates have a thickness over 5 mm

3.10**straightness of long products**

straightness is characterized by the greatest distance between the bar and the line joining the two ends of the bar

3.11**strip**

flat-rolled product of uniform cross-section, supplied in coils or cut lengths. The width is under 600 mm and the thickness under 5 mm

3.12**wire**

rolled or drawn product of uniform round or rectangular cross-section, supplied in coils

3.13 Abbreviations for test specimens

Type E.S.: Elongated specimen for test samples, of circular, rectangular or polygonal cross-section, with a length to diameter ratio of at least 5/1, according to IEC 60404-7.

Type L.R.: Laminated cores of stamped or etched rings (for magnetic head ring, a core with 10 mm outside diameter and 6 mm inside diameter can be used).

type S.R.: anneaux massifs ou cadres, mis en forme ou usinés à partir d'un matériau massif. Le diamètre extérieur de l'anneau doit mesurer entre 30 mm et 50 mm, et le rapport diamètre extérieur sur diamètre intérieur devra valoir de 1,2 à 1,4.

NOTE – Les types L.R. et S.R. sont applicables seulement aux matériaux approximativement isotropes.

type S.W.: noyaux enroulés tels que définis dans la CEI 60635. Pour les restrictions dimensionnelles voir le tableau 5. Les diamètres extérieurs des tores de contrôle doivent mesurer entre 30 mm et 80 mm.

4 Classification

Les matériaux couverts par la présente norme sont classés suivant l'élément d'alliage principal et la teneur de cet élément. La sous-classification tient compte des différents emplois des alliages.

4.1 Alliage de classe A (fer pur)

Ce matériau est classé d'après la valeur maximale de son champ coercitif.

4.2 Alliage de classe C (fer-silicium)

L'alliage C1, avec 0 % à 5 % en poids de silicium, est classé d'après la valeur maximale de son champ coercitif.

Les alliages C2, avec 0,4 % à 5 % en poids de silicium, sont classés d'après la forme du cycle d'hystérésis et la perméabilité minimale dans une mesure en alternatif sur un échantillon de type L.R. tiré d'un matériau de 0,35 mm d'épaisseur, le point de mesure étant pour $\hat{H} = 1,6$ A/m.

4.3 Alliage de classe E (fer-nickel)

Ces alliages sont classés d'après la forme du cycle d'hystérésis et la perméabilité minimale dans une mesure en alternatif sur un échantillon de type S.W. tiré d'un matériau de 0,10 mm d'épaisseur, le point de mesure étant pour $\hat{H} = 0,4$ A/m, excepté pour l'alliage de classe E41 où le point de mesure est pour $\hat{H} = 1,6$ A/m.

4.4 Alliage de classe F (fer-cobalt)

Ces alliages sont classés d'après la forme du cycle d'hystérésis et la valeur maximale du champ coercitif.

5 Désignation

La désignation conventionnelle des matériaux comprend ce qui suit dans l'ordre donné:

- la lettre désignant la classe d'alliage: A, C, E ou F (voir tableau 1);
- le nombre correspondant à la teneur en élément d'alliage principal (voir tableau 1);
- pour les classes d'alliage C, E et F, le nombre 1 ou 2 indiquant la forme du cycle d'hystérésis:
 - 1 = arrondi (non orienté),
 - 2 = rectangulaire (orienté par texture ou par traitement thermomagnétique);
- un tiret;

Type S.R.: Solid rings or square frames, formed or machined from solid material. The outside diameter of the ring shall be between 30 mm and 50 mm, with an outside/inside diameter ratio from 1,2 to 1,4.

NOTE – Types L.R. and S.R. are only applicable to essentially isotropic materials.

Type S.W.: Strip-wound cores as defined by IEC 60635. For dimensional restrictions, see table 5. The outside diameters of test cores are between 30 mm and 80 mm.

4 Classification

The materials covered by this standard are classified according to the main alloying element and the content of this element. The subclassification takes into account the different uses of the alloys.

4.1 Alloy class A (pure iron)

This material is classified according to the maximum value of coercivity.

4.2 Alloy class C (silicon-iron)

Alloy C1, with 0 % to 5 % weight of silicon, is classified according to the maximum value of coercivity.

Alloys C2, with 0,4 % to 5 % weight of silicon, are classified according to the shape of the hysteresis loop and the minimum permeability in an a.c. measurement with a L.R. specimen made of material with a thickness of 0,35 mm; the measuring point is $\hat{H} = 1,6$ A/m.

4.3 Alloy class E (nickel-iron)

These alloys are classified according to the shape of the hysteresis loop and the minimum permeability in an a.c. measurement with a S.W. specimen made of material with a thickness of 0,10 mm; the measuring point is $\hat{H} = 0,4$ A/m, except for the alloy class E41, where the measuring point is $H = 1,6$ A/m.

4.4 Alloy class F (cobalt-iron)

These alloys are classified according to the shape of the hysteresis loop and to the maximum value of coercivity.

5 Designation

The conventional designation of the materials comprises the following in the order given:

- a) the letter for the alloy class: A, C, E or F (see table 1);
- b) the number according to the content of the main alloying element (see table 1);
- c) for alloy classes C, E and F, the number 1 or 2 according to the shape of the hysteresis loop:
 - 1 = round (non-oriented)
 - 2 = rectangular (oriented by texture or by thermomagnetic treatment);
- d) a dash;

- e) suivant la classe d'alliage, soit la valeur maximale du champ coercitif en ampères par mètre, soit la valeur minimale de la perméabilité divisée par 1 000 pour une valeur de crête donnée du champ magnétique ($\hat{H} = 0,4 \text{ A/m}$ ou $1,6 \text{ A/m}$) et une épaisseur donnée, mesurée sur un certain échantillon de contrôle (voir ci-dessus à la rubrique classification).

Exemple:

E 31-10: alliage fer-nickel avec 45 % à 50 % en poids de nickel, cycle d'hystérésis rond et perméabilité minimale de 10 000 pour un noyau enroulé fait avec une tôle de 0,10 mm d'épaisseur.

6 Spécifications générales

6.1 Composition chimique et procédé de fabrication

La composition type de chaque classe de matériaux couverts par la présente norme est donnée au tableau 1.

La composition réelle et le procédé de fabrication sont laissés à la discrétion du producteur, à moins qu'il n'y ait eu accord entre l'acheteur et le producteur, et spécification dans la commande.

6.2 Conditions de livraison

Les produits couverts par la présente norme peuvent être livrés transformés à chaud, écrouis ou recuits. Les conditions de livraison souhaitées doivent être spécifiées dans la commande.

6.2.1 Forme de livraison

Les bobines doivent être de largeur constante et enroulées de telle sorte que les rives se superposent d'une façon régulière et que les faces latérales des bobines soient approximativement plates. Les bobines doivent être enroulées suffisamment serrées pour qu'elles ne se déforment pas sous leur propre poids.

Les bobines peuvent occasionnellement comporter des soudures ou des raboutages résultant de l'élimination de zones défectueuses, sous réserve d'un accord préalable entre les parties. La surépaisseur due à la soudure est soumise à un accord particulier. Si nécessaire, le marquage des soudures ou des raboutages pourra faire l'objet d'un accord particulier. Pour les bobines comportant des soudures ou des raboutages, chaque partie de la bande doit être d'un matériau de même qualité.

Les rives des parties soudées ensemble doivent être suffisamment bien alignées pour ne pas gêner la transformation ultérieure du matériau.

La masse des bobines doit faire l'objet d'un accord au moment de la commande.

6.2.2 Etat de surface

La surface des tôles et des bandes doit être uniforme, propre, exempte de graisse et de rouille.

Des imperfections isolées telles que rayures, cloques, etc. peuvent être tolérées si l'épaisseur reste à l'intérieur des tolérances et si la fabrication ou les performances du produit final n'en sont pas affectées.

La nature de l'état de surface dépendra du traitement final. Pour les produits laminés à chaud, le matériau est recouvert de calamine.

- e) depending on the alloy class, either the maximum value for the coercivity in amperes per metre or the peak value of the minimum permeability divided by 1 000 for a given magnetic field strength ($\hat{H} = 0,4 \text{ A/m}$ or $1,6 \text{ A/m}$) and a given thickness measured with a certain test specimen (see above under classification).

Example:

E31-10: nickel-iron with 45 % to 50 % weight of nickel, a round hysteresis loop, and a minimum permeability of 10 000 for a strip-wound core made of a sheet with a thickness of 0,10 mm.

6 General requirements

6.1 Chemical composition and production process

The typical composition of each of the material classes covered by this standard is given in table 1.

The actual composition and production process are left to the discretion of the manufacturer, unless otherwise agreed between the manufacturer and purchaser, and specified in the order.

6.2 Delivery condition

The materials covered by this standard may be delivered in the hot-finished, cold-worked or annealed condition. The condition required shall be specified in the order.

6.2.1 Form of supply

Coils shall be of constant width and wound in such a manner that the edges are superimposed in a regular manner and the side faces of the coil are substantially flat. Coils shall be sufficiently tightly wound that they do not collapse under their own weight.

Coils can occasionally present welds or interleaves resulting from the removal of defective zones, subject to prior agreement between the parties. The value of the additional thickness due to the weld is subject to special agreement. If necessary, the marking of welds or interleaves may form the subject of a special agreement. For coils containing repair welds or interleaves, each part of the strip shall be of the same quality material.

The edges of parts welded together shall not be so much out of alignment as to affect the further processing of the material.

The mass of coils shall be agreed upon at the time of ordering.

6.2.2 Surface condition

The surface condition of sheets or strips shall be uniform, clean, and free from grease and rust.

Isolated imperfections such as scratches, blisters, etc. may be tolerated if the thickness remains within the tolerance limits and the manufacture or performance of the final product is not affected.

The nature of the surface condition will depend on the final treatment. For material in the hot-rolled condition, the material exhibits a hot mill scale.

7 Spécifications techniques

7.1 Propriétés magnétiques

Sauf spécification contraire dans la commande, les propriétés magnétiques doivent être déterminées pour chaque lot de produit sur un échantillon représentatif pris dans le lot et recuit suivant les recommandations du fabricant ou selon les spécifications du client.

Les mesures d'acceptation des tôles ou bandes doivent être pratiquées, en courant alternatif, sur des rondelles (type L.R.) ou des noyaux enroulés (type S.W.) ou bien, en courant continu, soit sur des anneaux massifs (type S.R.), soit sur des rondelles de matériaux laminés (type L.R.), soit sur des échantillons longs (type E.S.).

Les propriétés doivent satisfaire aux spécifications magnétiques des tableaux 2 à 4 pour l'alliage, à la classe magnétique et à l'épaisseur indiquées dans la commande. Pour les épaisseurs intermédiaires non spécifiées dans le tableau, on prendra les valeurs du groupe dont l'épaisseur est immédiatement supérieure.

Les tôles et bandes d'épaisseur inférieure ou égale à 0,4 mm doivent être contrôlées en alternatif. Les produits d'épaisseur supérieure à 0,4 mm seront contrôlés en courant continu.

Si cela est demandé dans la commande, on donnera les valeurs du vieillissement comme indiqué dans la note du tableau 3. Le traitement de vieillissement sera de 100 h à $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

7.2 Caractéristiques géométriques et tolérances

7.2.1 Produits plats: tôle, plaque et bande

7.2.1.1 Epaisseur

L'épaisseur des tôles et bandes ne doit pas dépasser les tolérances indiquées au tableau 6.

7.2.1.2 Largeur

La largeur des bandes ne doit pas dépasser les tolérances indiquées au tableau 7.

7.2.1.3 Planéité

Le facteur d'ondulation, exprimé en pourcentage, ne doit pas dépasser 2 % et la planéité devra être comme convenu entre acheteur et producteur.

7.2.1.4 Rectitude

a) Tôle et bande laminées à chaud

La rectitude ne doit pas dépasser 0,5 % de la longueur réelle d'une tôle de longueur nominale inférieure à 5 000 mm, ou d'une longueur de bande de 2 m.

b) Plaque laminée à chaud

La rectitude ne doit pas dépasser 0,2 % de la longueur réelle.

c) Produits laminés à froid

La rectitude d'une bande cisailée ne doit pas dépasser 4 mm par section de 2 m de long. La rectitude d'une bande seulement laminée ne doit pas dépasser 6 mm par longueur de 2 m. Pour des longueurs inférieures à 2 m, la rectitude d'une bande cisailée ne doit pas dépasser 0,2 % de la longueur réelle et la rectitude d'une bande seulement laminée ne dépassera pas 0,3 % de cette même longueur.

Pour des produits de largeur inférieure à 80 mm, la rectitude ne doit pas dépasser 8 mm par longueur de 2 m.

7 Technical requirements

7.1 Magnetic properties

Unless otherwise required by the order, the magnetic properties shall be determined for each lot of material on a representative sample taken from the lot and heat-treated in accordance with the recommendations of the manufacturer or as specified by the purchaser. Acceptance testing of sheets and strips shall be carried out by a.c. testing of laminated rings (type L.R.) or strip-wound cores (type S.W.), or by d.c. testing of either solid rings (type S.R.), laminated rings (type L.R.) or elongated specimens (type E.S.).

The properties shall meet the magnetic requirements specified in tables 2 to 4 for the alloy, the magnetic grade and the thickness specified in the order. For intermediate thicknesses not given in the table, the values for the next thicker group shall apply.

Sheets and strips with a thickness less than or equal to 0,4 mm shall be tested by a.c. methods. Material with a thickness greater than 0,4 mm shall be tested by d.c. methods.

When required by the order, the values of ageing shall be as specified in the note to table 3. The heat treatment shall be 100 h at $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7.2 Geometric characteristics and tolerances

7.2.1 Flat products: sheet, plate and strip

7.2.1.1 Thickness

The thickness of sheet and strip shall not vary by more than the tolerances indicated in table 6.

7.2.1.2 Width

The width of strip shall not vary by more than the tolerances indicated in table 7.

7.2.1.3 Flatness

The wave factor, expressed as a percentage, shall not exceed 2 % and flatness shall be as agreed between manufacturer and purchaser.

7.2.1.4 Edge camber

a) Hot-rolled sheet and strip

The edge camber shall not exceed 0,5% of the actual length of the sheet for a nominal length less than 5 000 mm, or of a 2 m length of strip.

b) Hot-rolled plate

The edge camber shall not exceed 0,2% of the actual length.

c) Cold-rolled products

The edge camber of a sheared strip shall not exceed 4 mm in any 2 m length. The edge camber of a rolled strip shall not exceed 6 mm over a length of 2 m. For lengths less than 2 m, the edge camber of a sheared strip shall not exceed 0,2% and the edge camber of a rolled strip shall not exceed 0,3% of the actual length.

For products with a width less than 80 mm, the edge camber shall not exceed 8 mm over a length of 2 m.

7.2.2 Barre, rond et fil étirés à froid

Les tolérances sur le diamètre, la largeur et l'épaisseur doivent être celles spécifiées au tableau 8.

7.2.3 Barre transformée à chaud

Les tolérances doivent faire l'objet d'un accord entre le producteur et l'acheteur.

8 Contrôle

8.1 Généralités

Les produits définis dans la présente norme sont généralement commandés avec réception conformément à l'ISO 404. Le client doit spécifier, à la commande, les propriétés qui devront être contrôlées, le type de réception et le document concerné (voir ISO 10474).

Dans le cas de commande sans réception, par dérogation à l'ISO 404, le producteur et l'acheteur doivent se mettre d'accord sur la propriété à certifier, par exemple le champ coercitif maximal du produit livré.

Chaque unité de réception sera de moins de 23 t de la même qualité et des mêmes dimensions nominales. Des unités de réception différentes peuvent être adoptées par accord particulier.

Pour les produits livrés en bobines, chaque bobine doit constituer une unité de réception.

Quand les produits sont fournis en bobines refendues, les résultats des contrôles appliqués à l'unité de réception mère doivent s'appliquer.

Sauf accord particulier, les mêmes règles s'appliquent aux caractéristiques désignées spécifiquement.

8.2 Prélèvement des échantillons

Autant que possible, on doit prélever seulement un échantillon par unité de réception, pour le contrôle de réception. Le même échantillon devra servir pour contrôler les différentes propriétés en choisissant un ordre approprié pour l'exécution des contrôles.

8.2.1 Produits plats

Pour les bobines, la première spire interne et la dernière spire externe doivent être considérées comme emballage et ne doivent pas être considérées comme étant représentatives de la qualité du reste de la bobine. Le prélèvement doit être fait sur les premières spires internes ou externes, à l'exclusion des spires d'emballage. Le prélèvement sera fait loin des soudures et des rabouages. Dans le cas des tôles ou plaques, l'échantillon doit être pris dans la partie supérieure du paquet.

8.2.2 Produits longs

L'échantillon doit être pris dans le paquet.

8.2.3 Fil

Le prélèvement doit se faire à la fin de la bobine.

7.2.2 Cold-drawn bar, rod and wire

The diameter, width and thickness tolerances shall be as specified in table 8.

7.2.3 Hot-finished bar

Tolerances shall be as agreed between the manufacturer and the purchaser.

8 Inspection and testing

8.1 General

The materials defined by this standard are generally ordered with inspection in accordance with ISO 404. The purchaser shall specify, when ordering, the properties for which the verification shall be made, the type of inspection and the related document (see ISO 10474).

In the case of an order without inspection, as a dispensation from ISO 404, the manufacturer and the purchaser shall agree which property shall be certified, for example the maximum coercivity of the delivered material.

Each acceptance unit shall comprise not more than 23 t of the same grade and the same nominal dimensions. Different acceptance units can be adopted by special agreement.

For products supplied in coil form, each coil shall constitute an acceptance unit.

When the products are delivered in the form of slit coils, the test results applying to the parent unit of acceptance shall apply.

Except by special agreement, the same rules apply to the characteristics which are specifically specified.

8.2 Selection of samples

As far as possible only one sample for acceptance inspection shall be taken from each acceptance unit. The same sample shall serve to check the various properties by choosing a suitable order for the execution of the tests.

8.2.1 Flat products

In the case of coils, the first internal turn and the last external turn shall be regarded as wrapping and not as representative of the quality of the rest of the coil. The selection shall be made from the first internal or external turns, excluding the wrapping turn. The selection shall be made away from weld zones or interleaves. In the case of sheets or plates, the sample shall be taken from the upper part of the bundle.

8.2.2 Long products

The sample shall be taken from the bundle.

8.2.3 Wire

The sampling shall be carried out at the end of the coil.

8.3 Propriétés magnétiques

8.3.1 Mesures magnétiques, méthodes en courant continu

Les mesures d'induction, de perméabilité et de champ coercitif, en courant continu, doivent être conformes à la CEI 60404-4 et à la CEI 60404-6.

8.3.2 Mesures magnétiques, méthodes en courant alternatif

Les mesures d'induction et de perméabilité, en courant alternatif, doivent être conformes à la CEI 60404-2 et à la CEI 60404-6. On utilisera 50 Hz ou 60 Hz, sauf spécification particulière.

8.3.3 Echantillons de contrôle

Le type d'échantillon de contrôle à utiliser est désigné, dans les tableaux 2, à 4, par les abréviations données en 3.1.3 pour les échantillons de contrôle.

8.4 Caractéristiques géométriques et tolérances

8.4.1 Epaisseur des produits plats

La mesure de l'épaisseur doit être faite en un point quelconque à 10 mm ou plus des rives, excepté pour les largeurs inférieures à 25 mm, qui seront mesurées en n'importe quel point.

La mesure sera faite avec un micromètre précis au 1/100 mm.

8.4.2 Largeur des produits plats

La largeur doit être mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal de la bande.

8.4.3 Planéité

La planéité (facteur d'ondulation) des produits plats doit être mesurée suivant la CEI 60404-9.

8.4.4 Rectitude

La rectitude doit être déterminée suivant la CEI 60404-9.

8.4.5 Dimensions des produits longs

Les dimensions des produits longs doivent être déterminées par la moyenne des mesures faites en deux points quelconques, avec une précision de 0,1 mm.

8.4.6 Rectitude des produits longs

La rectitude doit être mesurée avec une précision de 0,1 mm.

8.5 Essais complémentaires

Si un échantillon de contrôle ne remplit pas les conditions de réception spécifiées, deux nouveaux échantillons du même lot doivent être choisis pour un nouveau contrôle. Si les deux échantillons additionnels sont acceptés, le lot est jugé conforme aux spécifications de la présente norme. Si l'un des échantillons additionnels est mauvais, le lot doit être refusé.

Après un nouveau traitement, le producteur a le droit de présenter de nouveau, au contrôle de réception, les unités qui avaient été trouvées non conformes à la commande.

8.3 Magnetic properties

8.3.1 Magnetic testing, d.c. methods

Measurement of d.c. flux density, permeability and coercivity shall be in accordance with IEC 60404-4 and IEC 60404-6.

8.3.2 Magnetic testing, a.c. methods

Measurement of a.c., flux density and permeability shall be in accordance with IEC 60404-2 and IEC 60404-6. Unless otherwise specified, 50 Hz or 60 Hz shall be used.

8.3.3 Test specimens

The type of test specimens to be used for testing is indicated in tables 2 to 4 by the abbreviations for test specimens given in 3.13.

8.4 Geometric characteristics and tolerances

8.4.1 Thickness of flat products

The measurement of thickness shall be made at any point 10 mm or more from the edges, except for widths less than 25 mm, which shall be measured at any point.

The measurement shall be made using a micrometer accurate to 1/100 mm.

8.4.2 Width of flat products

The width shall be measured perpendicularly to the longitudinal axis of the strip.

8.4.3 Flatness

The flatness (wave factor) of flat products shall be measured in accordance with IEC 60404-9.

8.4.4 Edge camber

The edge camber shall be determined in accordance with IEC 60404-9.

8.4.5 Dimensions of long products

The dimensions of long products shall be determined as the mean of readings taken at any two points, with an accuracy of 0,1 mm.

8.4.6 Straightness of long products

The straightness shall be measured with an accuracy of 0,1 mm.

8.5 Retests

If a test specimen fails to meet the specified requirements, two further test specimens from the same lot shall be selected for testing. If both of the additional samples pass, the lot is regarded as complying with the requirements of this standard. If either of the further test specimens fails, the lot shall be rejected.

The producer has the right, after retreatment, to present again for test acceptance those units which had been found not to comply with the order.

9 Réclamations

Des défauts internes ou externes ne doivent justifier une réclamation que s'ils sont manifestement préjudiciables à la mise en oeuvre ou à l'emploi judicieux du matériau.

L'utilisateur doit donner au fournisseur la possibilité de se convaincre du bien-fondé de la réclamation en lui présentant le matériau en litige et des preuves à l'appui de la réclamation.

Dans tous les cas, les termes et les modalités des réclamations doivent être conformes à l'ISO 404.

10 Indications à la commande

Pour que le produit réponde convenablement aux prescriptions de la présente norme, l'acheteur doit fournir les informations suivantes lors de sa demande d'informations:

- nature du produit et désignation du matériau suivant l'article 5;
- quantité désirée, y compris toute limitation sur la masse des bobines (voir 6.2.1);
- procédure de réception désirée, y compris nature des documents s'y rapportant (voir 8.1 et article 11);
- tolérances, si nécessaire (voir 7.2);
- prescriptions complémentaires suivantes, qui seront spécifiées par l'acheteur à la commande; dans le cas où rien n'est spécifié, le producteur considérera qu'il n'y a pas de prescriptions particulières sur ce point:
 - présence de soudures ou de raboutages, et leur marquage éventuel (voir 6.2),
 - livraison de produits complètement traités (voir 6.3),
 - caractéristiques magnétiques à l'état vieilli (voir 7.1).

11 Certification

Sur demande de l'acheteur et mention sur la commande (voir article 10), le fabricant doit certifier que le produit a été manufacturé et contrôlé conformément aux prescriptions de la présente norme. Le certificat doit donner en détail les résultats de tous les contrôles demandés dans la commande.

Tableau 1 – Composition chimique des classes d'alliages selon la CEI 60404-1

Classe d'alliage	Constituants d'après la CEI 60404-1	Compositions types* fractions massiques en %						
		Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Si	V
A	100 Fe	–	–	–	–	–	–	–
C1	0-5 Si	–	–	–	–	–	2 – 4,5	–
C21	0,4-5 Si	–	–	–	–	–	1 – 4,5	–
C22	3 Si	–	–	–	–	–	2,5 – 3,5	–
E1	72-83 Ni	–	2 – 3	4 – 6	–	75 – 78	–	–
		–	–	4 – 6	3 – 4,5	75 – 78	–	–
		–	–	–	3,5 – 6	79 – 82	–	–
E2	54-68 Ni	–	–	–	–	53 – 65	–	–
E3	45-50 Ni	–	–	–	–	45 – 49	–	–
E4	35-40 Ni	–	–	–	–	36 – 40	–	–
F1	47-50 Co	47,5 – 50,0	–	–	–	–	–	1,7 – 2,1
F2	35 Co	34,5 – 36,0	–	–	–	–	–	–
F3	23-27 Co	23,0 – 28,0	–	–	–	–	–	–

* Complément: fer.

9 Complaints

Internal or external defects shall justify a complaint only if they are clearly prejudicial to the method of working or the judicious use of the material.

The user shall give the supplier the opportunity of convincing himself of the fairness of the claim by presenting the material in dispute and evidence for the complaint.

In all cases, the terms and conditions of complaint shall be in accordance with ISO 404.

10 Ordering information

For material to comply adequately with the requirements of this standard, the purchaser shall include the following information in his enquiry or order:

- a) nature of the product and the designation of the material in accordance with clause 5;
- b) quantity required, including any limitations on the mass of coils (see 6.2.1);
- c) inspection procedure required, including the nature of the related documents (see 8.1 and clause 11);
- d) type of tolerances when necessary (see 7.2);
- e) the following additional requirements, which shall be specified by the purchaser at the time of order; in the case where nothing is specified, the producer shall consider that there are no particular requirements on this point:
 - presence of welds or interleaves, and their possible marking (see 6.2),
 - delivery of materials in the fully processed condition (see 6.3),
 - magnetic characteristics in the aged condition (see 7.1).

11 Certification

When required by the purchaser and stated in the order (see clause 10), the manufacturer shall certify that the material has been manufactured and tested in accordance with the requirements of this standard. The certificate shall detail the results of all tests required by the order.

Table 1 – Chemical composition of the alloy classes in accordance with IEC 60404-1

Alloy class	Constituents in accordance with IEC 60404-1	Typical compositions* mass fraction in %*						
		Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Si	V
A	100 Fe	–	–	–	–	–	–	–
C1	0-5 Si	–	–	–	–	–	2 – 4,5	–
C21	0,4-5 Si	–	–	–	–	–	1 – 4,5	–
C22	3 Si	–	–	–	–	–	2,5 – 3,5	–
E1	72-83 Ni	–	2 – 3	4 – 6	–	75 – 78	–	–
		–	–	4 – 6	3 – 4,5	75 – 78	–	–
		–	–	–	3,5 – 6	79 – 82	–	–
E2	54-68 Ni	–	–	–	–	53 – 65	–	–
E3	45-50 Ni	–	–	–	–	45 – 49	–	–
E4	35-40 Ni	–	–	–	–	36 – 40	–	–
F1	47-50 Co	47,5 – 50,0	–	–	–	–	–	1,7 – 2,1
F2	35 Co	34,5 – 36,0	–	–	–	–	–	–
F3	23-27 Co	23,0 – 28,0	–	–	–	–	–	–

* Remainder: iron.

Tableau 2 – Valeurs minimales des perméabilités pour tôle et bande – Mesures en courant alternatif (50 Hz ou 60 Hz), épaisseur 0,05 mm à 0,38 mm

Classe d'alliage ¹⁾	Nuance magnétique	Point de mesure $\hat{H}$ (A/m)	Echantillon	Perméabilité minimale pour une épaisseur, en millimètres, de:			
				0,35	0,20		
A		Suivant accord entre le fabricant et l'acheteur					
C1		Suivant accord entre le fabricant et l'acheteur					
C21	–9	1,6	L.R.	900	750		
C22	–13			1 300	–		
Classe d'alliage ¹⁾	Nuance magnétique	Point de mesure $\hat{H}$ (A/m)	Echantillon	Perméabilité minimale pour une épaisseur, en millimètres, de:			
				0,30 – 0,38	0,15 – 0,20	0,10	0,05
E11	–30	0,4	L.R.	20 000	20 000	18 000	16 000
	–60			40 000	40 000	35 000	30 000
	–100			50 000	60 000	60 000	50 000
	–200			100 000	120 000	120 000	100 000
E31	–4	0,4		4 000	4 000	4 000	4 000
	–6			6 000	6 000	6 000	6 000
	–10			10 000	10 000	8 000	8 000
E41	–2	1,6		2 200	2 200	2 200	2 200
	–3			2 900	2 900	2 900	2 500
E11	–30	0,4		2) ²⁾	30 000	30 000	30 000
	–60			2) ²⁾	60 000	60 000	60 000
	–100			2) ²⁾	80 000	100 000	100 000
	–200			2) ²⁾	160 000	200 000	200 000
E31	–4	0,4		2) ²⁾	4 000	4 000	4 000
	–6			2) ²⁾	6 000	6 000	6 000
	–10			2) ²⁾	10 000	10 000	10 000
E41	–2	1,6	2) ²⁾	2 200	2 300	2 200	
	–3		2) ²⁾	2 900	2 900	2 500	
E21		Suivant accord entre le fabricant et l'acheteur					
E32							
F1		Suivant accord entre le fabricant et l'acheteur					
F2							
F3							

1) Le second chiffre de la classe d'alliage indique la forme du cycle d'hystérésis:
1 = arrondi (non orienté);
2 = rectangulaire (orienté).

2) Il est recommandé de ne pas utiliser le type S.W. dans cette gamme d'épaisseur.

Table 2 – Minimum permeability requirements for sheet and strip – AC measurement (50 Hz or 60 Hz), thickness 0,05 mm to 0,38 mm

Alloy class ¹⁾	Magnetic grade	Measuring point $\hat{H}$ (A/m)	Specimen	Minimum amplitude permeability for a thickness, in millimetres, of				
				0,35	0,20			
A		As agreed between manufacturer and purchaser						
C1		As agreed between manufacturer and purchaser						
C21	–9	1,6	L.R.	900	750			
C22	–13			1 300	–			
Alloy class ¹⁾	Magnetic grade	Measuring point $\hat{H}$ (A/m)	Specimen	Minimum amplitude permeability for a thickness, in millimetres, of				
				0,30 – 0,38	0,15 – 0,20	0,10	0,05	
E11	–30	0,4	L.R.	20 000	20 000	18 000	16 000	
	–60			40 000	40 000	35 000	30 000	
	–100			50 000	60 000	60 000	50 000	
	–200			100 000	120 000	120 000	100 000	
E31	–4	0,4		4 000	4 000	4 000	4 000	
	–6			6 000	6 000	6 000	6 000	
	–10			10 000	10 000	8 000	8 000	
E41	–2	1,6		2 200	2 200	2 200	2 200	
	–3			2 900	2 900	2 900	2 500	
E11	–30	0,4		S.W.	2)	30 000	30 000	30 000
	–60				2)	60 000	60 000	60 000
	–100				2)	80 000	100 000	100 000
	–200				2)	160 000	200 000	200 000
E31	–4	0,4	2)		4 000	4 000	4 000	
	–6		2)		6 000	6 000	6 000	
	–10		2)		10 000	10 000	10 000	
E41	–2	1,6	2)		2 200	2 300	2 200	
	–3		2)		2 900	2 900	2 500	
E21		As agreed between manufacturer and purchaser						
E32								
F1		As agreed between manufacturer and purchaser						
F2								
F3								

1) The second digit of the alloy class stands for the shape of the hysteresis loop:
1 = round (non-oriented);
2 = rectangular (oriented).

2) Type S.W. should not be used in this thickness range.

Tableau 3 – Propriétés magnétiques en courant continu pour barre, billette, rond, tôle, bande et fil, épaisseur ou diamètre supérieur à 0,05 mm ¹⁾ – Echantillon S.R., L.R. ou E.S.

Classe d'alliage ²⁾	Nuance magnétique		Champ coercitif maximal (A/m)	Polarisation magnétique minimale en teslas pour $\dot{H}$ en ampères par mètre					
				100	200	300	500	1 000	4 000
A	–240		240	–	–	1,15	1,30	–	1,60
	–120		120	–	–	1,15	1,30	1,45	1,60
	–80		80	–	1,10	1,20	1,30	1,45	1,60
	–60		60	–	1,15	1,25	1,35	1,45	1,60
	–20		20	1,15	1,25	1,30	1,40	1,45	1,60
	–12		12	1,15	1,25	1,30	1,40	1,45	1,60
C1	–48		48	0,60	–	1,10	1,20	–	1,50
	–24		24	1,20	–	1,30	1,35	–	1,50
	–12		12	1,20	–	1,30	1,35	–	1,50

Classe d'alliage ²⁾	Nuance magnétique	Perméabilité minimale		Champ coercitif maximal		Polarisation magnétique minimale en teslas pour $\dot{H}$ en ampères par mètre						
		$\dot{H}$ A/m	Epaisseur mm		Epaisseur mm			20	50	100	500	4 000
			0,4-1,5	>1,5	0,4-1,5	>1,5						
E11	–30	0,4	30 000	15 000	4	4	0,50	0,65	0,70	0,73	0,75	
	–60		60 000	30 000	2	4						
	–100		100 000	50 000	1	2						
E31	–4	0,4	4 000	3 000	12	12	0,50	0,90	1,10	1,35	1,45	
	–6		6 000	5 000	10	10						
	–10		10 000	7 000	6	6						
E41	–3	1,6	2 500	2 500	24	24	0,20	0,45	0,70	1,00	1,18	
E21		Suivant accord entre le fabricant et l'acheteur										
E32												

Classe d'alliage ²⁾	Nuance magnétique	Forme de livraison	Dimensions mm	Champ coercitif maximal A/m	Polarisation magnétique minimale en teslas pour $\dot{H}$ en ampères par mètre					
						300	800	1 600	4 000	8 000
F11	–240	Massif, laminé à chaud	> 6	240		1,40	1,70	1,90	2,06	2,15
	–120	Rond, fil	$d \leq 6$	120		1,70	2,00	2,10	2,20	2,25
		Tôle, bande	$0,05 \leq t \leq 2,0$	120						
	–60	Tôle, bande	$0,05 \leq t \leq 2,0$	60		1,80	2,10	2,20	2,25	2,25
F12	–30	S.W.	$0,05 \leq t \leq 1,5$	30	Suivant accord entre le fabricant et l'acheteur					
F21	–300	Massif	> 6	300		–	1,20	1,30	–	–
		Tôle, bande	$0,05 \leq t \leq 2,0$	300		–	1,50	1,60	2,00	2,20
F31	–300	Massif	> 6	300		–	–	–	1,10	1,75
		Tôle, bande	$0,05 \leq t \leq 2,0$	300		–	–	–	1,85	2,00

¹⁾ Les propriétés pour les épaisseurs de 0,05 mm à 2 mm se rapportent aux tôles et bandes seulement. Pour les barres, billettes, ronds et fils de petite section, la polarisation magnétique doit être déterminée sur des échantillons S.R. prélevés à un stade antérieur de la fabrication.

²⁾ Le deuxième chiffre de la classe d'alliage indique la forme du cycle d'hystérésis:

1 = arrondi (non orienté);

2 = rectangulaire (orienté par texture ou traitement thermomagnétique).

NOTE – Lorsqu'elles sont demandées dans la commande, il convient que les valeurs du vieillissement, en pourcentage (voir 3.1 et 7.1), ne dépassent pas 5 % pour les classes d'alliage E11, E31 et E41 et 10 % pour les classes d'alliage A, C1 et F.

Table 3 – DC magnetic property requirements for bar, billet, rod, sheet, strip and wire, thickness or diameter greater than 0,05 mm ¹⁾ – S.R., L.R. or E.S. specimen

Alloy class ²⁾	Magnetic grade		Maximum coercivity (A/m)	Minimum magnetic polarization in teslas for $\hat{H}$ in amperes per metre					
				100	200	300	500	1 000	4 000
A	–240		240	–	–	1,15	1,30	–	1,60
	–120		120	–	–	1,15	1,30	1,45	1,60
	–80		80	–	1,10	1,20	1,30	1,45	1,60
	–60		60	–	1,15	1,25	1,35	1,45	1,60
	–20		20	1,15	1,25	1,30	1,40	1,45	1,60
	–12		12	1,15	1,25	1,30	1,40	1,45	1,60
C1	–48		48	0,60	–	1,10	1,20	–	1,50
	–24		24	1,20	–	1,30	1,35	–	1,50
	–12		12	1,20	–	1,30	1,35	–	1,50

Alloy class ²⁾	Magnetic grade	Minimum permeability		Maximum coercivity		Minimum magnetic polarization in teslas for H in amperes per metre						
		$\hat{H}$ A/m	Thickness mm		Thickness mm			20	50	100	500	4 000
			0,4-1,5	>1,5	0,4-1,5	>1,5						
E11	–30	0,4	30 000	15 000	4	4	0,50	0,65	0,70	0,73	0,75	
	–60		60 000	30 000	2	4						
	–100		100 000	50 000	1	2						
E31	–4	0,4	4 000	3 000	12	12	0,50	0,90	1,10	1,35	1,45	
	–6		6 000	5 000	10	10						
	–10		10 000	7 000	6	6						
E41	–3	1,6	2 500	2 500	24	24		0,20	0,45	0,70	1,00	1,18
E21		As agreed between manufacturer and purchaser										
E32												

Alloy class ²⁾	Magnetic grade	Supplied form	Dimensions mm	Maximum coercivity A/m	Minimum magnetic polarization in teslas for $\hat{H}$ in amperes per metre					
						300	800	1 600	4 000	8 000
F11	–240	Bulk material, hot-rolled	> 6	240		1,40	1,70	1,90	2,06	2,15
	–120	Rod, wire	$d \leq 6$	120		1,70	2,00	2,10	2,20	2,25
		Sheet, strip	$0,05 \leq t \leq 2,0$	120						
	–60	Sheet, strip	$0,05 \leq t \leq 2,0$	60		1,80	2,10	2,20	2,25	2,25
F12	–30	S.W.	$0,05 \leq t \leq 1,5$	30	As agreed between manufacturer and purchaser					
F21	–300	Bulk material	> 6	300		–	1,20	1,30	–	–
		Sheet, strip	$0,05 \leq t \leq 2,0$	300		–	1,50	1,60	2,00	2,20
F31	–300	Bulk material	> 6	300		–	–	–	1,10	1,75
		Sheet, strip	$0,05 \leq t \leq 2,0$	300		–	–	–	1,85	2,00

¹⁾ The properties for 0,05 mm to 2 mm thicknesses refer to sheet and strip only. For bar, billet, rod and wire with small cross-sections, magnetic polarization shall be determined on S.R. specimens taken at an earlier stage of manufacture.

²⁾ The second digit of the alloy class stands for the shape of the hysteresis loop:

1 = round (non-oriented);

2 = rectangular (oriented by texture or thermomagnetic treatment).

NOTE – When required by the order, the percentage values of ageing (see 3.1 and 7.1) should not exceed 5 % for alloy classes E11, E31 and E41, and 10 % for alloy classes A, C1 and F.

Tableau 4 – Facteur d'accroissement de la perméabilité maximale pour tôle et bande – Echantillon de contrôle L.R., mesures en courant alternatif (50 Hz ou 60 Hz)

Classe d'alliage	Nuance magnétique	$\delta_{0,4}^{1)}$ 10 ⁻² m/A	$\delta_8^{2)}$ 10 ⁻² m/A
E41	-2	4,98	3,1
C21	-9	–	15,7
C22	-13	–	15,7
¹⁾ $\delta_{0,4} = (\mu_{1,6} - \mu_{0,4}) / (\mu_{0,4} \cdot \Delta H) = 0,833 (\mu_{1,6} - \mu_{0,4}) / \mu_{0,4} \text{ (m/A)}$ ²⁾ $\delta_8 = (\mu_8 - \mu_{1,6}) / (\mu_{1,6} \cdot \Delta H) = 0,156 (\mu_8 - \mu_{1,6}) / \mu_{1,6} \text{ (m/A)}$			
NOTE – Les indices représentent l'intensité du champ, en ampères par mètre (A/m).			

Tableau 5 – Spécifications dimensionnelles, selon la CEI 60635, pour noyaux toroïdaux en bandes enroulées

Rapport des dimensions	Classe d'alliage	
	E11 – E41	E32
Diamètre extérieur/diamètre intérieur (d_1/d_2)	1,6	1,25
Hauteur/diamètre intérieur (h/d_2)	0,3	0,25
	ou 0,6	ou 0,5
Diamètre intérieur/épaisseur de bande (d_2/t)	> 100	> 100
NOTE – Un noyau annulaire de diamètre extérieur de 10 mm et de diamètre intérieur de 6 mm peut être utilisé pour les têtes magnétiques.		

Tableau 6 – Tolérances sur l'épaisseur des bandes et tôles laminées à froid

Epaisseur (t) mm	Tolérance en millimètres*, pour une largeur w, en millimètres			
	50 < w ≤ 150	150 < w ≤ 300	300 < w ≤ 600	w > 600
0,05 ≤ t < 0,15	±5 %	±5 %	±7,5 %	±10 %
0,15 ≤ t < 0,25	±0,020	±0,020	±0,025	±0,030
0,25 ≤ t < 0,50	±0,025	±0,030	±0,030	±0,040
0,50 ≤ t < 0,75	±0,030	±0,045	±0,045	±0,050
0,75 ≤ t < 1,00	±0,030	±0,045	±0,045	±0,065
1,00 ≤ t < 1,25	±0,040	±0,045	±0,045	±0,065
1,25 ≤ t < 1,50	±0,040	±0,045	±0,045	±0,075
1,50 ≤ t < 1,75	±0,040	±0,050	±0,065	±0,075
1,75 ≤ t < 2,00	±0,040	±0,050	±0,065	±0,090
2,00 ≤ t < 2,25	±0,050	±0,055	±0,065	±0,100
2,25 ≤ t < 2,50	±0,050	±0,055	±0,065	±0,120
* Pour les épaisseurs égales ou supérieures à 0,05 mm et inférieures à 0,15 mm, la tolérance est exprimée en pourcentage.				