

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
404-13**

Première édition  
First edition  
1995-09

---

---

**Matériaux magnétiques –**

**Partie 13:**

Méthodes de mesure de la masse volumique,  
de la résistivité et du facteur de foisonnement  
des tôles et bandes magnétiques

**Magnetic materials –**

**Part 13:**

Methods of measurement of density, resistivity and  
stacking factor of electrical steel sheet and strip

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni  
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun pro-  
cédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et  
les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in  
any form or by any means, electronic or mechanical,  
including photocopying and microfilm, without permission  
in writing from the publisher.

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**P**

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet .....	6
2 Références normatives .....	6
3 Détermination de la masse volumique .....	8
3.1 Domaine d'application .....	8
3.2 Eprouvettes .....	8
3.2.1 Eprouvettes en forme de bandes .....	8
3.2.2 Eprouvettes en forme de tôles uniques .....	8
3.3 Principes de la mesure .....	10
3.3.1 Généralités .....	10
3.3.2 Méthode de mesure du produit $\rho_m \cdot \rho$ en utilisant des bandes éprouvettes Epstein (méthode A) .....	12
3.3.3 Méthode de mesure du produit $\rho_m \cdot \rho$ en utilisant des éprouvettes en forme de tôles uniques (méthode B) .....	14
3.4 Appareillage .....	16
3.4.1 Conditions requises pour utiliser les méthodes A et B .....	16
3.4.2 Conditions requises pour utiliser la méthode A .....	16
3.4.3 Conditions requises pour utiliser la méthode B .....	16
3.5 Mode opératoire .....	18
3.5.1 Généralités .....	18
3.5.2 Mode opératoire avec les éprouvettes en forme de bandes (méthode A) ....	18
3.5.3 Mode opératoire avec les éprouvettes en forme de tôles uniques (méthode B) .	20
3.5.4 Détermination de la masse volumique .....	20
3.6 Rapport d'essai .....	20
3.7 Reproductibilité .....	22
4 Détermination de la résistivité .....	22
4.1 Objet .....	22
4.2 Domaine d'application .....	22
4.3 Eprouvette .....	22
4.4 Principe de la mesure .....	22
4.4.1 Méthode basée sur la détermination du produit $\rho_m \cdot \rho$ .....	22
4.4.2 Méthode basée sur la détermination de l'épaisseur $d$ .....	22
4.5 Rapport d'essai .....	24
4.6 Reproductibilité .....	26
5 Détermination du facteur de foisonnement .....	26
5.1 Objet .....	26
5.2 Domaine d'application .....	26
5.3 Mode opératoire .....	26
5.4 Rapport d'essai .....	28
5.5 Reproductibilité .....	28
Annexe A – Bibliographie .....	30

## CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
Clause	
1 Scope and object .....	7
2 Normative references .....	7
3 Determination of the density .....	9
3.1 Field of application .....	9
3.2 Test specimens .....	9
3.2.1 Strip specimens .....	9
3.2.2 Sheet specimens .....	9
3.3 Principles of measurement .....	11
3.3.1 General .....	11
3.3.2 Method of measuring the product $\rho_m \cdot \rho$ using Epstein strips (method A) .....	13
3.3.3 Method of measuring the product $\rho_m \cdot \rho$ using sheet specimens (method B) .....	15
3.4 Apparatus .....	17
3.4.1 Requirements for methods A and B .....	17
3.4.2 Requirements for method A .....	17
3.4.3 Requirements for method B .....	17
3.5 Procedure .....	19
3.5.1 General .....	19
3.5.2 Procedure with strip specimens (method A) .....	19
3.5.3 Procedure with sheet specimens (method B) .....	21
3.5.4 Determination of the density .....	21
3.6 Test report .....	21
3.7 Reproducibility .....	23
4 Determination of the resistivity .....	23
4.1 Object .....	23
4.2 Field of application .....	23
4.3 Test specimen .....	23
4.4 Principle of measurement .....	23
4.4.1 Method based on the determination of the product $\rho_m \cdot \rho$ .....	24
4.4.2 Method based on the determination of thickness $d$ .....	23
4.5 Test report .....	25
4.6 Reproducibility .....	27
5 Determination of the stacking factor .....	27
5.1 Object .....	27
5.2 Field of application .....	27
5.3 Measuring procedure .....	27
5.4 Test report .....	29
5.5 Reproducibility .....	29
Annex A – Bibliography .....	30

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES -

**Partie 13: Méthodes de mesure de la masse volumique, de la résistivité et du facteur de foisonnement des tôles et bandes magnétiques**

## AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 404-13 a été établie par le comité d'études 68 de la CEI: Matériaux magnétiques tels qu'alliages et aciers.

Cette norme annule les chapitres VI, VII et IX de la CEI 404-2: 1978 qui sera prochainement révisée et qui ne comprendra que les mesures magnétiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
68/110/DIS	68/121/RVD

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MAGNETIC MATERIALS -**

**Part 13: Methods of measurement of density, resistivity and stacking factor of electrical steel sheet and strip**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 404-13 has been prepared by IEC technical committee 68: Magnetic alloys and steels.

This standard supersedes chapters VI, VII and IX of IEC 404-2: 1978 which will shortly be revised to include only magnetic measurements.

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

DIS	Report on voting
68/110/DIS	68/121/RVD

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

Annex A is for information only.

## MATÉRIAUX MAGNÉTIQUES –

### Partie 13: Méthodes de mesure de la masse volumique, de la résistivité et du facteur de foisonnement des tôles et bandes magnétiques

#### 1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 404 a pour objet de spécifier les méthodes utilisées pour déterminer la masse volumique, la résistivité, et le facteur de foisonnement des tôles et bandes magnétiques. Ces grandeurs sont nécessaires pour établir les caractéristiques magnétiques du matériau. En particulier il faut disposer de la masse volumique pour ajuster l'induction magnétique aux valeurs spécifiées, quand on ne connaît pas l'épaisseur de l'éprouvette.

Pour déterminer la masse volumique, la méthode par immersion a été considérée antérieurement comme une méthode fondamentale à utiliser en cas d'arbitrage. Toutefois, l'expérience a montré qu'il s'agit là d'une méthode très difficile à maîtriser dans le cas d'échantillons de tôles possédant une surface relativement étendue. Elle n'est donc pas exposée ici; et référence est faite à la norme ISO 2738 et à l'ISO 1183 qui la décrivent en détails.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 404. Au moment de la publication les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 404 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

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

CEI 404-3: 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 404-10: 1988, *Matériaux magnétiques – Dixième partie: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques à fréquences moyennes des tôles et feuillards magnétiques en acier*

ISO 1183: 1987, *Plastiques – Méthodes pour déterminer la masse volumique et la densité relative des plastiques non alvéolaires*

ISO 2738: 1987, *Matériaux métalliques frittés perméables – Détermination de la masse volumique, de la teneur en huile et de la porosité ouverte*

## MAGNETIC MATERIALS –

### Part 13: Methods of measurement of density, resistivity and stacking factor of electrical steel sheet and strip

#### 1 Scope and object

This part of IEC 404 specifies the methods used for determining the density, resistivity and stacking factor of electrical steel sheet and strip. These quantities are necessary to establish the magnetic characteristics of the material. In particular, the density is necessary to allow specified values of the flux density to be set without knowing the thickness of the test specimen.

For the determination of the density, the immersion method was earlier considered to be a fundamental method for use in cases of arbitration. However, experience has shown that this method is very difficult to use in the case of sheet samples with a relatively large surface area. This method is therefore not included. It is described in ISO 2738 and ISO 1183.

#### 2 Normative references

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

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

IEC 404-3: 1992, *Magnetic materials – Part 3: Methods of measurement of magnetic properties of magnetic sheet and strip by means of a single sheet tester*

IEC 404-10: 1988, *Magnetic materials – Part 10: Methods of measurement of magnetic properties of magnetic steel sheet and strip at medium frequencies*

ISO 1183: 1987, *Plastics – Methods for determining the density and relative density of non-cellular plastics*

ISO 2738: 1987, *Permeable sintered metal materials – Determination of density, oil content and open porosity*