

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
401**

Deuxième édition
Second edition
1993-01

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

**Ferrite materials – Guide on the format
of data appearing in manufacturers'
catalogues of transformer and inductor cores**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 401: 1993

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
401**

Deuxième édition
Second edition
1993-01

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

**Ferrite materials – Guide on the format
of data appearing in manufacturers'
catalogues of transformer and inductor cores**

© CEI 1993 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

H

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Méthodes de mesure	8
4 Tableau des propriétés du matériau et conditions de mesure	8

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Measuring methods	9
4 Table of material properties and measuring conditions	9

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX FERRITES – GUIDE RELATIF AU FORMAT DES DONNÉES FIGURANT DANS LES CATALOGUES DES FABRICANTS DE NOYAUX POUR TRANSFORMATEURS ET BOBINES D'INDUCTANCE

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 du 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 401 a été établie par le comité d'études 51 de la CEI: Composants magnétiques et ferrites.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1972.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
51(BC)272	51(BC)277	51(BC)282	51(BC)288

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FERRITE MATERIALS – GUIDE ON THE FORMAT
OF DATA APPEARING IN MANUFACTURERS'
CATALOGUES OF TRANSFORMER AND
INDUCTOR CORES**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a world-wide 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 401 has been prepared by IEC technical committee 51: Magnetic components and ferrite materials.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1972.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
51(CO)272	51(CO)277	51(CO)282	51(CO)288

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

INTRODUCTION

Pour diverses raisons un fabricant peut désirer publier dans son catalogue les valeurs caractéristiques des matériaux mesurées sur des éprouvettes. L'objet de la présente Norme internationale est de faciliter la comparaison de telles informations dans le domaine des matériaux ferrites doux.

Il convient cependant de reconnaître qu'il n'y a pas de relation directe entre les caractéristiques du matériau mesurées sur des éprouvettes et les paramètres correspondants mesurés sur d'autres noyaux du même matériau, à cause des différences dans la géométrie, etc. Aussi l'extrapolation des caractéristiques du matériau à d'autres inductions et à d'autres fréquences ne permet pas une comparaison valable de noyaux de différents matériaux dans ces conditions nouvelles d'utilisation.

On insiste donc sur le fait qu'il est impossible de concevoir et de spécifier un noyau en se basant sur les propriétés des matériaux publiées par un fabricant dans son catalogue sans un contact approprié avec ce fabricant. De plus, il ne convient pas de considérer la publication des caractéristiques de matériau comme une garantie pour les propriétés du noyau. Pour celle-ci, la spécification du noyau doit seule être utilisée.

Il est fortement recommandé que, en même temps que les caractéristiques des matériaux, les fabricants publient une note tenant compte des deux précisions ci-dessus sur les limites de ce type d'information.

INTRODUCTION

For various reasons a manufacturer may wish to publish in his catalogue typical data for material parameters as measured on test pieces. It is the object of the present International Standard to promote the comparability of such information in the area of soft ferrite materials.

It should be recognized, however, that there is no direct relation between material characteristics as measured on test pieces and the corresponding parameters measured on other cores, made of the same material, because of difference in geometry, etc. Also the extrapolation of material characteristics to other flux densities and other frequencies will not permit a valid comparison of cores of different materials under these new conditions of operation.

It is therefore emphasized that it is impossible to design and specify a core on the basis of material properties published by a manufacturer in his catalogue, without due contact with that manufacturer. Also, the publication of material characteristics should not be considered as a guarantee for core properties; for this, only the specification of that core shall be used.

It is strongly recommended that, together with the material characteristics, manufacturers publish a note covering the two statements above on the limitations of this kind of information.

MATÉRIAUX FERRITES – GUIDE RELATIF AU FORMAT DES DONNÉES FIGURANT DANS LES CATALOGUES DES FABRICANTS DE NOYAUX POUR TRANSFORMATEURS ET BOBINES D'INDUCTANCE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale sert de guide pour une méthode de présentation uniforme des propriétés des matériaux ferrites doux et des conditions de mesure à partir desquelles elles sont déterminées. Elle est destinée à être utilisée pour les catalogues des fabricants de noyaux pour transformateurs et bobines d'inductances afin de faciliter la comparaison de telles données.

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 Norme internationale. 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 Norme internationale 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 actuellement en vigueur.

CEI 367-1: 1982, *Noyaux pour bobines d'inductance et transformateurs destinés aux télécommunications*. – Première partie: Méthodes de mesure

CEI 525: 1976, *Dimensions des tores constitués d'oxydes magnétiques ou de poudre de fer*

3 Méthodes de mesure

Il convient que les méthodes de mesure suivent les procédures et précautions générales indiquées dans la CEI 367-1. Il y a lieu de prendre, pour les mesures magnétiques, une pièce d'essai torique de taille comprise entre R10 et R36 suivant la CEI 525, avec des valeurs de A_e comprises dans la plage 8 mm² – 100 mm². Les noyaux de ce genre ont des pertes par courants de Foucault négligeables à la fréquence de mesure. Le tableau 1 et ses notes donnent les conditions recommandées pour ces essais.

4 Tableau des propriétés du matériau et conditions de mesure

Les conditions rassemblées dans le tableau 1 ont été choisies comme représentant ce qui est utilisé couramment, en ce sens que, dans la majorité des cas, les valeurs publiées maintenant par les fabricants ne diffèrent que légèrement des valeurs correspondantes obtenues dans les conditions de mesure données dans le tableau. On suppose donc que seules de petites modifications aux catalogues existants seront nécessaires.

FERRITE MATERIALS – GUIDE ON THE FORMAT OF DATA APPEARING IN MANUFACTURERS' CATALOGUES OF TRANSFORMER AND INDUCTOR CORES

1 Scope

This International Standard gives guidance for a uniform method of presentation for the properties of soft ferrite materials and measuring conditions under which they are to be determined. It is intended for use in manufacturers' catalogues of transformer and inductor cores, in order to aid the comparability of such data.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard 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 367-1: 1982, *Cores for inductors and transformers for telecommunications – Part 1: Measuring methods*

IEC 525: 1976, *Dimensions of toroids made of magnetic oxides or iron powder*

3 Measuring methods

The measuring methods should conform to the general procedures and precautions given in IEC 367-1. The test piece for the magnetic measurements should be a ring-core, preferably between R10 and R36 in accordance with IEC 525, having corresponding A_e values within the range 8 mm² to 100 mm². Such cores have negligible eddy current losses at the measuring frequency. Table 1 and its notes indicate recommended test conditions.

4 Table of material properties and measuring conditions

The conditions laid down in table 1 have been chosen as representative of those that are in common use, in the sense that in the majority of cases the values now published by manufacturers will differ only slightly from the corresponding values at the measuring conditions given in the table. It is therefore expected that only small adjustments to existing catalogues will be required.

Les règles suivantes sont recommandées pour l'utilisation du tableau 1 par les fabricants:

- a) les propriétés qui ne sont pas importantes pour l'application du matériau en question doivent être omises;
- b) quand pour une propriété deux conditions de mesure sont indiquées, dont l'une est soulignée, la condition soulignée doit être utilisée et l'autre est facultative;
- c) quand les deux conditions de mesure sont soulignées, les deux doivent être utilisées;
- d) si aucune des deux conditions de mesure n'est soulignée, le choix est libre et au moins l'une d'entre elles doit être utilisée;
- e) les valeurs obtenues dans des conditions de mesure s'écartant de celles spécifiées dans le tableau peuvent être ajoutées à celles exigées selon les points b), c) et d) ci-dessus.

Withdrawing
IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60401:1993

The following rules are recommended for the use of table 1 by manufacturers:

- a) Properties not of importance for the application of the material in question should be omitted;
- b) Where for one property two measuring conditions are stated with one underlined, the underlined one shall be used and the other is optional;
- c) When both measuring conditions are underlined, both shall be used;
- d) If neither of the two measuring conditions is underlined, the choice is free and at least one shall be used;
- e) Values obtained under measuring conditions deviating from those specified in the table may be added to those required according to items b), c), and d) above.

Withd 2011
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60401:1993

Tableau 1

Propriété - valable uniquement sur tores éprouvettes comprises entre R10 et R36 (voir l'article 3)	Symbole	Unité	Conditions de mesures				
			Fréquence kHz	Champ kA/m	Induction maximale mT	Température °C (voir l'article 4)	Notes
Perméabilité initiale	μ_i	–	≤ 10		$< 0,25$	25	–
Induction approchant la saturation	B	mT	≤ 10	3,0	–	25 ; 100*	1
Induction rémanente	B_r	mT	≤ 10	1,0	A partir de la saturation	25 ; 100	2
Champ coercitif	H_{cB}	A/m kA/m	≤ 10	1,0	A partir de la saturation	25 ; 100	2
Pertes à faible induction	$\frac{tg \delta}{\mu_i}$	–	–		$< 0,25$	25	3
Constante d'hystérésis du matériau	η_B	T ⁻¹	10 ($\mu_i \geq 500$) 100 ($\mu_i < 500$)		B_1 1,5 0,3 B_2 3,0 1,2	25	4
Point de Curie	θ_c	°C	≤ 10		$< 0,25$	–	–
Facteur de température (de la reluctivité)	α_F	10 ⁻⁶ /°C	≤ 10		$< 0,25$	entre 25 et $\begin{cases} -40^{**} \\ -30 \\ -25 \\ +5 \\ +55 \\ +70 \end{cases}$	5
Densité (masse volumique)	ρ^{***}	kg/m ³					–
Facteur de désaccommodation	D_F	10 ⁻⁶	≤ 10		$< 0,25$	25 ; 40	5
Résistivité ⁺	ρ	$\Omega \cdot m$ m $\cdot \Omega / m$	Courant continu		–	25	6
Les propriétés suivantes ne concernent que les matériaux utilisés dans les applications de puissance							
Perte volumique ⁺⁺	P_v	kW/m ³	25 100		200 100	25 ; 100	7
Perméabilité d'amplitude	μ_a	–	≤ 25		200 ; 320	25 ; 100	–
Induction	B	mT	≤ 10	0,25		25 ; 100	

* Les deux températures sont à utiliser pour les matériaux de puissance; pour d'autres applications la température supérieure est facultative.

** Seulement pour des applications spécifiques.

*** Ce symbole est le même que celui de la résistivité. Quand ceci peut entraîner une confusion, on pourra utiliser un symbole de remplacement ou une épaisseur différente pour l'impression (comme un caractère gras). Il y aura lieu d'expliquer sa signification et son utilisation dans le catalogue.

+ Antérieurement dénommée «résistance spécifique».

++ Il faut utiliser le volume effectif V_e selon la CEI 367-1 afin de déterminer la perte volumique P_v .

Table 1

Property – valid for test ring cores only sizes R10 to R36 (see clause 3)	Symbol	Unit	Measuring conditions				
			Frequency kHz	Field strength kA/m	Peak flux density mT	Temperature °C (see clause 4)	Notes
Initial permeability	μ_i	–	≤ 10		$< 0,25$	25	–
Flux density approaching saturation	B	mT	≤ 10	3,0	–	<u>25</u> ; 100*	1
Remanence	B_r	mT	≤ 10	1,0	Departing from saturation	<u>25</u> ; 100	2
Coercivity	H_{cB}	A/m kA/m	≤ 10	1,0	Departing from saturation	<u>25</u> ; 100	2
Losses at low flux density	$\frac{\tan \delta}{\mu_i}$	–	–		$< 0,25$	25	3
Hysteresis material constant	η_B	T ⁻¹	$10 (\mu_i \geq 500)$ $100 (\mu_i < 500)$		B_1 1,5 0,3 B_2 3,0 1,2	25	4
Curie point	θ_c	°C	≤ 10		$< 0,25$	–	–
Temperature factor (of reluctivity)	α_F	10 ⁻⁶ /°C	≤ 10		$< 0,25$	between 25 and $\begin{cases} -40^{**} \\ -30 \\ -25 \\ +5 \\ +55 \\ +70 \end{cases}$	5
(Mass) density	ρ^{**}	kg/m ³					–
Disaccommodation factor	D_F	10 ⁻⁶	≤ 10		$< 0,25$	25 ; 40	5
Resistivity ⁺	ρ	$\frac{\Omega \cdot m}{m}$ $\frac{\Omega \cdot m}{m}$	d.c.		–	25	6
The following properties are only valid for materials used for power applications							
Power loss (volume) density ⁺⁺	P_v	kW/m ³	25 100		200 100	<u>25</u> ; <u>100</u>	7
Amplitude permeability	μ_a	–	≤ 25		200 ; 320	<u>25</u> ; <u>100</u>	–
Flux density	B	mT	≤ 10	0,25		<u>25</u> ; <u>100</u>	

* Both temperatures are to be used for material for power applications;
for other applications the higher temperature is optional.

** Only for specific applications.

*** This symbol is duplicated with that for resistivity. Where this may cause confusion, an alternative symbol, or different print density (such as bold type) may be used. Its meaning and use should be explained in the catalogue.

+ Formerly referred to as "specific resistance".

++ The effective volume V_e according to IEC 367-1 shall be used to determine the volume-related power loss P_v .

NOTES

1 La valeur préférentielle du champ pour cette mesure est 3,0 kA/m. Si cette valeur ne peut pas être utilisée, il convient d'utiliser une des valeurs suivantes:

0,4; 0,8; 1,6 kA/m

2 Le champ doit être soit de 1 kA/m pour $\mu_i \geq 500$, soit un multiple entier (2 kA/m, 3 kA/m, etc.) pour $\mu_i < 500$, mais au moins dix fois la valeur du champ coercitif. Il convient de donner des indications sur la méthode de mesure et, en particulier, la fréquence.

3 La mesure doit être faite à deux fréquences au moins, choisies dans la série 1 kHz, 3 kHz, 10 kHz, 30 kHz, 100 kHz, etc. Les pertes à faible induction peuvent être relevées sur une courbe en fonction de la fréquence. Les pertes à faible induction comprennent les pertes par courant de Foucault et les pertes résiduelles mais les premières peuvent être rendues négligeables par rapport aux dernières, voir l'article 3.

4 η_B doit être déduit des mesures à deux inductions B_1 et B_2 de sorte que $B_1 \leq \frac{1}{2} B_2$.

5 La méthode de mesure doit être en accord avec la CEI 367-1.

6 La peau de frittage doit être enlevée de la pièce en essai. Le champ ne doit pas dépasser 0,1 kV/m.

7 Les pertes de puissance peuvent être exprimées à l'aide d'une série de courbes en fonction de l'induction avec la fréquence comme paramètre pour chaque courbe.

Lorsque des valeurs spécifiques de pertes sont annoncées, celles-ci doivent correspondre aux combinaisons suivantes de fréquence et d'induction*:

Fréquence en kHz	25	100	200	500	1 000
Induction en mT	200	100	50	25	10

* Des inductions plus élevées sont recommandées pour une nouvelle classe de matériaux améliorés; les combinaisons sont les suivantes:
200 mT (25 kHz), 200 mT (100 kHz), 100 mT (200 kHz), 100 mT (300 kHz), 50 mT (500 kHz) et 50 mT (1 000 kHz).