

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Terms and nomenclature for cores made of magnetically soft ferrites –
Part 3: Guidelines on the format of data appearing in manufacturers catalogues
of transformer and inductor cores**

**Termes et nomenclature pour noyaux en matériaux ferrites magnétiquement
doux –**

**Partie 3: Lignes directrices relatives aux formats des données figurant dans les
catalogues des fabricants de noyaux pour transformateurs et inductances**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Terms and nomenclature for cores made of magnetically soft ferrites –
Part 3: Guidelines on the format of data appearing in manufacturers catalogues
of transformer and inductor cores**

**Termes et nomenclature pour noyaux en matériaux ferrites magnétiquement
doux –
Partie 3: Lignes directrices relatives aux formats des données figurant dans les
catalogues des fabricants de noyaux pour transformateurs et inductances**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.100.10

ISBN 978-2-8322-3029-9

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

CONTENTS

FOREWORD	3
INTRODUCTION	5
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Measuring methods	6
4 Table of material properties and measuring conditions	6
5 Integrity of value	7
6 Reliability	9
Annex A (informative) Breakdown voltage test for insulated ring cores – Measurement techniques	11
A.1 Method A	11
A.2 Method B	11
A.2.1 General	11
A.2.2 Method B 1	11
A.2.3 Method B 2	12
A.2.4 Method B 3	12
A.3 Notes on voltage breakdown testing	13
Bibliography	14
Figure A.1 – Method A: measurement principle	11
Figure A.2 – Method B 1: Measurement principle	12
Figure A.3 – Method B 2: Measurement principle	12
Figure A.4 – Method B 3: Measurement principle	13
Table 1 – Rules for property values given in Table 2	7
Table 2 – Property values and measuring conditions (1 of 2)	8

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TERMS AND NOMENCLATURE FOR CORES MADE
OF MAGNETICALLY SOFT FERRITES –****Part 3: Guidelines on the format of data appearing in manufacturers
catalogues of transformer and inductor cores**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60401-3 has been prepared IEC technical committee 51: Magnetic components and ferrite materials.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) addition of reliability in Clause 6.

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

FDIS	Report on voting
51/1106/FDIS	51/1121/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60401 series, published under the general title *Terms and nomenclature for cores made of magnetically soft ferrites*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60401-3:2015

INTRODUCTION

For various reasons, a manufacturer may wish to publish in its catalogue typical data for material parameters as measured on test pieces. It is the object of this part of IEC 60401 to promote the comparability of such information in the area of soft ferrite materials.

Except for several specific property limits that should be given separately for each particular core, the properties described in this standard are material characteristics, intended to facilitate meaningful evaluation of 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 differences in geometry and variation in production processes. Also, the extrapolation of material characteristics to other flux densities and other frequencies will not permit 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 its 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 purpose, only the specification of that core should 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.

This standard further addresses the comparability of various grades of ferrite from different manufacturers by defining the baseline reliability and temperature performance that is inherent for all MnZn ferrite materials, and the limitations that exist when specifying related performance characteristics in ferrite cores.

TERMS AND NOMENCLATURE FOR CORES MADE OF MAGNETICALLY SOFT FERRITES –

Part 3: Guidelines on the format of data appearing in manufacturers catalogues of transformer and inductor cores

1 Scope

This part of IEC 60401 gives guidelines for a uniform method of presentation for the properties of magnetically soft ferrite materials and measuring conditions under which they should be determined. It is intended for use in manufacturers' catalogues of transformer and inductor cores, in order to aid the comparability of such data. Additional guidance is given for users and manufacturers concerning testing and specification of reliability for ferrite cores and for devices using ferrite cores.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61332:2005, *Soft ferrite material classification*

IEC 62044-2, *Cores made of soft magnetic materials – Measuring methods – Part 2: Magnetic properties at low excitation level*

IEC 62044-3, *Cores made of soft magnetic materials – Measuring methods – Part 3: Magnetic properties at high excitation level*

3 Measuring methods

The measuring methods should conform to the general procedures and precautions given in IEC 62044-1, IEC 62044-2 and IEC 62044-3. The test piece for the magnetic measurements should be a ring-core, preferably one of the sizes R10 to R36 in accordance with IEC TR 61604, and having corresponding A_e values within the range 8 mm² to 100 mm². Table 2 indicates recommended test conditions.

4 Table of material properties and measuring conditions

The conditions laid down in Table 2 have been chosen as representative of those that are in common use. This means 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 Table 2. It is therefore expected that only small adjustments to existing catalogues will be required.

The following rules are recommended for the use of Table 2 by manufacturers:

- a) properties not of importance for the application of the material in question should be omitted;
- b) where for one property several measuring conditions are stated with one or more underlined, the conditions underlined shall be used and the rest are optional;

- c) if none of the measuring conditions is underlined, the choice is free and at least one shall be used;
- d) values obtained under measuring conditions deviating from those specified in the table may be added to those required according to items b) and c) above.

5 Integrity of value

The following rules shown in Table 1 shall be applied for the property values given in Table 2. It is recommended to describe whether each value in a manufacturer's document is a "typical value" or a "limit value" for better understanding.

Table 1 – Rules for property values given in Table 2

Type of document	Typical value	Limit value
Table of material properties ^a	THD_F, Z_N, P_V	$\mu_i, B_s, (\tan \delta), \mu_p, \eta_B, T_c, \alpha_F, D_F$
Property graph	All properties	
Table of (shaped) core properties		A_L, THD_F, Z_N, P_V
^a Any other values in a table of material properties not specified here are to be given as "typical value".		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60401-3:2015

Table 2 – Property values and measuring conditions (1 of 2)

Property - valid for test ring cores only sizes R10 to R36 (see Clause 3)	Symbol	Unit	Measuring conditions				Footnotes
			Frequency	Field strength	Peak flux density	Temperature (see Clause 4)	
			kHz	kA/m	mT	°C	
Initial permeability	μ_i		≤ 10		$< 0,50$	25	
Saturation magnetic flux density	B_s	mT	≤ 10	1,2 ($\mu_i > 1\,000$) 3 ($1\,000 \geq \mu_i > 500$)		<u>25</u> ; 100 k	
Remanent flux density	B_r	mT	≤ 10	10 ($500 \geq \mu_i > 100$) 20 ($100 \geq \mu_i$)		<u>25</u> ; 100	a
Coercivity	H_c	A/m	≤ 10			<u>25</u> ; 100	a
Losses at low flux density	$\tan \delta / \mu_i$				$< 0,25$	25	b
Hysteresis material constant	η_B	T^{-1}	10 ($\mu_i \geq 500$)		$B_1 \quad B_2$ 1,5 3,0	25	c
			100 ($\mu_i < 500$)		0,3 1,2		
Curie temperature	T_c	°C	≤ 10		$< 0,25$		d
Relative temperature factor	α_F	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	≤ 10		$< 0,25$	between $\begin{cases} -40 \\ -25 \\ 25 \text{ and } \begin{cases} +5 \\ +55 \\ +85 \end{cases} \end{cases}$	e
(Mass) density	d_b	kg/m ³					
Disaccommodation factor	D_F	10^{-6}	≤ 10		$< 0,25$	25; 40	d
Resistivity ^l	ρ	Ωm	DC			25	f
Total harmonic distortion factor	THD_F	dB	5		50	25	g
Normalized impedance	Z_N	Ω/m			$< 0,25$	25	d
The following properties are only valid for materials used for power applications							
Power loss (volume) density	P_v	kW/m ³	25		200	<u>100</u> ; Minimum loss temperature	h
			100		200		
			100		100		
			200		100		
			300		100		
			500		50		
			1 000		50		
			2 000		20		
			5 000		10		
			50		150	25; <u>100</u>	i

Table 2 (2 of 2)

Property - valid for test ring cores only sizes R10 to R36 (see Clause 3)	Symbol	Unit	Measuring conditions				Foot otes
			Frequency	Field strength	Peak flux density	Temperature (see Clause 4)	
			kHz	kA/m	mT	°C	
Amplitude permeability	μ_a		≤ 25		400	25	j
					<u>320</u>	<u>100</u>	

a Information should be given about the measuring method, especially the frequency.

b Measurement shall be made at a frequency chosen from Table 1 and Table 2 of IEC 61332:2005 corresponding to μ_i . The losses at low flux density may be given in a graph as a function of frequency. Low-level losses comprise both the eddy current and the residual losses but the former can be made insignificant as compared to the latter, see Clause 3.

c η_B shall be based on measurement at two flux densities B_1 and B_2 , such that $B_1 \leq B_2/2$.

d The measuring method shall be in accordance with IEC 62044-2.

e $\alpha_F = \frac{\mu_T - \mu_{ref}}{\mu_{ref}^2} \times \frac{1}{T - T_{ref}}$. The measuring method shall be in accordance with IEC 62044-2.

f The firing skin shall be removed from the test piece. The electric field strength shall not exceed 0,1 kV/m.

g $THD_F = 20 \lg \left(\frac{V_m / V_1}{\mu_{ea} / CCF} \right)$ where $CCF = \frac{1}{\sqrt{1 + (3\omega L_p / R_s)^2}}$

The measuring method and core size shall be in accordance with IEC 62044-2. This property is applied only for a specific application such as XDSL.

h The effective volume V_e according to IEC 62044-3 shall be used to determine the volume-related power loss P_v . For determination of the volume related power loss P_v , the voltage for the required flux density shall be calculated in accordance with IEC 62044-3. The power losses may be shown in a series of graphs as functions of flux density with the frequency as a parameter of individual graphs. Where specific values of power loss are quoted, these shall correspond to the preferred combinations of frequency and flux density shown in Table 2.

i This condition shall be applied for the core to be used for a back-light.

j For determination of the amplitude permeability, the measuring method shall be in accordance with IEC 62044-3.

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

l Formerly referred to as "specific resistance".

6 Reliability

Reliability as it relates to ferrite cores is different from reliability for inductors or transformers, because cores are necessarily incorporated mechanically into the structures of inductors or transformers. It is those structures that see application conditions, and exhibit endurance or lack of endurance in use. IEC 62211 is the IEC guide for magnetics reliability. It addresses wound devices, not cores in isolation.

Guidelines for data to be shown in manufacturers' catalogues for ferrite cores do not include reliability testing or specification limits, and in practice reliability claims are not made in manufacturers' catalogues.

It is important for users of ferrites to be aware of some general facts about inherent ferrite material properties:

- a) Ferrites are dense ceramics, not alloys, and not heterogeneous structures. They are inherently very chemically stable.
- b) Curie temperature and maximum rated temperature for ferrites are not the same. Ferrites can be safely exposed to temperatures far higher than Curie temperature, so long as the temperature change is not too rapid, and the ferrite is not required to perform magnetically while above the Curie temperature.
- c) Temperature effects in ferrites are reversible, which means that a core will return to the same magnetic performance at the same temperature no matter what other temperatures it is exposed to in the meantime. This is generally true up to the limit of a temperature far above Curie, where the material becomes reactive. But it is not true if the change in temperature is rapid enough to cause thermal shock cracks.
- d) Reliability testing, such as is required for many automotive components, or such as for inductive components in IEC 62211, is not relevant for ferrites alone. It is the performance of assembled inductive devices – including ferrite, wire, terminations, potting, coil formers, mounting fixtures, etc. – that is logical to assess for reliability.
- e) Chips and small cracks are not special reliability hazards for ferrites. Chip and crack sizes are controlled for cosmetic and workmanship reasons, and are subject to standard limits in the IEC 60424 series.
- f) Mechanical strength generally is considered to be adequate and repeatable by handling during manufacture. It is also documented in some case by break strength testing. See IEC 61631.
- g) Manufacturers generally qualify ring core coatings for adequate adhesion, temperature stability, and solvent resistance. For each different coating, a maximum continuous operating temperature limit applies. Standard practice is to conduct voltage breakdown testing for each batch of coated parts. See Annex A.
- h) Different winding wires and different winding techniques result in varying degrees of mechanical impact or stress delivered to the coating. Manufacturers are unable to guarantee that coatings will remain undamaged regardless of the impact or stress applied from winding. It is not uncommon for winding impact to cause coating chips on normally coated ring cores.
- i) Mechanical stresses from winding, potting, or encapsulation can degrade electrical performance. Such stress effects are reversible, as long as cracks are not created. It is generally not possible for the manufacturer to significantly alter or control the susceptibility of ferrite cores to shifts due to mechanical stress. It is an inherent property of ferrites. Higher permeability materials tend to be more sensitive. Different grades of material exhibit different characteristic sensitivity.

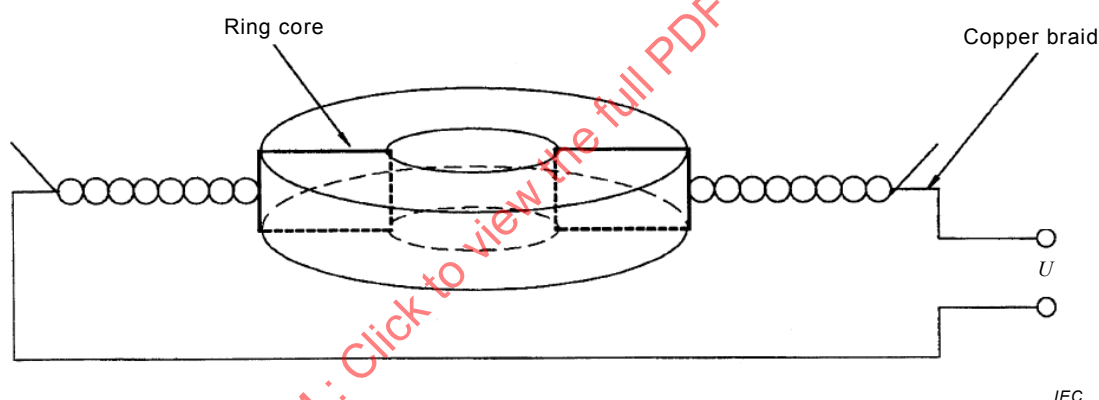
Annex A (informative)

Breakdown voltage test for insulated ring cores – Measurement techniques

A.1 Method A

This procedure may be used for testing ring cores having inner diameters larger than 6 mm. Figure A.1 shows the principle of a typical measurement. The ring core to be tested is wound by at least two single turns whose leads are short-circuited and are positioned 180° apart. Both windings should be wound tight around the core cross section in order to ensure a maximum mechanical contact. The wires consist of bare copper, for example 100 wires of 0,06 mm. The two ends of the windings are connected to the output of a generator providing the necessary test voltage (DC or AC).

This test method only ensures that the specified voltage is reached at the winding positions. It is recommended for the cases where the uniformity of insulation coating has been verified, or is assumed.



Key

U Test voltage (U_{DC} : in case of DC and U_{eff} : in case of AC).

Figure A.1 – Method A: measurement principle

NOTE Figures A.1, A.2, A.3 and A.4 are schematic only, and the dimensions drawn are not to scale.

A.2 Method B

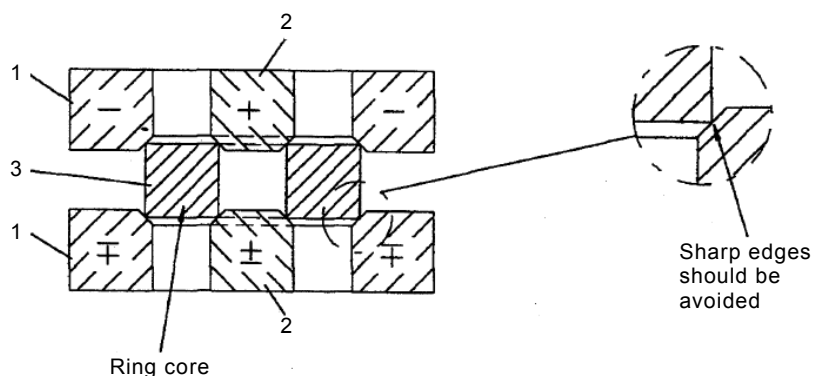
A.2.1 General

Three variations of method B are defined.

A.2.2 Method B 1

The measuring device consists of two outer ring-shaped shells (1) and two cylinders (2), located in the centre of the specimen (3). It touches the ring core to be tested along the most critical edges.

By this arrangement, the breakdown voltage test can be carried out either in the axial or in the radial direction. Therefore, the voltage polarity of the generator has to be switched as indicated on the drawing of Figure A.2.

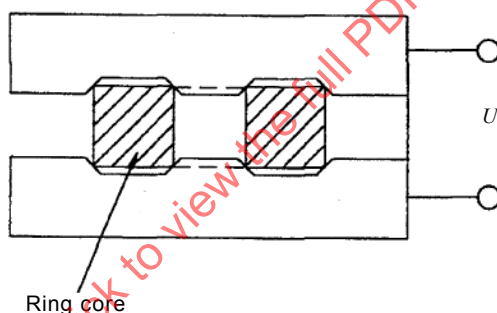


IEC

Figure A.2 – Method B 1: Measurement principle

A.2.3 Method B 2

This version of method B is a simplified one. The device consists of two shells which contact the specimen as indicated on the drawing of Figure A.3. This method is only usable in the axial direction.



IEC

Figure A.3 – Method B 2: Measurement principle

A.2.4 Method B 3

The test device consists of two metal disks covered with conductive rubber plates or copper wire-mesh with rubber backing as indicated in Figure A.4. The specimen is placed between the conductive rubber plates and a specified pressure is applied to the plates to ensure contact with the edges of the specimen.

This method is applicable to test the breakdown voltage of medium and large ring cores in the axial direction only.

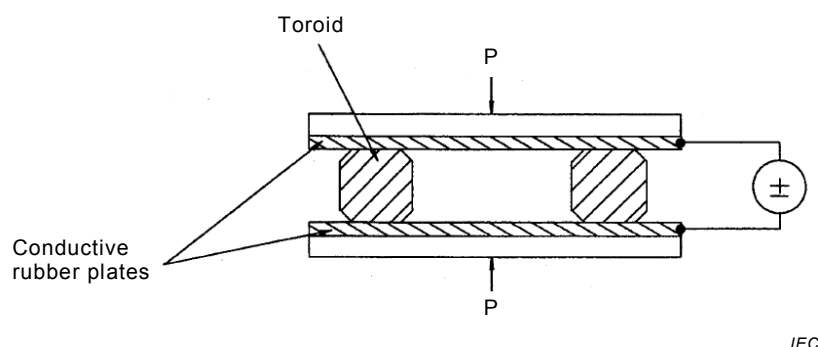


Figure A.4 – Method B 3: Measurement principle

A.3 Notes on voltage breakdown testing

The methods shown above are effective for making repeatable measurements of the voltage breakdown performance of ring core toroid coatings. The conductor arrangements are not the same as application conductors, and therefore there is necessarily a correlation offset between the voltage breakdown measured in the core test and the voltage breakdown measured in finished wound inductive components.

Most prominently, ring cores are generally wound with insulated magnet wire, and the insulation of the magnet wire significantly increases the potential isolation. The voltage breakdown measured for a wound inductive device is not only a function of the ring core coating, but of the magnet wire, windings, tapes and epoxies used.

Voltage breakdown can be a destructive test, in which case the sample size should be small, but the resulting voltage values are specific, and comparable from batch to batch. Alternatively, voltage breakdown can be a non-destructive test by stopping at a pre-defined level, in which case the sample size can be larger, but the resulting information only indicates pass or fail.

Practical coating processes generally result in quite variable thicknesses and variable voltage breakdown measurements. Manufacturers generally test production batches using small samples and destructive testing. As a result there is generally a large head room between typically measured voltage breakdown and the specified minimum.

Bibliography

- [1] IEC 60424 (all parts), *Ferrite cores – Guide on the limits of surface irregularities*
 - [2] IEC 60424-1, *Ferrite cores – Guidelines on the limits of surface irregularities – Part 1: General specification*
 - [3] IEC 60424-2, *Ferrite cores – Guidelines on the limits of surface irregularities of ferrite cores – Part 2: RM-cores*
 - [4] IEC 60424-3, *Ferrite cores – Guidelines on the limits of surface irregularities – Part 3: ETD-cores, EER-cores, EC-cores and E-cores*
 - [5] IEC 60424-4, *Ferrite cores – Guidelines on the limits of surface irregularities – Part 4: Ring-cores*
 - [6] IEC 60424-5, *Ferrite cores – Guidelines on the limits of surface irregularities – Part 5: Planar-cores*
 - [7] IEC TR 61604, *Dimensions of uncoated ring cores of magnetic oxides*
 - [8] IEC 61631, *Test method for the mechanical strength of cores made of magnetic oxides*
 - [9] IEC 62044-1, *Cores made of soft magnetic materials – Measuring methods – Part 1: Generic specification*
 - [10] IEC 62211, *Inductive components – Reliability management*
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60401-3:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION.....	19
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Méthodes de mesure	20
4 Tableau des propriétés du matériau et conditions de mesure.....	20
5 Intégrité des valeurs	21
6 Fiabilité	23
Annexe A (informative) Essai de la tension de claquage sur des noyaux toriques isolés – Techniques de mesure.....	25
A.1 Méthode A	25
A.2 Méthode B	25
A.2.1 Généralités	25
A.2.2 Méthode B 1	25
A.2.3 Méthode B 2	26
A.2.4 Méthode B 3	26
A.3 Notes sur les essais de tension de claquage.....	27
Bibliographie.....	28
Figure A.1 – Méthode A: principe de mesure.....	25
Figure A.2 – Méthode B 1: Principe de mesure.....	26
Figure A.3 – Méthode B 2: Principe de mesure	26
Figure A.4 – Méthode B 3: Principe de mesure	27
Tableau 1 – Règles pour les valeurs des propriétés indiquées dans le Tableau 2	21
Tableau 2 – Valeurs des propriétés et conditions de mesure (1 de 2)	22

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TERMES ET NOMENCLATURE POUR NOYAUX EN
MATÉRIAUX FERRITES MAGNÉTIQUEMENT DOUX –****Partie 3: Lignes directrices relatives aux formats
des données figurant dans les catalogues des fabricants
de noyaux pour transformateurs et inductances**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60401-3 a été établie par le comité d'études 51 de l'IEC: Composants magnétiques et ferrites.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) ajout de l'Article 6 sur la fiabilité.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
51/1106/FDIS	51/1121/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60401, publiées sous le titre général *Termes et nomenclature pour noyaux en matériaux ferrites magnétiquement doux*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60401-3:2015

INTRODUCTION

Pour diverses raisons, un fabricant peut souhaiter publier dans son catalogue les valeurs caractéristiques des matériaux mesurées sur des pièces d'essai. L'objet de la présente partie de l'IEC 60401 est de faciliter la comparaison de telles informations dans le domaine des matériaux ferrites doux.

Excepté pour plusieurs limites de propriétés spécifiques qu'il convient de donner séparément pour chaque noyau particulier, les propriétés décrites dans la présente norme sont des caractéristiques du matériau, destinées à faciliter de manière significative l'évaluation des matériaux ferrites. Il convient cependant de reconnaître qu'il n'y a pas de relation directe entre les caractéristiques du matériau mesurées sur des pièces d'essai et les paramètres correspondants mesurés sur d'autres noyaux du même matériau, à cause des différences de géométrie et des variations des processus de production. Aussi l'extrapolation des caractéristiques du matériau à d'autres inductions et à d'autres fréquences ne permet pas une comparaison valide de noyaux de différents matériaux dans ces nouvelles conditions 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 échange d'informations avec ce fabricant. De plus, il convient de ne pas considérer la publication des caractéristiques de matériau comme une garantie des propriétés du noyau. Il convient d'utiliser uniquement la spécification de ce noyau comme garantie des propriétés.

Outre les caractéristiques des matériaux, il est fortement recommandé aux fabricants de publier une note tenant compte des deux déclarations ci-dessus sur les limites de ce type d'information.

La présente norme traite également de la comparaison de différentes classes de ferrites provenant de différents fabricants en définissant une fiabilité de référence et des performances de températures inhérentes à tous les matériaux ferrites MnZn, et des limitations qui apparaissent lorsque des caractéristiques de performances des noyaux ferrites sont spécifiées.

TERMES ET NOMENCLATURE POUR NOYAUX EN MATÉRIAUX FERRITES MAGNÉTIQUEMENT DOUX –

Partie 3: Lignes directrices relatives aux formats des données figurant dans les catalogues des fabricants de noyaux pour transformateurs et inductances

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60401 sert de lignes directrices pour une méthode de présentation uniforme des propriétés des matériaux ferrites magnétiquement doux et des conditions de mesure à partir desquelles il convient de les déterminer. Elle est destinée à être utilisée pour les catalogues des fabricants de noyaux pour transformateurs et inductances afin de faciliter la comparaison de telles données. Un guide supplémentaire portant sur les essais et la spécification de la fiabilité pour les noyaux ferrites et pour les dispositifs utilisant des noyaux ferrites existe pour les utilisateurs et les fabricants.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC61332:2005, *Soft ferrite material classification* (disponible en anglais seulement)

IEC 62044-2, *Noyaux en matériaux magnétiques doux – Méthodes de mesure – Partie 2: Propriétés magnétiques à niveau d'excitation faible*

IEC 62044-3, *Noyaux en matériaux magnétiques doux – Méthodes de mesure – Partie 3: Propriétés magnétiques à niveau élevé d'excitation*

3 Méthodes de mesure

Il convient que les méthodes de mesure suivent les procédures et les précautions générales indiquées dans l'IEC 62044-1, l'IEC 62044-2 et l'IEC 62044-3. Pour les mesures magnétiques, il convient que la pièce d'essai soit un noyau torique de taille comprise de préférence entre R10 et R36 conformément à l'IEC TR 61604, avec des valeurs de A_e comprises dans la plage de 8 mm² à 100 mm². Le Tableau 2 donne les conditions recommandées pour ces essais.

4 Tableau des propriétés du matériau et conditions de mesure

Les conditions indiquées dans le Tableau 2 ont été choisies comme représentant ce qui est utilisé couramment. Ce qui signifie que dans la majorité des cas, les valeurs actuellement publiées par les fabricants ne diffèrent que légèrement des valeurs correspondantes obtenues dans les conditions de mesure données dans le Tableau 2. On suppose donc que seuls de petits ajustements des catalogues existants seront exigés.

Il est recommandé que les fabricants suivent les règles suivantes pour utiliser le Tableau 2:

- a) il convient que les propriétés qui ne sont pas importantes pour l'application du matériau en question soient omises;

- b) quand pour une propriété plusieurs conditions de mesure sont indiquées, dont une ou plusieurs sont soulignées, les conditions soulignées doivent être utilisées et les autres sont facultatives;
- c) si aucune des deux conditions de mesure n'est soulignée, le choix est libre et au moins une d'entre elles doit être utilisée;
- d) 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) et c) ci-dessus.

5 Intégrité des valeurs

Les règles indiquées ci-après dans le Tableau 1, doivent être appliquées pour les valeurs des propriétés indiquées dans le Tableau 2. Pour une meilleure compréhension, il est recommandé d'indiquer si chaque valeur du document du fabricant est une "valeur typique" ou une "valeur limite".

Tableau 1 – Règles pour les valeurs des propriétés indiquées dans le Tableau 2

Type de document	Valeur typique	Valeur limite
Tableau des propriétés du matériau ^a	THD_F , Z_N , P_V	μ_i , B_s , $(\tan \delta)/\mu_i$, η_B , T_c , α_F , D_F
Graphe de propriété	Toutes propriétés	
Tableau des propriétés du noyau (formé)		A_L , THD_F , Z_N , P_V
^a Toutes les autres valeurs dans un tableau des propriétés de matériau non spécifiées ici doivent être données comme "valeurs typiques".		

Tableau 2 – Valeurs des propriétés et conditions de mesure (1 de 2)

Propriété – valable uniquement sur des noyaux toriques d'essai de taille comprise entre R10 et R36 (voir l'Article 3)	Symbole	Unité	Conditions de mesure				Notes de bas de tableau
			Fréquence	Champ	Induction maximale	Température (voir l'Article 4)	
			kHz	kA/m	mT	°C	
Perméabilité initiale	μ_i		≤ 10		$< 0,50$	25	
Induction de saturation magnétique	B_s	mT	≤ 10	1,2 ($\mu_i > 1\,000$) 3 ($1\,000 \geq \mu_i > 500$)		<u>25</u> ; 100 ^k	
Induction rémanente	B_r	mT	≤ 10	10 ($500 \geq \mu_i > 100$) 20 ($100 \geq \mu_i$)		<u>25</u> ; 100	a
Champ coercitif	H_C	A/m	≤ 10			<u>25</u> ; 100	a
Pertes à faible induction	$\tan \delta / \mu_i$				$< 0,25$	25	b
Constante d'hystérésis du matériau	η_B	T ⁻¹	10 ($\mu_i \geq 500$)		B_1 1,5 B_2 3,0	25	c
			100 ($\mu_i < 500$)		0,3 1,2		
Point de Curie	T_c	°C	≤ 10		$< 0,25$		d
Facteur de température relative	α_F	10 ⁻⁶ /°C	≤ 10		$< 0,25$	entre $\left\{ \begin{array}{l} -40 \\ -25 \\ 25 \text{ et } \begin{array}{l} +5 \\ +55 \\ +85 \end{array} \end{array} \right.$	e
Densité (massique)	d_b	kg/m ₃					
Facteur de désaccommodation	D_F	10 ⁻⁶	≤ 10		$< 0,25$	25; 40	d
Résistivité ^l	ρ	Ωm	d.c.			25	f
Facteur de distorsion harmonique totale	THD_F	dB	5		50	25	g
Impédance normalisée	Z_N	Ω/m			$< 0,25$	25	d
Les propriétés suivantes ne concernent que les matériaux utilisés dans les applications de puissance							
Densité de perte de puissance (volumique)	P_v	kW/m ₃	25		200	<u>100</u> ; Température du minimum des pertes	h
			100		200		
			100		100		
			200		100		
			300		100		
			500		50		
			1 000		50		
			2 000		20		
			5 000		10		
			50		150	25; <u>100</u>	i

Tableau 2 (2 de 2)

Propriété – valable uniquement sur des noyaux toriques d'essai de taille comprise entre R10 et R36 (voir l'Article 3)	Symbole	Unité	Conditions de mesure				Notes
			Fréquence	Champ	Induction maximale	Température (voir l'Article 4)	
			kHz	kA/m	mT	°C	
Perméabilité d'amplitude	μ_a		≤ 25		400 <u>320</u>	25 <u>100</u>	j
a Il convient de donner des informations sur la méthode de mesure, spécialement la fréquence. b La mesure doit être faite à une fréquence choisie dans le Tableau 1 et le Tableau 2 de l'IEC 61332:2005 correspondant à μ_i. Les pertes à faible induction peuvent être présentées sur un graphe 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. c η_B doit être déduit des mesures à deux inductions B_1 et B_2 de sorte que $B_1 \leq B_2/2$. d La méthode de mesure doit être conforme à l'IEC 62044-2. e $\alpha_F = \frac{\mu_T - \mu_{ref}}{\mu_{ref}^2} \times \frac{1}{T - T_{ref}}$. La méthode de mesure doit être conforme à l'IEC 62044-2. f La peau de frittage doit être enlevée de la pièce d'essai. Le champ ne doit pas dépasser 0,1 kV/m. g $THD_F = 20 \lg \left(\frac{V_m / V_1}{\mu_{ea} / CCF} \right)$ où $CCF = \frac{1}{\sqrt{1 + (3\omega L_p / R_s)^2}}$ La méthode de mesure et la dimension du noyau doivent être conformes à l'IEC 62044-2. Cette propriété s'applique seulement aux applications spécifiques telles que XDSL. h Le volume effectif V_e conformément à l'IEC 62044-3 doit être utilisé pour déterminer les pertes de puissance P_v relatives à ce volume. Pour déterminer les pertes de puissance relatives au volume P_v la tension correspondant à l'induction exigée doit être calculée conformément à l'IEC 62044-3. Les pertes de puissance en fonction de l'induction peuvent être représentées sur une série de graphes où la fréquence est un paramètre de chaque graphe. Lorsque des valeurs spécifiques des pertes de puissance sont notées, elles doivent correspondre à des combinaisons préférentielles de fréquences et d'inductions figurant dans le Tableau 2. i Cette condition doit être appliquée pour des noyaux utilisés pour le rétro-éclairage. j Pour déterminer la perméabilité d'amplitude, la méthode de mesure doit être conforme à l'IEC 62044-3. k Les deux températures sont à utiliser pour les matériaux destinés à des applications de puissance: pour d'autres applications, une température plus élevée est facultative. l Anciennement appelée "résistance spécifique".							

6 Fiabilité

La fiabilité des noyaux ferrites est différente de la fiabilité des inductances ou des transformateurs, parce que les noyaux sont nécessairement intégrés mécaniquement dans les structures des inductances ou des transformateurs. Ce sont ces structures qui constatent les conditions d'application et montrent l'endurance ou le manque d'endurance pendant le fonctionnement. L'IEC 62211 est le guide de l'IEC pour la fiabilité magnétique. Elle traite des dispositifs enroulés, mais pas des noyaux isolés.

Les lignes directrices sur les données à faire figurer dans les catalogues des fabricants pour des noyaux ferrites n'incluent pas de limites sur les essais ni sur les spécifications de la fiabilité, et, en pratique, les catalogues des fabricants ne comportent pas de déclaration de fiabilité.