

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61021-2

Première édition
First edition
1995-05

**Noyaux en tôles découpées pour transformateurs
et inductances destinés aux équipements
électroniques et de télécommunications –**

**Partie 2:
Caractéristiques électriques pour noyaux
utilisant des tôles YEE 2**

**Laminated core packages for transformers and
inductors for use in telecommunication and
electronic equipment –**

**Part 2:
Electrical characteristics for cores using YEE 2
laminations**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61021-2: 1995

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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**

61021-2

Première édition
First edition
1995-05

**Noyaux en tôles découpées pour transformateurs
et inductances destinés aux équipements
électroniques et de télécommunications –**

**Partie 2:
Caractéristiques électriques pour noyaux
utilisant des tôles YEE 2**

**Laminated core packages for transformers and
inductors for use in telecommunication and
electronic equipment –**

**Part 2:
Electrical characteristics for cores using YEE 2
laminations**

© IEC 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
procédé, électronique ou mécanique, y compris la photo-
copie 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 Varembé 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

M

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 Caractéristiques électriques	8
5 Gamme de températures de fonctionnement	16
6 Essais électriques	16
6.1 Conditions générales d'essais	16
6.2 Méthode d'essai	16
6.3 Calculs	20
7 Marquage	22
7.1 Noyaux	22
7.2 Circuit assemblé	24
8 Conditionnement	24

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61021-2:1995

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Electrical characteristics	9
5 Operating temperature range	17
6 Electrical tests	17
6.1 General test conditions	17
6.2 Test procedure	17
6.3 Calculation	21
7 Marking	23
7.1 Cores	23
7.2 Package	25
8 Packaging	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NOYAUX EN TôLES DÉCOUPÉES POUR TRANSFORMATEURS ET INDUCTANCES DESTINÉS AUX ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS –

Partie 2: Caractéristiques électriques pour noyaux utilisant des tôles YEE 2

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.
- 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.

La Norme internationale CEI 1021-2 a été établie par le comité d'études 51 de la CEI: Composants magnétiques et ferrites.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
51/354/DIS	51/388/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.

La CEI 1021 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: *Noyaux en tôles découpées pour transformateurs et inductances destinés aux équipements électroniques et de télécommunications*:

- Partie 1: 1990, Dimensions;
- Partie 2: 1994, Caractéristiques électriques pour noyaux utilisant des tôles YEE 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LAMINATED CORE PACKAGES FOR
TRANSFORMERS AND INDUCTORS FOR USE IN
TELECOMMUNICATION AND ELECTRONIC EQUIPMENT –****Part 2: Electrical characteristics for
cores using YEE 2 laminations**

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.
- 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.

International Standard IEC 1021-2 has been prepared by IEC technical committee 51: Magnetic components and ferrite materials.

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

DIS	Report on voting
51/354/DIS	51/388/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.

IEC 1021 consists of the following parts, under the general title: *Laminated core packages for transformers and inductors for use in telecommunication and electronic equipment*:

- Part 1: 1990, Dimensions;
- Part 2: 1994, Electrical characteristics for cores using YEE 2 laminations.

NOYAUX EN TÔLES DÉCOUPÉES POUR TRANSFORMATEURS ET INDUCTANCES DESTINÉS AUX ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS -

Partie 2: Caractéristiques électriques pour noyaux utilisant des tôles YEE 2

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 1021 spécifie les caractéristiques électriques de noyaux en tôles découpées utilisant des tôles YEE 2 conformément à la CEI 740 et, en variante élargie, conformément à la CEI 1021-1, relative aux noyaux spécifiés en alliages d'acier au silicium orienté ou de fer-nickel. Elle donne également les prescriptions de marquage et de conditionnement.

Les principales applications de ces noyaux excluent la transmission de puissances importantes, ce qui a pour conséquence que la caractéristique électrique principale peut être exprimée en termes de facteur d'inductance A_L .

Bien que les noyaux en tôles découpées soient produits avec ou sans entrefer sur la jambe centrale du circuit magnétique, la présente partie traite uniquement de noyaux à entrefer, où le contrôle de la longueur d'entrefer permet de tenir les valeurs de A_L spécifiées.

NOTE - Les caractéristiques électriques des noyaux en tôles découpées sans entrefer feront l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

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 1021. 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 1021 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 50(221): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) - Chapitre 221: Matériaux et composants magnétiques*
Amendement 1 (1993)

CEI 68-1: 1988, *Essais d'environnement - Première partie: Généralités et guide*

CEI 317-4: 1990, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage - Partie 4: Fil de section circulaire en cuivre émaillé avec polyuréthane brasable, classe 130*

CEI 404-8-6: 1986, *Matériaux magnétiques - Huitième partie: Spécifications pour matériaux particuliers - Section six: Matériaux métalliques magnétiquement doux*

CEI 740: 1982, *Tôles découpées pour transformateurs et inductances destinés aux équipements électroniques et de télécommunications*

LAMINATED CORE PACKAGES FOR TRANSFORMERS AND INDUCTORS FOR USE IN TELECOMMUNICATION AND ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 2: Electrical characteristics for cores using YEE 2 laminations

1 Scope

This part of IEC 1021 specifies the electrical characteristics of laminated core packages using YEE 2 laminations according to IEC 740 and, in their larger variant, according to IEC 1021-1, for cores made from specified grades of oriented silicon-steel or nickel-iron alloys. It also gives the marking and packaging requirements.

The main applications of these cores exclude the significant transmission of power with the consequence that the principal electrical characteristic may be expressed in terms of inductance factor A_L .

Although laminated core packages are produced with or without an air gap in the centre leg of the magnetic circuit, this part deals only with gaped cores, where control of the length of a designed air gap enables specified A_L values to be achieved.

NOTE – The electrical characteristics of laminated core packages without an air gap is a matter for agreement between customer and manufacturer.

2 Normative references

The following normative documents contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 1021. 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 1021 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 50(221): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 221: Magnetic materials and components*
Amendment 1 (1993)

IEC 68-1: 1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 317-4: 1990, *Specifications for particular types of winding wires – Part 4: Solderable polyurethane enamelled round copper wires, class 130*

IEC 404-8-6: 1986, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section six: Soft magnetic metallic materials*

IEC 740: 1982, *Laminations for transformers and inductors for use in telecommunication and electronic equipment*

CEI 1021-1: 1990, *Noyaux en tôles découpées pour transformateurs et inductances destinés aux équipements électroniques et de télécommunications – Première partie: Dimensions*

3 Définitions

Pour les définitions des termes généraux, la CEI 50(221) s'applique.

La définition d'un «noyau en tôles découpées» est donnée dans la CEI 1021-1.

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 1021, la définition suivante s'applique:

facteur d'inductance A_L : Valeur d'inductance L d'une bobine spécifiée placée sur un noyau donné dans une position spécifiée, divisée par le carré du nombre de spires N .

$$A_L = \frac{L}{N^2}$$

4 Caractéristiques électriques

Les facteurs d'inductance des noyaux en tôles découpées et leurs tolérances sont spécifiés dans les tableaux 1, 2 et 3 ci-après pour les types de matériaux indiqués, quand ils sont fabriqués suivant l'épaisseur de tôle spécifiée, assemblés avec les forces de contact spécifiées, et mesurés sous les conditions de mesure spécifiées, à l'aide des bobines et des dispositifs d'essai prescrits dans l'article 6.

NOTES

1 Afin de mesurer correctement les valeurs de A_L , il est nécessaire que les surfaces de contact soient propres et non corrodées, et assemblées suivant un alignement parfait.

2 Les valeurs de A_L spécifiées sont mesurées sans prémagnétisation (courant continu superposé). Les écarts avec les valeurs spécifiées causés par des valeurs établies de courant continu superposé feront l'objet d'un accord entre client et fabricant.

IEC 1021-1: 1990, *Laminated core packages for transformers and inductors used in telecommunication and electronic equipment – Part 1: Dimensions*

3 Definitions

For definitions of the general terms used, reference should be made to IEC 50(221).

The definition of "laminated core package" is given in IEC 1021-1.

For the purpose of this part of IEC 1021, the following definition applies:

Inductance factor A_L : The inductance L of a specified coil placed on a given core in a specified position, divided by the square of the number of turns N .

$$A_L = \frac{L}{N^2}$$

4 Electrical characteristics

The inductance factors of laminated core packages and their tolerances shall be as specified in tables 1, 2 and 3 below for the material grades indicated, when made from the specified sheet thickness, clamped with the specified contact forces, and measured under the specified measuring conditions, using the test coils and test arrangement prescribed in clause 6.

NOTES

1 In order to measure the A_L values correctly, it is necessary for the mating surfaces to be clean and corrosion-free, and assembled in perfect alignment.

2 The specified A_L values apply in the absence of premagnetization (d.c. bias). The deviations from the specified values caused by stated values of d.c. bias is a matter for agreement between customer and manufacturer.

Tableau 1 – Facteurs d'inductance avec tolérances pour des nœuds réalisés à partir de tôles découpées d'acier au silicium orienté (classe de matériau C22 en accord avec la CEI 404-8-6) et assemblés suivant la force de contact établie

[illegible]

Table 1 – Inductance factors with tolerances for cores made from oriented silicon-steel laminations (material class C22 in accordance with IEC 404-8-6) and clamped with the stated contact force

The specified A_L values are applicable to measurements made under the following conditions: $f = 300 \text{ Hz} \pm 10 \%$; $\hat{B} = 2 \text{ mT} \pm 10 \%$																			
Core designation	Contact force N $\pm 10 \%$	Inductance factor A_L nH																	Normal sheet thickness mm
		25	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	
YEE 2-2dK	2,5	10	10	12,5	12,5	16	16												
YEE 2-3dK	4		10	10	10	12,5	12,5	16	16										
YEE 2-4dK	6,3		8	8	10	10	10	12,5	12,5	16									0,1
YEE 2-5dK	10			8	8	8	8	8	10	10	12,5	16							
YEE 2-6dK	16				8	8	8	8	8	10	10	10	12,5	16					
YEE 2-6dKL																			
YEE 2-8dK	25					8	8	8	8	8	10	10	10	12,5	16				0,1
YEE 2-8dKL						8	8	8	8	8	8	10	10	10	10	12,5	16		
YEE 2-10dK	40						8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	12,5		0,3
YEE 2-10dKL																			
YEE 2-12dK	63																		0,35
YEE 2-12dKL									8	8	8	8	8	8	8	10	10	12,5	

Tableau 2 – Facteurs d'inductance avec tolérances pour des noyaux réalisés à partir de tôles découpées en alliage nickel-fer 72 % – 83 % (classe de matériau E11 en accord avec la CEI 404-8-6) et assemblés suivant la force de contact établie

Les valeurs de A_L spécifiées s'appliquent à des mesures réalisées dans les conditions suivantes: $f = 300 \text{ Hz} \pm 10 \%$; $\hat{B} = 2 \text{ mT} \pm 10 \%$																									
Désignation du noyau	Force de contact N $\pm 10 \%$	Facteur d'inductance A_L nH																				Epaisseur maximale de tôle mm			
		40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150		4 000	5 000	
YEE 2-2dK	2,5	12,5	16	16	20	20	25	25																	0,1
YEE 2-3dK	4		12,5	12,5	16	16	20	20	25	25															
YEE 2-4dK	6,3			10	12,5	12,5	12,5	16	16	20	20	25													
YEE 2-5dK	10				10	10	10	12,5	12,5	12,5	16	16	20	20	25										
YEE 2-6dK	16																								
YEE 2-6dKL						10	10	10	10	12,5	12,5	12,5	16	16	16	20	20	25							
YEE 2-8dK	25																								0,1
YEE 2-8dKL																				25					
YEE 2-10dK	40																								0,2
YEE 2-10dKL																					25				
YEE 2-12dK	63																								0,35
YEE 2-12dKL																						16	20	25	

Table 2 – Inductance factors with tolerances for cores made from 72 % – 83 % nickel-iron alloy laminations (material class E11 in accordance with IEC 404-8-6) and clamped with the stated contact force

[illegible]

95

[illegible]

The specified A_1 values are applicable to measurements made under the following conditions:

The specified A_L values are applicable to measurements made under the following conditions: $f = 300 \text{ Hz} \pm 10 \text{ \%}$; $\hat{A} = 2 \text{ mT} \pm 10 \text{ \%}$																					
Core designation	Contact force N $\pm 10 \text{ \%}$	Inductance factor A_L nH																			Normal sheet thickness mm
		40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	
YEE 2-2dK	2,5	10	12,5	12,5	16	16															0,1
YEE 2-3dK	4		10	10	10	12,5	16	16	20												
YEE 2-4dK	6,3			10	10	12,5	12,5	16	20												
YEE 2-5dK	10				8	8	8	10	10	12,5	16	20									0,2
YEE 2-6dK	16					8															
YEE 2-6dKL							8	8	10	10	12,5	16	20								
YEE 2-8dK	25							8	8	10	10	10	12,5	16	20						0,1
YEE 2-8dKL							8	8	10	10	10	10	12,5	16	20						
YEE 2-10dK	40																	20			
YEE 2-10dKL									8	8	8	8	10	10	10	10	12,5	16	20		
YEE 2-12dK	63																	12,5	16	20	0,35
YEE 2-12dKL										8	8	8	8	10	10	10	10	12,5	16	20	

5 Gamme de températures de fonctionnement

Les noyaux en tôles découpées supportent une gamme de températures de -40 °C à $+125\text{ °C}$ pour le stockage et en utilisation continue.

6 Essais électriques

6.1 Conditions générales d'essais

Sauf spécification contraire, tous les essais sont réalisés dans des conditions atmosphériques normales telles que recommandées par la CEI 68-1:

- température $+15\text{ °C}$ à 35 °C
- humidité relative 45% à 75%
- pression atmosphérique 86 kPa à 106 kPa

Les certificats d'essais doivent établir quelles conditions d'essais ont été utilisées.

Les surfaces d'entrefer des noyaux en essai doivent être propres et ne comporter ni poussières, ni arrondis, ni finition protectrice, etc.

6.2 Méthode d'essai

Les paires de noyaux sont mises dans la bobine d'essai appropriée choisie parmi celles spécifiées dans le tableau 4, et pressées suivant la force d'assemblage appliquée perpendiculairement aux faces de contact conformément aux tableaux 1 à 3. Des précautions seront prises pour maintenir un alignement correct afin d'éviter tout écart par rapport à l'entrefer envisagé.

L'inductance L de l'assemblage est mesurée au moyen d'un pont à courant alternatif suivant le mode de connexion série de la bobine de test tel que décrit en figure 1, à une fréquence de fonctionnement de $300\text{ Hz} \pm 10\%$. Le niveau d'induction crête $\hat{B}$ dans le noyau est ajusté à $2\text{ mT} \pm 10\%$ en affichant la tension efficace U_2 aux bornes du bobinage N_2 de la bobine d'essai selon la formule:

$$U_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} 2 \pi f A_{Fe} \hat{B} N_2$$

où A_{Fe} est la valeur nominale de la section effective du noyau.

Les valeurs de U_2 correspondant aux conditions d'essai nécessaires sont données dans le tableau 6 en même temps que les valeurs des paramètres permettant de calculer A_{Fe} :

$$A_{Fe} = \frac{A d \alpha}{l_{Fe}}$$

où

A est la valeur nominale de la surface de tôle formant un circuit magnétique, conformément aux dimensions données dans la CEI 740;

d est la valeur nominale de l'empilement carré;

l_{Fe} est la valeur nominale de la longueur magnétique effective, calculée comme la moyenne arithmétique du plus long et du plus court chemin du champ magnétique dans le noyau en négligeant les rayons, utilisant les dimensions données dans la CEI 740 et dans la CEI 1021-1;

5 Operating temperature range

Laminated core packages shall be suitable for storage and continuous use in the temperature range from -40 °C to +125 °C.

6 Electrical tests

6.1 General test conditions

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out at the standard atmospheric conditions for testing as recommended by IEC 68-1:

- temperature +15 °C to 35 °C
- relative humidity 45 % to 75 %
- air pressure 86 kPa to 106 kPa

Test certificates shall state what test conditions have been used.

The gap surfaces of the cores under test shall be clean and free from dust, burrs, protective finish, etc.

6.2 Test procedure

The core pairs are put into the appropriate test coil, chosen from those specified in table 4, and loaded with the contact force applied perpendicularly to the mating surfaces according to tables 1 to 3. Care should be taken to maintain correct alignment to ensure that there is no deviation from the designed air gap.

The inductance L of the assembly is measured by means of an a.c. bridge in an equivalent series connection of the test coil in accordance with figure 1, at an operating frequency of 300 Hz $\pm$ 10 %. The peak flux density $\hat{B}$ in the core is adjusted to 2 mT $\pm$ 10 % by setting the r.m.s. voltage U_2 at the winding N_2 of the test coil, in accordance with the formula:

$$U_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} 2 \pi f A_{Fe} \hat{B} N_2$$

where A_{Fe} is the nominal value of the effective core cross-section.

The values of U_2 corresponding to the necessary test conditions are given in table 6, together with values of the parameters from which A_{Fe} is calculated:

$$A_{Fe} = \frac{A d \alpha}{l_{Fe}}$$

where

- A is the nominal value of the sheet area forming a magnetic circuit, in accordance with the dimensions given in IEC 740;
- d is the nominal value of the square stack height;
- l_{Fe} is the nominal value of the effective magnetic path length, calculated as the arithmetic mean of the longest and the shortest magnetic field path length of the core neglecting radii, using the dimensions given in IEC 740 and in IEC 1021-1;

NOTE – Si un courant continu superposé est requis pour les besoins des essais, il peut être appliqué via le bobinage N_3 (voir article 4, note 2).

Tableau 4 – Détails de bobinage des bobines d'essai

Désignation du noyau	Nombre de spires (voir note 1)			Diamètre du fil (voir note 2)			Résistance à 23 °C (guide de valeurs)		
	N_1	N_2	N_3	d_1 mm	d_2 mm	d_3 mm	R_1 Ω	R_2 Ω	R_3 Ω
YEE 2-2dK	316	316	–	0,05	0,05	–	43	48	–
YEE 2-3dK	316	316	–	0,071	0,071	–	25	28	–
YEE 2-4dK	316	100	100	0,1	0,08	0,15	15	8,6	2,5
YEE 2-5dK	316	100	100	0,14	0,112	0,224	10	5,6	1,5
YEE 2-6dK	316	100	100	0,18	0,14	0,28	7	4,5	1,2
YEE 2-6dKL				0,224	0,17	0,355	4,5	3,1	0,75
YEE 2-8dK	316	100	100	0,25	0,18	0,355	4,7	3,3	0,9
YEE 2-8dKL				0,315	0,224	0,45	3	2,1	0,6
YEE 2-10dK	316	100	100	0,315	0,25	0,5	3,5	2,2	0,6
YEE 2-10dKL				0,4	0,315	0,63	2,2	1,4	0,4
YEE 2-12dK	316	100	100	0,4	0,3	0,63	2,8	1,8	0,4
YEE 2-12dKL				0,5	0,4	0,8	1,8	1	0,25

NOTES

1 Bobinages cylindriques: N_1 est le plus proche du noyau et N_3 le plus éloigné.

2 Les valeurs annoncées sont des diamètres nominaux de conducteur. Il est souhaitable d'utiliser pour cette application du fil de cuivre rond émaillé polyuréthane soudable grade 1, classe 130, conformément à la CEI 317-4.

α is the stacking factor according to table 5 (see 2.3 of IEC 740).

NOTE – If d.c. bias is required for test purposes, it may apply on the winding N_3 (see clause 4, note 2).

Table 4 – Test coil winding details

Core designation	Number of turns (see note 1)			Diameter of wire (see note 2)			Resistance related to 23 °C (guide values)		
	N_1	N_2	N_3	d_1 mm	d_2 mm	d_3 mm	R_1 Ω	R_2 Ω	R_3 Ω
YEE 2-2dK	316	316	–	0,05	0,05	–	43	48	–
YEE 2-3dK	316	316	–	0,071	0,071	–	25	28	–
YEE 2-4dK	316	100	100	0,1	0,08	0,15	15	8,6	2,5
YEE 2-5dK	316	100	100	0,14	0,112	0,224	10	5,6	1,5
YEE 2-6dK	316	100	100	0,18	0,14	0,28	7	4,5	1,2
YEE 2-6dKL				0,224	0,17	0,355	4,5	3,1	0,75
YEE 2-8dK	316	100	100	0,25	0,18	0,355	4,7	3,3	0,9
YEE 2-8dKL				0,315	0,224	0,45	3	2,1	0,6
YEE 2-10dK	316	100	100	0,315	0,25	0,5	3,5	2,2	0,6
YEE 2-10dKL				0,4	0,315	0,63	2,2	1,4	0,4
YEE 2-12dK	316	100	100	0,4	0,3	0,63	2,8	1,8	0,4
YEE 2-12dKL				0,5	0,4	0,8	1,8	1	0,25

NOTES

1 Cylindrical windings: N_1 nearest the core, N_3 farthest from it.

2 Values quoted are nominal conductor diameters. A suitable wire for this application is grade 1 solderable polyurethane enamelled round copper winding wire, class 130, in accordance with IEC 317-4.

Tableau 5 – Epaisseur du matériau et facteurs d'empilement α

Epaisseur du matériau mm	Facteurs nominaux d'empilement α		
	Acier mou à faible tenue en carbone et acier au silicium non orienté	Acier au silicium orienté	Alliages nickel-fer et cobalt-fer
0,65	0,95	–	–
0,50	0,95	–	–
0,35	0,94	0,95	0,94
0,30	–	0,94	0,92
0,27	–	0,93	–
0,20	–	–	0,90
0,15	–	0,92	0,87
0,10	0,90	0,90	0,85
0,05	–	0,88	0,80

6.3 Calculs

Le facteur d'inductance est calculé à partir de la valeur de L_1 provenant de l'expression

$$A_L = \frac{L_1}{N_1^2}$$

Tableau 6 – Données du noyau avec la tension appliquée au bobinage d'essai N_2 (voir note 1)

Désignation du noyau	A mm ²	d mm	l_{Fe} mm	A_{Fe} mm ²	U_2 pour N_2 (voir notes 1 et 2) mV _{eff}
YEE 2-2dK	46	2,4	19,2	5,47	4,6
YEE 2-3dK	72	3	24	8,55	7,2
YEE 2-4dK	115	3,8	30,2	13,7	3,7
YEE 2-5dK	184	4,8	38,4	21,9	5,8
YEE 2-6dK	288	6	48	34,2	9,1
YEE 2-6dKL	384		64		
YEE 2-8dK	454	7,6	59,8	54,9	14,6
YEE 2-8dKL	591		77,8		
YEE 2-10dK	736	9,6	76,8	87,6	23,4
YEE 2-10dKL	967		101		
YEE 2-12dK	1 152	12	96	137	36,5
YEE 2-12dKL	1 536		128		

NOTES

1 Les valeurs de A_{Fe} et U_2 sont basées sur une valeur de $\alpha = 0,95$. Lorsque d'autres valeurs de α sont appropriées, il convient de calculer les valeurs de A_{Fe} et U_2 en fonction de celles-ci (voir 6.2).

2 U_2 pour N_2 est la tension de mesure conformément au tableau 4 à $f = 300$ Hz, $\hat{B} = 2$ mT.