

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

60205

Deuxième édition  
Second edition  
2001-04

---

---

**Calcul des paramètres effectifs des pièces  
ferromagnétiques**

**Calculation of the effective parameters  
of magnetic piece parts**

(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

<https://standards.iteh.ai>  
IEC 60205:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/a55893f-7e68-4a03-bdbc-bcd119718dc9/iec-60205-2001>



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60205:2001

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions 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.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/catlg-f.htm](http://www.iec.ch/catlg-f.htm)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

## Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/catlg-e.htm](http://www.iec.ch/catlg-e.htm)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

60205

Deuxième édition  
Second edition  
2001-04

---

---

**Calcul des paramètres effectifs des pièces  
ferromagnétiques**

**Calculation of the effective parameters  
of magnetic piece parts**

(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

<https://standards.iteh.ai>  
IEC 60205:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/60205/93f-7e68-4a03-bdbc-bcd119718dc9/iec-60205-2001>

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

S

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	4
1 Domaine d'application et objet .....	6
2 Règles fondamentales .....	6
3 Formules pour les divers types de noyaux .....	8
3.1 Noyaux toriques.....	8
3.2 Paire de circuits magnétiques en U de section rectangulaire.....	10
3.3 Paire de circuits magnétiques en U de section circulaire.....	12
3.4 Paire de circuits magnétiques en E à section rectangulaire.....	14
3.5 Paire de circuits magnétiques ETD .....	16
3.6 Paire de circuits magnétiques en pots.....	18
3.7 Paire de noyaux carrés (noyau RM).....	22
3.8 Paire de noyaux EP .....	26
3.9 Paire de noyaux PM.....	30
Annexe A (informative) Objet de la révision et indication sur la manière de traiter de nouveaux paramètres effectifs.....	34
Bibliographie .....	42
Tableau A.1 – Comparaison des valeurs de paramètres effectifs des circuits magnétiques en pots (2 encoches).....	36
Tableau A.2 – Comparaison des valeurs de paramètres effectifs de noyaux ETD .....	38
Tableau A.3 – Comparaison des valeurs de paramètres effectifs de noyaux PM.....	38
Tableau A.4 – Comparaison des valeurs de paramètres effectifs de noyaux RM.....	40

IEC 60205:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/a558f93f-7e68-4a03-bdbc-bcd119718dc9/iec-60205-2001>

## CONTENTS

FOREWORD .....	5
1 Scope .....	7
2 Basic rules .....	7
3 Formulae for the various types of cores .....	9
3.1 Ring cores .....	9
3.2 Pair of U-cores of rectangular section.....	11
3.3 Pair of U-cores of rounded section .....	13
3.4 Pair of E-cores of rectangular section.....	15
3.5 Pair of ETD-cores .....	17
3.6 Pair of pot-cores .....	19
3.7 Pair of square cores (RM-cores).....	23
3.8 Pair of EP-cores.....	27
3.9 Pair of PM-cores .....	31
Annex A (informative) Purpose of revision and how to deal with new effective parameters ....	35
Bibliography .....	43
Table A.1 – Comparison of the effective parameter values of pot-cores (two slots) .....	37
Table A.2 – Comparison of the effective parameter values of ETD-cores.....	39
Table A.3 – Comparison of the effective parameter values of PM-cores.....	39
Table A.4 – Comparison of the effective parameter values of RM-cores .....	41

IEC 60205:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/a558f93f-7e68-4a03-bdbc-bcd119718dc9/iec-60205-2001>

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### CALCUL DES PARAMÈTRES EFFECTIFS DES PIÈCES FERROMAGNÉTIQUES

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60205 a été établie par le comité d'étude 51 de la CEI: Composants magnétiques et ferrites.

Cette norme annule et remplace la première édition parue en 1966, amendement 1 (1976), amendement 2 (1981), premier complément (1968) et second complément (1974). Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Cette version bilingue (2001-09) remplace la version monolingue anglaise.

Le texte anglais de cette norme est basé sur les documents 51/582/FDIS et 51/594/RVD. Le rapport de vote 51/594/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de novembre 2002 a été pris en considération dans cet exemplaire.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## CALCULATION OF THE EFFECTIVE PARAMETERS OF MAGNETIC PIECE PARTS

### FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60205 has been prepared by IEC technical committee 51: Magnetic components and ferrite materials.

This standard cancels and replaces the first edition published in 1966, amendment 1 (1976), amendment 2 (1981), first supplement (1968) and second supplement (1974). This second edition constitutes a technical revision.

This bilingual version (2001-09) replaces the English version.

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

FDIS	Report on voting
51/582/FDIS	51/594/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 3.

Annex A is for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of November 2002 have been included in this copy.

## CALCUL DES PARAMÈTRES EFFECTIFS DES PIÈCES FERROMAGNÉTIQUES

### 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale établit des règles uniformes pour le calcul des paramètres effectifs des circuits fermés de matériaux ferromagnétiques.

### 2 Règles fondamentales

Les règles fondamentales suivantes s'appliquent à cette norme.

**2.1** Tous les résultats doivent être exprimés en unités basées sur le millimètre et l'exactitude doit être de trois chiffres significatifs, mais pour déduire  $l_e$ ,  $A_e$ , et  $V_e$ , le calcul des valeurs de  $C_1$  et  $C_2$  doit être de cinq chiffres significatifs.

NOTE L'objet de la spécification de ce degré d'exactitude est uniquement de s'assurer que les paramètres calculés en différents établissements sont identiques et on ne prévoit pas que les paramètres puissent être ainsi déterminés selon cette exactitude.

**2.2**  $A_{\min}$  est la valeur nominale de la plus petite section transversale. Toutes les dimensions utilisées pour calculer  $A_{\min}$  doivent correspondre aux valeurs moyennes entre les limites de tolérance citées sur le dessin de la pièce en question.

**2.3** Les calculs sont uniquement applicables aux pièces de composants d'un circuit magnétique fermé.

**2.4** Chacune des dimensions utilisées pour les besoins des calculs doit être la valeur moyenne dans les limites de tolérance citées sur le dessin de la pièce en question.

**2.5** Toutes les irrégularités de la configuration du noyau, telles que des petits sillons, rainures, chanfreins, etc. doivent être négligées, sauf description contraire.

**2.6** Lorsque la pièce faisant l'objet du calcul comporte un angle vif, la longueur de la ligne de force moyenne pour cet angle sera choisie comme le trajet circulaire moyen joignant les centres des deux sections planes adjacentes, et la surface de la section transversale associée à cette longueur doit être choisie comme la moyenne des deux sections planes adjacentes.

Calcul des paramètres effectifs  $l_e$ ,  $A_e$  et  $V_e$ .

Les paramètres effectifs peuvent être définis comme suit:

$$l_e = C_1^2/C_2 \quad A_e = C_1/C_2 \quad V_e = l_e A_e = C_1^3/C_2^2$$

où

$l_e$  est la longueur effective magnétique du noyau (mm);

$A_e$  est la surface effective de la section transversale (mm<sup>2</sup>);

$V_e$  est le volume effectif (mm<sup>3</sup>);

$C_1$  est la constante du noyau (mm<sup>-1</sup>);

$C_2$  est la constante du noyau (mm<sup>-3</sup>).



## CALCULATION OF THE EFFECTIVE PARAMETERS OF MAGNETIC PIECE PARTS

### 1 Scope

This International Standard lays down uniform rules for the calculation of the effective parameters of closed circuits of ferromagnetic material.

### 2 Basic rules

The following basic rules are applicable to this standard.

**2.1** All results shall be expressed in units based on the millimetre and shall be accurate to three significant figures, but to derive  $l_e$ ,  $A_e$ , and  $V_e$  the values of  $C_1$  and  $C_2$  shall be calculated to five significant figures.

NOTE The purpose of specifying this degree of accuracy is only to ensure that parameters calculated at different establishments are identical, and it is not intended to imply that the parameters are capable of being determined to this accuracy.

**2.2**  $A_{\min}$  is the nominal value of the smallest cross-section. All the dimensions used to calculate  $A_{\min}$  shall be the mean values between the tolerance limits quoted on the appropriate piece part drawing.

**2.3** Calculations are only applicable to the component parts of a closed magnetic circuit.

**2.4** All dimensions used for the purpose of calculations shall be the mean value within the tolerance limits quoted on the appropriate piece part drawing.

**2.5** All irregularities in the outline of the core, such as small cut-outs, notches, chamfers, etc. shall be ignored unless otherwise described.

**2.6** When the calculation involves the sharp corner of a piece part, then the mean length of flux path for that corner shall be taken as the mean circular path joining the centres of area of the two adjacent uniform sections, and the cross-sectional area associated with that length shall be taken as the average area of the two adjacent uniform sections.

Calculation of effective parameters  $l_e$ ,  $A_e$  and  $V_e$ .

The effective parameters can be defined as

$$l_e = C_1^2/C_2 \quad A_e = C_1/C_2 \quad V_e = l_e A_e = C_1^3/C_2^2$$

where

$l_e$  is the effective magnetic length of the core (mm);

$A_e$  is the effective cross-sectional area (mm<sup>2</sup>);

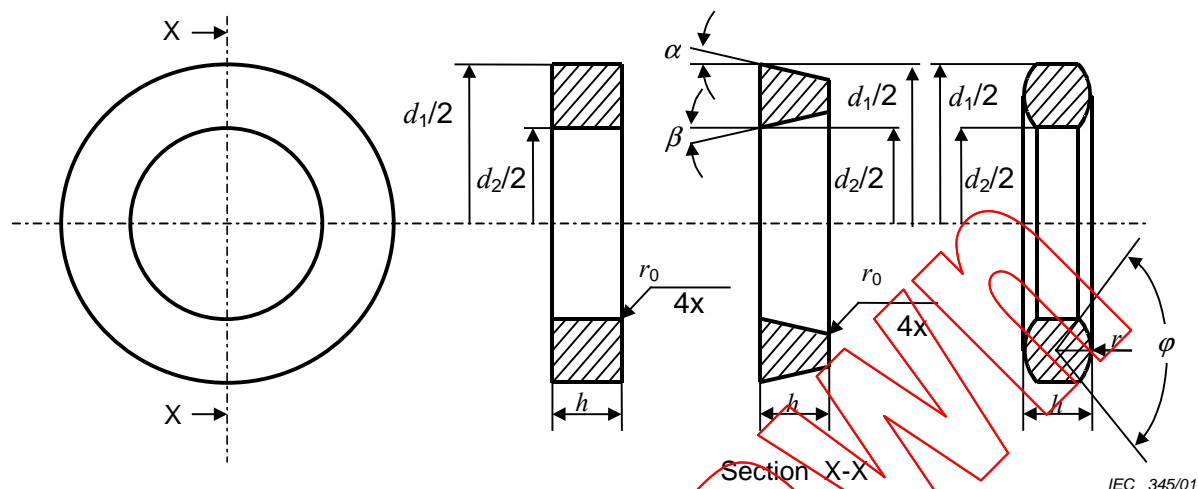
$V_e$  is the effective volume (mm<sup>3</sup>);

$C_1$  is the core constant (mm<sup>-1</sup>);

$C_2$  is the core constant (mm<sup>-3</sup>).

### 3 Formules pour les divers types de noyaux

#### 3.1 Noyaux toriques



$$C_1 = \frac{2\pi}{h_e \ln(d_1/d_2)}$$

$$C_2 = \frac{4\pi(1/d_2 - 1/d_1)}{h_e^2 \ln^3(d_1/d_2)}$$

3.1.1 Pour les noyaux toriques de section transversale rectangulaire à angles vifs

$$h_e = h$$

3.1.2 Pour les noyaux toriques de section transversale rectangulaire avec un rayon de l'arrondi moyen appréciable  $r_0$

$$h_e = h(1 - k_1) \quad k_1 = \frac{1,7168 r_0^2}{h(d_1 - d_2)}$$

3.1.3 Pour les noyaux toriques de section transversale trapézoïdale à angles vifs

$$h_e = h(1 - k_2)$$

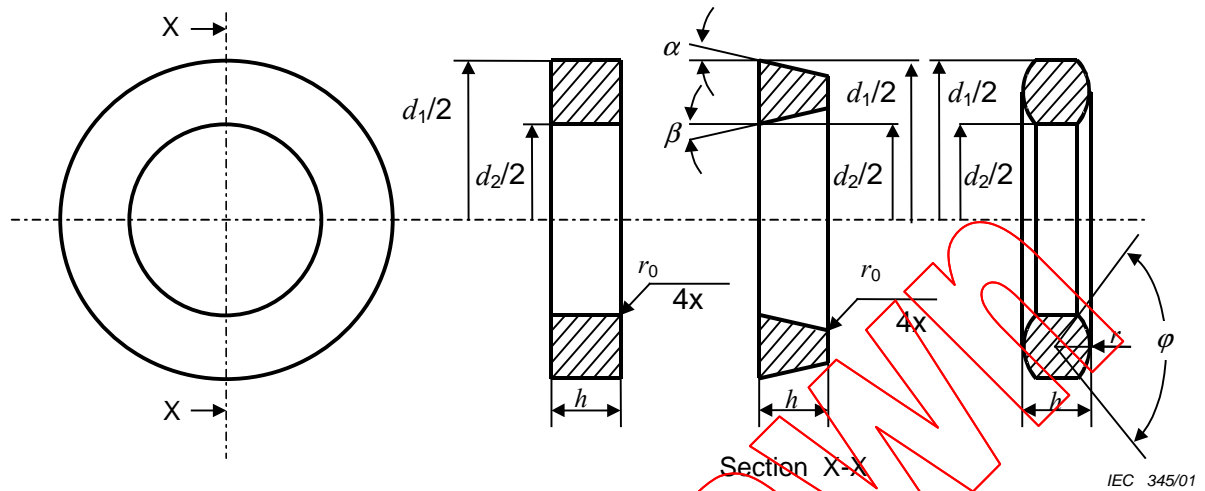
$$k_2 = \frac{h(\tan \alpha + \tan \beta)}{d_1 - d_2}$$

3.1.4 Pour les noyaux toriques de section transversale trapézoïdale avec un rayon de l'arrondi moyen appréciable  $r_0$

$$h_e = (1 - k_1 - k_2)$$

### 3 Formulae for the various types of cores

#### 3.1 Ring cores



$$C_1 = \frac{2\pi}{h_e \ln(d_1/d_2)}$$

$$C_2 = \frac{4\pi(1/d_2 - 1/d_1)}{h_e^2 \ln^3(d_1/d_2)}$$

3.1.1 For ring cores of rectangular cross-section with sharp corners

$$h_e = h$$

3.1.2 For ring cores of rectangular cross-section with an appreciable average rounding radius  $r_0$

$$h_e = h(1 - k_1) \quad k_1 = \frac{1,7168 r_0^2}{h(d_1 - d_2)}$$

3.1.3 For ring cores of trapezoidal cross-section with sharp corners

$$h_e = h(1 - k_2)$$

$$k_2 = \frac{h(\tan \alpha + \tan \beta)}{d_1 - d_2}$$

3.1.4 For ring cores of trapezoidal cross-section with an appreciable average rounding radius  $r_0$

$$h_e = (1 - k_1 - k_2)$$

**3.1.5** Pour les noyaux toriques de section transversale à côtés frontaux à arc circulaire

$$h_e = h - \frac{d_1 - d_2}{4 \sin^2 \frac{\varphi}{2}} \left( 2 \sin \frac{\varphi}{2} - \frac{\sin \varphi}{2} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

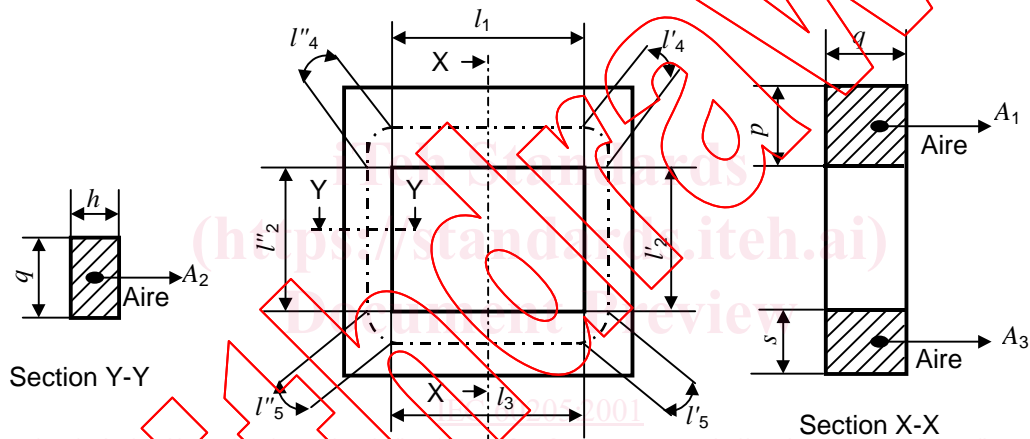
$$\varphi = 2 \arcsin \frac{d_1 - d_2}{4r};$$

$\varphi$ , en radians.

NOTE Lorsque le bobinage est uniformément réparti sur un noyau torique, on peut prévoir que, en tous points à l'intérieur du noyau torique, les lignes de force seront parallèles à sa surface.

Aucune fuite de flux ne sortira du noyau torique ni ne pénétrera dans celui-ci. Ceci justifie l'utilisation d'une dérivation théoriquement plus correcte des paramètres effectifs qui ne fait pas cas de l'hypothèse d'après laquelle la distribution du flux est dans la section transversale est uniforme.

**3.2** Paire de circuits magnétiques en U de section rectangulaire



Longueur de la ligne de force associée à l'aire  $A_2$ :

$$l_2 = l'_2 + l''_2$$

Longueur moyenne des lignes de force aux angles:

$$l_4 = l'_4 + l''_4 = \frac{\pi}{4}(p + h)$$

$$l_5 = l'_5 + l''_5 = \frac{\pi}{4}(s + h)$$

Aires moyennes associées à  $l_4$  et  $l_5$ :

$$A_4 = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$A_5 = \frac{A_2 + A_3}{2}$$

$$C_1 = \sum_1^5 \frac{l_i}{A_i} \quad C_2 = \sum_1^5 \frac{l_i}{A_i^2}$$

### 3.1.5 For ring cores of cross-section with circular arc frontal sides

$$h_e = h - \frac{d_1 - d_2}{4 \sin^2 \frac{\varphi}{2}} \left( 2 \sin \frac{\varphi}{2} - \frac{\sin \varphi}{2} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

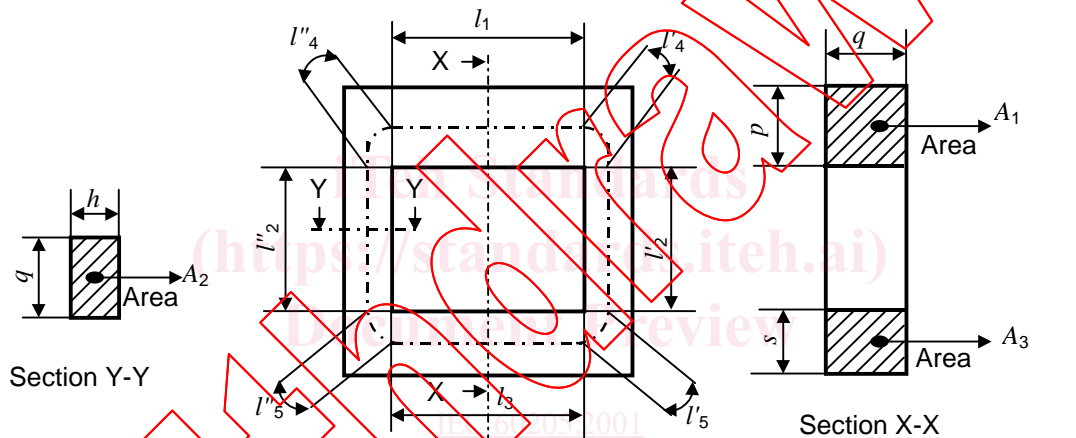
$$\varphi = 2 \arcsin \frac{d_1 - d_2}{4r};$$

$\varphi$ , in radians.

NOTE When the winding is uniformly distributed over a ring core, it may be expected that, at all points inside the ring core, the flux lines will be parallel to its surface.

No leakage flux will therefore leave or enter the ring core. This justifies the use of a theoretically more correct derivation of the effective parameters which does not make use of the assumption that the flux is uniformly distributed over the cross-section.

### 3.2 Pair of U-cores of rectangular section



Length of flux path associated with area  $A_2$ :

$$l_2 = l'_2 + l''_2$$

Mean length of flux paths at corners:

$$l_4 = l'_4 + l''_4 = \frac{\pi}{4}(p + h)$$

$$l_5 = l'_5 + l''_5 = \frac{\pi}{4}(s + h)$$

Mean areas associated with  $l_4$  and  $l_5$ :

$$A_4 = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

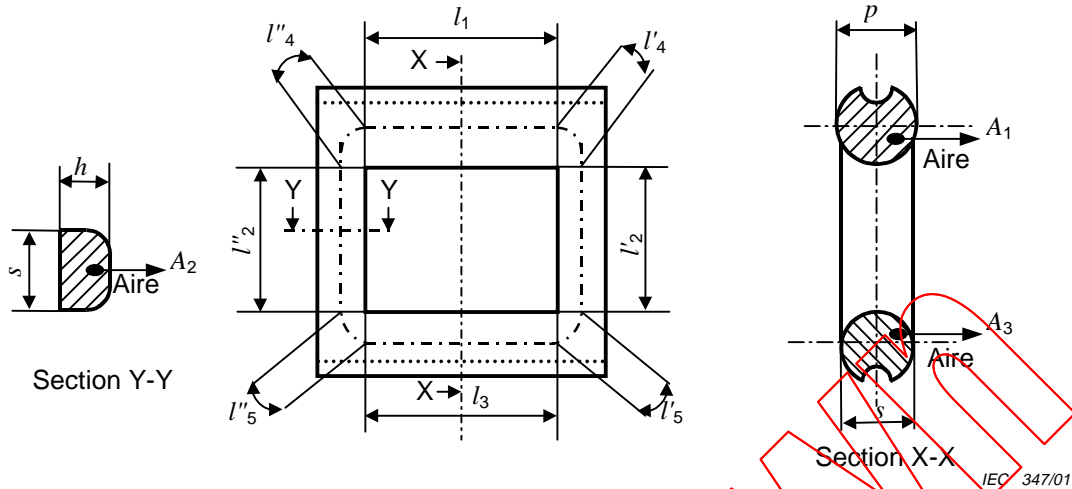
$$A_5 = \frac{A_2 + A_3}{2}$$

$$C_1 = \sum_1^5 \frac{l_i}{A_i} \quad C_2 = \sum_1^5 \frac{l_i}{A_i^2}$$

IEC 346/01

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/60205-2001>

**3.3 Paire de circuits magnétiques en U de section circulaire**



Quand on calcule  $A_2$ , il ne faut pas tenir compte des irrégularités introduites pour faciliter la fabrication.

Longueur de la ligne de force associée à l'aire  $A_2$ :

$$l_2 = l'_2 + l''_2$$

Longueur moyenne de la ligne de force aux angles:

$$l_4 = l'_4 + l''_4 = \frac{\pi}{4}(p + h)$$

$$l_5 = l'_5 + l''_5 = \frac{\pi}{4}(s + h)$$

Aires moyennes associées à  $l_4$  et  $l_5$ :

$$A_4 = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$A_5 = \frac{A_2 + A_3}{2}$$

$$C_1 = \sum_1^5 \frac{l_i}{A_i} \quad C_2 = \sum_1^5 \frac{l_i}{A_i^2}$$