

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 125

Première édition — First edition

1961

**Classification générale des matériaux en oxydes
ferromagnétiques et définition des termes**

**General classification of ferromagnetic oxide
materials and definitions of terms**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60725:1967

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 125

Première édition — First edition

1961

**Classification générale des matériaux en oxydes
ferromagnétiques et définition des termes**

**General classification of ferromagnetic oxide
materials and definitions of terms**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
1. Définition générale	8
2. Classification générale	8
3. Définition des termes	8
3.1 But et objet	8
3.2 Généralités	8
3.3 Termes et définitions	10
A. PERMÉABILITÉ	10
A.1 Caractéristiques du matériau	10
A.1.1 Perméabilité absolue	10
A.1.2 Perméabilité relative	10
A.1.3 Perméabilité tensorielle	10
A.1.4 Perméabilité tensorielle de Polder	10
A.1.5 Perméabilité complexe	10
A.1.6 Perméabilité initiale	12
A.1.7 Perméabilité d'amplitude	12
A.1.7.1 Définition générale	12
A.1.7.2 Coefficient d'augmentation de perméabilité	12
A.1.7.3 Perméabilité d'amplitude maximale	14
A.1.8 Perméabilité avec champ continu superposé	14
A.1.9 Perméabilité réversible	14
A.1.10 Perméabilité différentielle	14
A.2 Mesures et calculs des constantes du matériau sur les pièces détachées	14
A.2.1 Perméabilité toroidale	14
A.2.2 Perméabilité effective	16
A.2.3 Perméabilité apparente	18
A.2.4 Perméabilité complexe exprimée en éléments « série »	18
A.2.5 Perméabilité complexe exprimée en éléments « parallèle »	18
A.2.6 Perméabilité tensorielle	20
A.2.7 Perméabilité tensorielle de Polder	20
A.3 Grandeurs pratiques en relation avec la perméabilité pour les bobines à noyau	20
A.3.1 Facteur de tours	20
A.3.2 Inductance spécifique	22
B. PERTES	22
B.1 Pertes totales d'une pièce ferromagnétique	22
B.2 Pertes par courants de Foucault	22
B.3 Pertes par hystérésis	22
B.4 Pertes résiduelles	22
B.5 Pertes par résonance gyromagnétique	22
C. VARIABILITÉ	24
C.1 Variation en fonction de la température	24
C.1.1 Coefficient de température	24
C.1.2 Tolérances dans la gamme de températures	24
C.1.3 Facteur de température de la perméabilité	24
C.1.4 Point de Curie	24
C.2 Désaccommodation	24
C.3 Instabilité	24
D. MAGNÉOSTRICTION	26
D.1 Magnéostriktion	26
D.2 Magnéostriktion longitudinale	26
D.3 Magnéostriktion transversale	26
D.4 Magnéostriktion en volume	26
D.5 Magnéostriktion réversible	26
D.6 Magnéostriktion dynamique	26
E. RÉSISTIVITÉ	28
E.1 Résistivité en courant continu	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
1. General definition	9
2. General classification	9
3. Definitions of terms	9
3.1 Scope and object	9
3.2 General	9
3.3 Terms and definitions	11
A. PERMEABILITY	11
A.1 Material constants	11
A.1.1 Absolute permeability	11
A.1.2 Relative permeability	11
A.1.3 Tensor permeability	11
A.1.4 Polder's tensor permeability	11
A.1.5 Complex permeability	11
A.1.6 Initial permeability	13
A.1.7 Amplitude permeability	13
A.1.7.1 General definition	13
A.1.7.2 Permeability rise factor	13
A.1.7.3 Maximum amplitude permeability	15
A.1.8 Incremental permeability	15
A.1.9 Reversible permeability	15
A.1.10 Differential permeability	15
A.2 Measurement and calculation of material constants made on components	15
A.2.1 Toroidal permeability	15
A.2.2 Effective permeability	17
A.2.3 Apparent permeability	19
A.2.4 Complex permeability expressed in series terms	19
A.2.5 Complex permeability expressed in parallel terms	19
A.2.6 Tensor permeability	21
A.2.7 Polder's tensor permeability	21
A.3 Practical quantities related to permeability for coils in cores	21
A.3.1 Turns factor	21
A.3.2 Induction factor	23
B. LOSSES	23
B.1 Total losses of a ferromagnetic part	23
B.2 Eddy current losses	23
B.3 Hysteresis losses	23
B.4 Residual losses	23
B.5 Gyromagnetic resonance loss	23
C. VARIABILITY	25
C.1 Dependence on temperature	25
C.1.1 Temperature coefficient	25
C.1.2 Tolerance over the temperature range	25
C.1.3 Temperature factor of the permeability	25
C.1.4 Curie point	25
C.2 Disaccommodation	25
C.3 Instability	25
D. MAGNETOSTRICTION	27
D.1 Magnetostriction	27
D.2 Longitudinal magnetostriction	27
D.3 Transverse magnetostriction	27
D.4 Volume magnetostriction	27
D.5 Reversible magnetostriction	27
D.6 Dynamic magnetostriction	27
E. RESISTIVITY	29
E.1 D.C. resistivity	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CLASSIFICATION GÉNÉRALE DES MATÉRIAUX EN OXYDES
FERROMAGNÉTIQUES ET DÉFINITION DES TERMES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 40-6, Pièces détachées en oxydes ferromagnétiques (actuellement Comité d'Etudes N° 51, Matériaux ferromagnétiques). Le premier projet avait été préparé par le Secrétariat de l'ancien Comité d'Etudes N° 40, Pièces détachées pour équipements électroniques, comme base de discussion pour un Groupe d'Experts constitué par ce Comité afin d'obtenir des indications sur les travaux qu'il y avait lieu d'entreprendre dans le domaine des oxydes ferromagnétiques.

Ce premier projet a été examiné par le Groupe d'Experts lors de réunions tenues à La Haye en mars 1957 et à Zurich en octobre 1957. Le Comité d'Etudes N° 40, également réuni à Zurich en octobre 1957, décida au cours de cette réunion de remplacer le Groupe d'Experts par un Sous-Comité (40-6) pour traiter des oxydes ferromagnétiques.

Lors de sa première réunion à Stockholm en juillet 1958, le Sous-Comité 40-6 a adopté un projet pour être soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois.

Les 16 pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Allemagne	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Danemark	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
France	Suède
Hongrie	Suisse
Japon	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**GENERAL CLASSIFICATION OF FERROMAGNETIC OXIDE
MATERIALS AND DEFINITIONS OF TERMS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 40-6, Parts made of ferromagnetic oxides (now Technical Committee No. 51, Ferromagnetic materials). The first draft was prepared by the Secretariat of the then Technical Committee No. 40, Components for electronic equipment, as a basis for discussion in an Experts' Group that had been established to advise it with regard to the work to be undertaken in the field of ferromagnetic oxides.

This first draft was discussed by the Experts' Group at meetings held in the Hague, March 1957, and in Zurich, October 1957. Also meeting in Zurich in October 1957, Technical Committee No. 40 decided to set up a Sub-Committee (40-6) to cover the field of ferromagnetic oxides, superseding the Experts' Group.

At the first meeting of the Sub-Committee 40-6 in Stockholm in July 1958, a draft was accepted for submission to the National Committees for approval under the Six Month's Rule.

The following 16 countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Norway
Belgium	Poland
Denmark	Romania
France	Sweden
Germany	Switzerland
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

Les observations formulées par les Comités nationaux ont été examinées au cours de la réunion tenue à Ulm en octobre 1959. Il a alors été décidé de publier le document tel quel, sous réserve d'amendements d'ordre rédactionnel et étant entendu que l'étude des termes et des définitions se poursuivrait afin de compléter la présente publication dans un proche avenir.

Le Comité d'Etudes N° 1, Nomenclature, a été prié de faire savoir s'il a l'intention d'incorporer dans le Vocabulaire Electrotechnique International (Publication 50 de la C.E.I.) une section relative au ferromagnétisme. L'établissement de cette section nécessitant un certain délai et le Comité d'Etudes N° 40 estimant qu'il importe d'éditer la présente publication au plus tôt, il n'a pas été possible d'attendre la décision du Comité d'Etudes N° 1 à cet égard.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60725:1967
Withdram

The comments received from the National Committees were discussed at a meeting held in Ulm in October 1959. It was decided at this meeting that the document should be published in its present form, subject to some editorial amendments and that the study of terms and definitions should be continued with a view to supplementing this publication in the near future.

Technical Committee No. 1, Nomenclature, has been asked if it intends to add a section dealing with ferromagnetism to the International Electrotechnical Vocabulary (I.E.C. Publication 50), in which the terms and definitions of the present publication could be incorporated. Since the preparation of such a section would require additional time and as Technical Committee No. 40 considered that early issue of the present publication was of great importance, it was not possible to await the decision of Technical Committee No. 1 in this matter.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60725:1967
Withdrawn

CLASSIFICATION GÉNÉRALE DES MATÉRIAUX EN OXYDES FERROMAGNÉTIQUES ET DÉFINITION DES TERMES

1. DÉFINITION GÉNÉRALE

Pièces (matériaux) en oxydes ferromagnétiques: pièces (matériaux) présentant des propriétés ferromagnétiques et constituées principalement d'oxydes. Celles-ci comprennent la classe des matériaux habituellement connus sous le nom de ferrites.

2. CLASSIFICATION GÉNÉRALE

La classification suivante des matériaux est établie sur une base fonctionnelle.

- a) Matériaux destinés principalement à accroître la perméabilité d'un circuit magnétique
- b) Matériaux destinés à l'utilisation dans les aimants permanents.
- c) Matériaux dont l'utilisation est basée sur les caractéristiques rectangulaires du cycle d'hystérésis (enregistrement d'informations).
- d) Matériaux destinés à être utilisés dans les cas où il est fait un emploi spécial de la non-linéarité (amplificateurs magnétiques, commutation).
- e) Matériaux destinés à être utilisés dans les cas où il est fait un emploi spécial des effets gyromagnétiques (rotation de Faraday, isolateurs à résonance, déphaseur non réciproque, déplacement de champ).
- f) Matériaux destinés à être utilisés dans les cas où il est fait un emploi spécial de la magnétostriction (transducteur).
- g) Matériaux destinés à être utilisés dans les amplificateurs paramétriques.

3. DÉFINITION DES TERMES

3.1 BUT ET OBJET

Uniformisation des termes et des définitions d'emploi général dans le domaine des matériaux ferromagnétiques, et, plus spécialement, dans le domaine des pièces et matériaux en oxydes ferromagnétiques. Les définitions et les termes spéciaux, tels ceux qui se rapportent à la tension de réponse de noyaux destinés aux dispositifs d'enregistrement d'informations, figureront dans les spécifications particulières.

3.2 GÉNÉRALITÉS

3.2.1 Vocabulaire Electrotechnique International

Le Vocabulaire Electronique International, groupe 05 (Publication 50(05) de la C.E.I., Définitions fondamentales), contient plusieurs termes et définitions sur le magnétisme (principalement à la section 05-25). Quand cela a paru souhaitable, on s'est référé à ce document et, dans la présente publication, on a reproduit les définitions avec leurs numéros de référence précédés de l'abréviation « V.E.I. ».

3.2.2 Conversion du système M.K.S.A. en système C.G.S.

Les équations données ci-après en unités M.K.S.A. sont aussi valables pour le système C.G.S. quand μ_0 égale 1 gauss/œrsted.

GENERAL CLASSIFICATION OF FERROMAGNETIC OXIDE MATERIALS AND DEFINITIONS OF TERMS

1. GENERAL DEFINITION

Ferromagnetic oxide parts (materials): parts (materials) which display ferromagnetic properties and consist primarily of oxides. This includes the class of materials usually known as ferrites.

2. GENERAL CLASSIFICATION

The following material classification has been made on a functional basis.

- a) Material, principally intended to increase the permeability of a magnetic circuit.
- b) Material, intended for use in permanent magnets.
- c) Material, the use of which is based on the rectangular characteristic of the hysteresis loop (data storage).
- d) Material, intended for use in those cases where special use is made of non-linearity (magnetic amplifiers, switching).
- e) Material, intended for use in those cases where special use is made of gyromagnetic effects (Faraday-rotation, resonance isolator, non-reciprocal phase shift, field displacement).
- f) Material, intended for use in those cases where special use is made of magnetostriction (transducers).
- g) Material, intended for use in parametric amplifiers.

3. DEFINITIONS OF TERMS

3.1 SCOPE AND OBJECT

To lay down uniform terms and definitions thereof for general use in the field of ferromagnetic materials and more especially relating to the field of ferromagnetic oxide parts and materials. Special terms and explanations, such as for the voltage response of data storage cores, will be found in the relevant specifications.

3.2 GENERAL

3.2.1 International Electrotechnical Vocabulary

The International Electrotechnical Vocabulary, Group 05, Fundamental definitions (I.E.C. Publication 50(05)), contains several terms and definitions on magnetism (mainly Section 05-25). Where desirable, reference has been made to that document and some definitions have been copied in the present publication together with their reference numbers, preceded by the abbreviation "I.E.V."

3.2.2 Conversion from the M.K.S.A. to the C.G.S. system

The equations given hereafter in M.K.S.A. units, are also valid for the C.G.S system when μ_0 is set equal to 1 gauss/øersted.

3.2.3 Dans des conditions spécifiées

Quand on applique un terme à une pièce en oxyde ferromagnétique, il se peut qu'il soit nécessaire de lui donner un sens limité plus précis que celui qui figure dans la présente publication. De telles limitations figureront dans la spécification particulière de la pièce en question. Cela est indiqué dans la suite par l'expression « dans des conditions spécifiées ».

3.3 TERMES ET DÉFINITIONS

A. PERMÉABILITÉ

A.1 Caractéristiques du matériau

A.1.1 Perméabilité absolue (V.E.I. 05-25-045)

Quotient de l'induction par le champ magnétique qui la produit.

A.1.2 Perméabilité relative (V.E.I. 05-25-050)

Rapport de la perméabilité absolue d'une substance ou d'un milieu à celle du vide.

Note: Les perméabilités mentionnées ci-après peuvent être utilisées comme des perméabilités absolues ou relatives. Lorsque dans les définitions suivantes on supprime μ_0 , la perméabilité devient absolue.

A.1.3 Perméabilité tensorielle

Dans des conditions spécifiées, quotient des vecteurs représentant l'induction et le champ à l'intérieur du matériau.

Note 1: En présence d'un second champ actif, la perméabilité tensorielle devient un tenseur du second ordre.

Note 2: Quand les champs dépendent du temps, les composantes tensorielles résultantes peuvent être complexes puisqu'elles représentent également les parties dans le milieu.

A.1.4 Perméabilité tensorielle de Polder

Dans des conditions spécifiées pour un modèle déterminé avec des champs qui dépendent du temps, la perméabilité tensorielle de second ordre, dans le cas où le second champ magnétique est un champ continu qui sature le matériau.

A.1.5 Perméabilité complexe

Dans des conditions spécifiées, quotient complexe des vecteurs représentant l'induction et le champ à l'intérieur du matériau, un de ces vecteurs variant sinusoidalement avec le temps et en ne prenant que la composante de l'autre vecteur qui varie sinusoidalement à la même fréquence. Les vecteurs d'espace caractérisant le champ et l'induction sont supposés parallèles.

$$\bar{\mu} = \mu'_s - j\mu''_s = \frac{1}{\mu_0} \frac{\bar{B}}{\bar{H}} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{\bar{\mu}} = \frac{1}{\mu'_p} - \frac{j}{\mu''_p} = \mu_0 \frac{\bar{H}}{\bar{B}}$$

$\bar{\mu}$ = perméabilité complexe,

μ_0 = perméabilité absolue du vide en volt secondes par ampère mètre,

\bar{H} = le champ complexe en ampères/mètre,

\bar{B} = l'induction complexe, en webers/mètre carré,

j = $\sqrt{-1}$.

Note 1: Quand le champ est suffisamment petit pour que la perméabilité complexe soit indépendante du champ, le module des deux vecteurs aura la même forme d'onde.

Note 2: Pour la perméabilité complexe exprimée en éléments « série », voir l'article A.2.4.
Pour la perméabilité complexe exprimée en éléments « parallèle », voir l'article A.2.5.

3.2.3 Under stated conditions

When applying a term to a specific part of ferromagnetic oxide, it may be suitable to limit the meaning of that term in a more precise way than has been done in this publication. Such limitations will be found in the relevant specification for the part under consideration. It is indicated in the following by the expression “under stated conditions”.

3.3 TERMS AND DEFINITIONS

A. PERMEABILITY

A.1 Material constants

A.1.1 Absolute permeability (I.E.V. 05-25-045)

The magnetic flux density divided by the magnetic field strength.

A.1.2 Relative permeability (I.E.V. 05-25-050)

The ratio of the absolute permeability of a substance or medium to that of a vacuum.

Note: The permeabilities mentioned hereafter can be used as absolute and relative permeabilities. By deleting μ_o in the following definitions, the permeability becomes absolute.

A.1.3 Tensor permeability

Under stated conditions, the quotient of the space vectors representing induction and field strength inside the material.

Note 1: In the presence of a second active field, the tensor permeability becomes a second order tensor.

Note 2: If the fields are time dependent, the resulting tensor components may be complex since they also represent the losses in the medium.

A.1.4 Polder's tensor permeability

For a specific model with time dependent fields, the second order tensor permeability in the case when the second magnetic field is a static field which saturates the material.

A.1.5 Complex permeability

Under stated conditions, the complex quotient of the vectors representing induction and field strength inside the material, one of these vectors varying sinusoidally with time, and that component being chosen from the other vector, which varies sinusoidally at the same frequency.

The space vectors characterising field strength and induction are assumed to be parallel.

$$\bar{\mu} = \mu'_s - j\mu''_s = \frac{1}{\mu_o} \frac{\bar{B}}{\bar{H}} \text{ or } \frac{1}{\bar{\mu}} = \frac{1}{\mu'_p} - \frac{j}{\mu''_p} = \mu_o \frac{\bar{H}}{\bar{B}}$$

$\bar{\mu}$ = complex permeability

μ_o = absolute permeability of vacuum in volt seconds per ampere metre

\bar{H} = the complex field strength, in amperes per metre

\bar{B} = the complex induction, in webers per square metre

j = $\sqrt{-1}$.

Note 1: When the field strength is sufficiently small to ensure that the complex permeability is independent of the field strength, the moduli of both vectors will have the same wave shape.

Note 2: For the complex permeability expressed in series terms, see Clause A.2.4.
For the complex permeability expressed in parallel terms, see Clause A.2.5.

A.1.6 *Perméabilité initiale* (V.E.I. 05-25-195)

Dans des conditions spécifiées, valeur limite de la perméabilité d'un corps ferromagnétique à l'origine de la courbe de première aimantation.

$$\mu_i = \frac{1}{\mu_o} \lim_{H \rightarrow 0} \frac{B}{H}$$

μ_i = perméabilité relative initiale,

μ_o = perméabilité absolue du vide en volt secondes par ampère mètre,

H = paramètre caractérisant l'amplitude du champ alternatif (par exemple valeur de crête) en ampères/mètre,

B = paramètre correspondant pour l'induction (par exemple valeur de crête) en webers/mètre carré.

Note: Pour le système électromagnétique C.G.S., H est exprimé en œrstedes, B en gauss et $\mu_o = 1$.

A.1.7 *Perméabilité d'amplitude*

A.1.7.1 *Définition générale*

Dans des conditions spécifiées, perméabilité pour une valeur donnée du champ (ou de l'induction) le champ variant périodiquement avec le temps et aucun champ continu n'étant appliqué.

$$\mu_a = \frac{1}{\mu_o} \frac{B}{H}$$

μ_a = perméabilité relative d'amplitude,

μ_o = perméabilité absolue du vide en volt secondes par ampère mètre,

H = paramètre caractérisant l'amplitude du champ alternatif en ampères/mètre,

B = paramètre correspondant pour l'induction en webers/mètre carré.

Note 1: Pour le système électromagnétique C.G.S., H est exprimé en œrstedes, B en gauss et $\mu_o = 1$.

Note 2: En particulier la forme d'onde du champ (ou de l'induction) et les paramètres caractérisant respectivement le champ et l'induction doivent être définis.

A ce dernier égard, deux perméabilités d'amplitude sont communément utilisées, à savoir:

— perméabilité d'amplitude des valeurs efficaces:

$$\mu_{ae} = \frac{1}{\mu_o} \frac{B_e}{H_e} \text{ où } B_e \text{ et } H_e \text{ sont des valeurs efficaces.}$$

— perméabilité d'amplitude des valeurs de crête:

$$\mu_{ap} = \frac{1}{\mu_o} \frac{\hat{B}}{\hat{H}} \text{ où } \hat{B} \text{ et } \hat{H} \text{ sont des valeurs de crête.}$$

A.1.7.2 *Coefficient d'augmentation de perméabilité*

Variation relative de la perméabilité d'amplitude entre deux valeurs spécifiées du champ sinusoïdal.

$$\delta = \frac{\mu_{a2} - \mu_{a1}}{\mu_{a1} (H_2 - H_1)}$$

δ = facteur d'augmentation de la perméabilité entre H_1 et H_2 ,

μ_{a2} et μ_{a1} = perméabilité d'amplitude en champ sinusoïdal mesurée respectivement à H_2 et H_1 ,

H_2 et H_1 = paramètre caractérisant l'amplitude sinusoïdale du champ en ampères/mètre ($H_2 > H_1$).

Note: Les mêmes considérations que celles données dans la note 2 de l'article A.1.7.1. s'appliquent ici.

A.1.6 Initial permeability (I.E.V. 05-25-195)

Under stated conditions, the limiting value of permeability of a ferromagnetic body at the origin of the curve of first magnetization.

$$\mu_i = \frac{1}{\mu_o} \lim_{H \rightarrow 0} \frac{B}{H}$$

- μ_i = relative initial permeability
 μ_o = absolute permeability of vacuum in volt seconds per ampere metre
 H = parameter characterizing the amplitude of the alternating field strength (e.g. peak value) in amperes per metre
 B = corresponding parameter for the induction (e.g. peak value) in webers per square metre.

Note: For the electro-magnetic C.G.S. system, H is expressed in oersteds, B , in gauss and $\mu_o = 1$.

A.1.7 Amplitude permeability

A.1.7.1 General definition

Under stated conditions, the permeability at a stated value of the field strength (or of the induction), the field strength varying periodically with time and no static magnetic field being present.

$$\mu_a = \frac{1}{\mu_o} \frac{B}{H}$$

- μ_a = relative amplitude permeability
 μ_o = absolute permeability of vacuum in volt seconds per ampere metre
 H = parameter characterizing the amplitude of the alternating field strength in amperes per metre
 B = corresponding parameter for the induction in webers per square metre.

Note 1: For the electro-magnetic C.G.S. system, H is expressed in oersteds, B in gauss and $\mu_o = 1$.

Note 2: In particular, the wave shape of the field strength (or induction) and the parameters characterizing the field strength and the induction respectively should be stated.

In this latter respect, two amplitude permeabilities are commonly used, viz.:

Amplitude permeability of r.m.s. values:

$$\mu_{ae} = \frac{1}{\mu_o} \frac{B_e}{H_e}, \text{ where } B_e \text{ and } H_e \text{ are r.m.s. values.}$$

Amplitude permeability of peak values:

$$\mu_{ap} = \frac{1}{\mu_o} \frac{\hat{B}}{\hat{H}}, \text{ where } \hat{B} \text{ and } \hat{H} \text{ are peak values.}$$

A.1.7.2 Permeability rise factor

The relative change of the amplitude permeability between two specified values of the sinusoidal field strength.

$$\delta = \frac{\mu_{a2} - \mu_{a1}}{\mu_{a1} (H_2 - H_1)}$$

- δ = permeability rise factor between H_1 and H_2
 μ_{a2} and μ_{a1} = amplitude permeability at sinusoidal field strength measured at H_2 and H_1 respectively
 H_2 and H_1 = parameter characterizing the amplitude of the sinusoidal field strength in amperes per metre ($H_2 > H_1$).

Note: The same considerations as given in Note 2 of Clause A.1.7.1 apply here.

A.1.7.3 Perméabilité d'amplitude maximale

Valeur maximale de la perméabilité d'amplitude en fonction du champ (ou de l'induction).

Note: Les mêmes considérations que celles données dans la note 2 de l'article A. 1.7.1 s'appliquent ici.

A.1.8 Perméabilité avec champ continu superposé

Dans des conditions spécifiées, perméabilité pour un faible champ alternatif et en présence d'un champ continu.

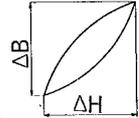
$$\mu_{\Delta} = \frac{1}{\mu_0} \frac{\Delta B}{\Delta H}$$

μ_{Δ} = perméabilité relative avec champ continu superposé,

μ_0 = perméabilité absolue du vide en volt secondes par ampère mètre,

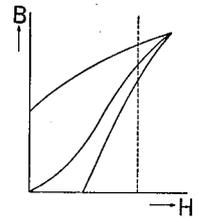
ΔH = paramètre caractérisant la valeur crête à crête du champ continu superposé en ampères/mètre,

ΔB = paramètre correspondant pour l'induction en webers/mètre carré.



Note 1: Dans le système électromagnétique C.G.S., ΔH est exprimé en œersteds, ΔB en gauss et $\mu_0 = 1$.

Note 2: En particulier les points suivants devraient être spécifiés:
 Direction relative du champ continu et alternatif;
 Manière d'obtenir le champ continu (voir figure); l'amplitude du champ alternatif.
 En général le champ alternatif est approximativement sinusoïdal.



A.1.9 Perméabilité réversible

Valeur limite de la perméabilité avec champ continu superposé quand le champ alternatif tend vers zéro.

$$\mu_{\text{rev}} = \lim_{\Delta H \rightarrow 0} \mu_{\Delta}$$

Note: Pour le moment, ce terme est utilisé pour les aimants permanents pour désigner la perméabilité dans un état donné d'aimantation (point de la courbe $B-H$ dans le second quadrant). Cette pratique est déconseillée.

A.1.10 Perméabilité différentielle (V.E.I. 05-25-190)

Quotient de la variation élémentaire de l'aimantation ou de l'induction par la variation correspondante du champ magnétique.

$$\mu_{\text{dif}} = \frac{1}{\mu_0} \frac{dB}{dH}$$

μ_{dif} = perméabilité relative différentielle,

μ_0 = perméabilité absolue du vide, en volt secondes par ampère mètre,

dH = variation infiniment petite du champ, en ampères/mètre,

dB = variation correspondante de l'induction au point considéré de la courbe $B-H$ en webers/mètre carré.

Note: Pour le système électromagnétique C.G.S., dH est exprimé en œersteds, dB en gauss et $\mu_0 = 1$.

A.2 Mesures et calculs des constantes du matériau sur les pièces détachées

A.2.1 Perméabilité toroïdale

Dans des conditions spécifiées, perméabilité relative intrinsèque d'un matériau déterminé en faisant des mesures sur un tore du matériau. Celle-ci est fréquemment calculée d'après les mesures

A.1.7.3 Maximum amplitude permeability

The maximum value of the amplitude permeability as a function of the field strength (or of the induction).

Note: The same considerations as given in Note 2 of Clause A.1.7.1 apply here.

A.1.8 Incremental permeability

Under stated conditions, the permeability at alternating magnetic field and in the presence of a static magnetic field.

$$\mu_{\Delta} = \frac{1}{\mu_0} \frac{\Delta B}{\Delta H}$$

μ_{Δ} = relative incremental permeability

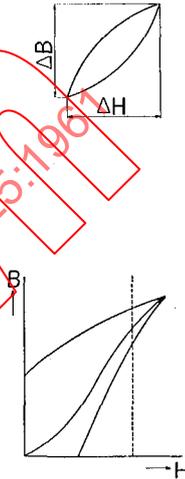
μ_0 = absolute permeability of vacuum in volt seconds per ampere metre

ΔH = parameter characterizing the peak-to-peak value of the incremental field strength in amperes per metre

ΔB = corresponding parameter for the induction in webers per square metre.

Note 1: For the electro-magnetic C.G.S. system, ΔH is expressed in oersteds, ΔB in gauss and $\mu_0 = 1$.

Note 2: In particular, the following points should be stated:
the relative directions of the static and alternating fields;
the way of attaining the static field strength (see figure); the amplitude of the alternating field strength.
In general, the alternating field strength will be approximately sinusoidal.



A.1.9 Reversible permeability

The limiting value of the incremental permeability when the alternating field strength approaches zero.

$$\mu_{\text{rev}} = \lim_{\Delta H \rightarrow 0} \mu_{\Delta}$$

Note: At present, this term is used for permanent magnets to indicate the permeability at a given state of magnetization (point on the B - H curve in the second quadrant). This practice is deprecated.

A.1.10 Differential permeability (I.E.V. 05-25-190)

The rate of change of the magnetization or of the induction with respect to the magnetic field.

$$\mu_{\text{dif}} = \frac{1}{\mu_0} \frac{dB}{dH}$$

μ_{dif} = relative differential permeability

μ_0 = absolute permeability of vacuum in volt seconds per ampere metre

dH = infinitely small change of field strength in amperes per metre

dB = corresponding change of induction in the considered point of the B - H -curve in webers per square metre.

Note: For the electro-magnetic C.G.S. system dH is expressed in oersteds, dB in gauss and $\mu_0 = 1$.

A.2 Measurement and calculation of material constants on components

A.2.1 Toroidal permeability

Under stated conditions, the intrinsic relative permeability of a material, determined by making measurements on a toroid of the material. This is frequently calculated from measurements, made

effectuées sur une bobine sur le tore dans lequel les champs de fuites ont été réduits ou peuvent être négligés et en utilisant l'expression approximative:

$$\mu_{\text{tor}} - 1 = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{L - L'}{N^2} \cdot \frac{l}{A}$$

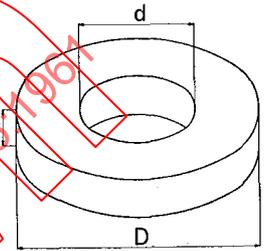
- μ_{tor} = perméabilité relative toroïdale,
- μ_0 = perméabilité absolue du vide en volt secondes par ampère mètre,
- L = inductance en henrys de la bobine sur le noyau,
- L' = inductance en henrys de la bobine sans noyau,
- N = nombre de spires de la bobine,
- l = ligne magnétique en mètres mesurée le long de l'axe circulaire du tore (voir note 2),
- A = section droite du tore en mètres carrés.

Note 1: Dans le cas où L est donné en henrys, l en centimètres et A en centimètres carrés, l'équation suivante s'applique:

$$\mu_{\text{tor}} - 1 = \frac{L - L'}{0,4\pi N^2} \cdot \frac{l}{A} \cdot 10^8$$

Note 2: Quand un tore à section rectangulaire est utilisé, la formule exacte suivante est valable:

$$\mu_{\text{tor}} - 1 = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{L - L'}{N^2} \cdot \frac{2\pi}{h \log_e \frac{D}{d}}$$



Dans le cas où L est donné en henrys, l en centimètres et A en centimètres carrés, l'équation suivante s'applique:

$$\mu_{\text{tor}} - 1 = \frac{L - L'}{0,2N^2} \cdot \frac{1}{h \log_e \frac{D}{d}} \cdot 10^8$$

Voir la figure pour la définition des symboles.

Note 3: Les mesures de perméabilité toroïdale peuvent être effectuées pour une quelconque des perméabilités définies dans les articles A.1.6 à A.1.10.

Ceci peut être indiqué en utilisant les expressions: perméabilité toroïdale initiale, perméabilité toroïdale d'amplitude, etc.

Note 4: Une autre méthode à laquelle s'applique la formule du courant pelliculaire utilise un coaxial ou une cavité pour l'échantillon toroïdal au lieu d'une bobine.

Il y a lieu de ne pas omettre les corrections lorsque l'échantillon n'empli pas complètement l'espace intérieur de la bobine.

A.2.2 Perméabilité effective

Dans des conditions spécifiées, perméabilité que devrait avoir un matériau hypothétique homogène pour obtenir, avec les mêmes dimensions, la même reluctance totale qu'une pièce fabriquée avec plusieurs matériaux, dans les cas où le flux de fuite magnétique est négligeable.

Les équations intéressantes sont:

$$\mu_e = \frac{1}{\mu_0} \frac{L}{N^2} \sum \frac{l}{A} \qquad \mu_e = \frac{\sum \frac{l}{A}}{\sum \frac{l}{\mu A}}$$

- μ_e = perméabilité relative effective,
- μ_0 = perméabilité absolue du vide en volt secondes par ampère mètre,
- L = inductance en henrys de la bobine de mesure placée sur le noyau,
- N = nombre des spires de la bobine de mesure,
- l = longueur magnétique en mètres de chaque partie de section droite constante et de même matériau,
- A = surface de la section droite en mètres carrés de chaque partie,
- μ = perméabilité de chaque matériau.

on a coil wound on the toroid, in which stray fields have been minimized or can be neglected, using the approximate expression:

$$\mu_{\text{tor}} - 1 = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{L - L'}{N^2} \cdot \frac{l}{A}$$

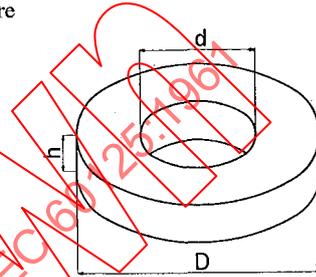
- μ_{tor} = relative toroidal permeability
- μ_0 = absolute permeability of vacuum in volt seconds per ampere metre
- L = self-inductance in henrys of the coil on the core
- L' = self-inductance in henrys of the coil without core
- N = number of turns of the coil
- l = magnetic length in metres measured along the axis circle of the toroid (see note 2)
- A = cross-sectional area of the toroid in square metres.

Note 1: In the case when L is given in henrys, l in centimetres and A in square centimetres the following equation applies

$$\mu_{\text{tor}} - 1 = \frac{L - L'}{0.4\pi N^2} \cdot \frac{l}{A} \cdot 10^8$$

Note 2: When a ring with rectangular cross-section is used, the following exact formula is valid:

$$\mu_{\text{tor}} - 1 = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{L - L'}{N^2} \cdot \frac{2\pi}{h \log_e \frac{D}{d}}$$



or, in the case when L is given in henrys, l in centimetres and A in square centimetres the following equation applies:

$$\mu_{\text{tor}} - 1 = \frac{L - L'}{0.2N^2} \cdot \frac{l}{h \log_e \frac{D}{d}} \cdot 10^8$$

See figure for an explanation of the symbols.

Note 3: The toroidal permeability measurements can be made corresponding to any of the permeabilities defined in Clauses of A.1.6 to A.1.10.

This can be indicated by using the terms: toroidal initial permeability, toroidal amplitude permeability, etc.

Note 4: An alternative method to which the current-sheet formula applies, employs a coaxial holder or a cavity for the toroidal specimen instead of a wound coil.

Special attention must be paid when the core does not completely fill the space in the holder.

A.2.2 Effective permeability

Under stated conditions for a component built up of different materials, the magnetic stray flux being negligible, the resulting permeability, defined as the permeability of a hypothetical homogeneous material having the same shape, dimensions and total reluctance.

Two equations are of interest:

$$\mu_e = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{L}{N^2} \cdot \sum \frac{l}{A} \qquad \mu_e = \frac{\sum \frac{l}{A}}{\sum \frac{l}{\mu A}}$$

- μ_e = relative effective permeability
- μ_0 = absolute permeability of vacuum in volt seconds per ampere metre
- L = self-inductance in henrys of the measuring coil placed on the core
- N = number of turns of the measuring coil
- l = magnetic length in metres of each part of constant cross-sectional area and of the same material
- A = cross-sectional area in square metres of each part
- μ = permeability of each material.

Note 1: La perméabilité effective est utilisée pour le calcul du coefficient de température et des pertes, en particulier pour les coefficients δ/μ et les pertes par hystérésis.

Note 2: Les formules sont spécialement utilisées pour des noyaux avec entrefer. La première formule est utilisée pour les mesures, la seconde pour les calculs dans le cas où les dimensions du noyau sont données.

A.2.3 Perméabilité apparente

Dans des conditions spécifiées, perméabilité relative mesurée sur un noyau à l'aide d'une bobine de mesure, le paramètre caractérisant l'induction dans le noyau étant l'inductance de la bobine de mesure quand elle est placée sur le noyau et le paramètre caractérisant le champ appliqué au noyau étant l'inductance de la bobine de mesure quand elle est placée dans l'air.

$$\mu_{\text{app}} = \frac{L}{L'}$$

μ_{app} = perméabilité apparente,

L = inductance en henrys de la bobine de mesure avec le noyau,

L' = inductance en henrys de la bobine de mesure sans le noyau.

Note: Cette quantité est purement arbitraire et dépend beaucoup de la forme du noyau et de la bobine, de la position de la bobine sur le noyau, etc.

Note relative aux articles A.2.2 et A.2.3: La perméabilité effective n'est égale à la perméabilité apparente que lorsque la distribution du champ magnétique dans la bobine avec ou sans noyau est identique. Ceci peut être le cas pour des bobines toroïdales.

A.2.4 Perméabilité complexe exprimée en éléments « série »

Dans des conditions spécifiées, perméabilité relative complexe mesurée sur un noyau à l'aide d'une bobine, le paramètre caractérisant l'induction dans le noyau étant l'impédance de la bobine quand celle-ci est placée sur le noyau, exprimée comme montage série de réactance et de résistance et le paramètre caractérisant le champ étant la réactance inductive de cette bobine si elle était placée sur un noyau de mêmes dimensions et de perméabilité relative égale à l'unité (la distribution du champ magnétique étant identique dans les deux cas). L'impédance de la bobine doit être entièrement déterminée par les propriétés magnétiques (pertes dans le cuivre négligeables, etc.).

$$\bar{\mu} = \mu'_s - j\mu''_s$$

$$\bar{Z} = j\omega L_s + R_s = j\omega\bar{\mu}L_o$$

$$L_s = \mu'_s L_o$$

$$R_s = \omega\mu''_s L_o$$

$\bar{\mu}$ = perméabilité complexe,

j = $\sqrt{-1}$,

ω = 2π . fréquence en hertz,

L_s = inductance de la bobine en henrys comportant un noyau de matériau magnétique (calculé comme inductance série),

L_o = inductance série d'une bobine en henrys comportant un noyau ayant une perméabilité égale à celle du vide,

R_s = résistance d'une bobine en ohms comportant un noyau de matériau magnétique (calculée comme résistance série),

\bar{Z} = impédance complexe en ohms.

A.2.5 Perméabilité complexe exprimée en éléments « parallèle »

Dans des conditions spécifiées, perméabilité complexe relative mesurée sur un noyau à l'aide d'une bobine, le paramètre caractérisant l'induction étant l'impédance de la bobine quand celle-ci est placée sur le noyau, exprimée comme un montage parallèle de réactance et de résistance, et le

Note 1: The effective permeability is used for the calculation of temperature coefficient and losses, such as $\tan \delta/\mu$ and hysteresis losses.

Note 2: The formulae are especially used for cores with an air gap. The first formula is used for measurements, the second one for calculations in those cases where dimensions of the core are given.

A.2.3 Apparent permeability

Under stated conditions, the relative permeability measured on a core with the aid of a measuring coil, the parameter characterizing the induction in the core being the self-inductance of the measuring coil when placed on the core and the parameter characterizing the field strength applied to the core being the self-inductance of the measuring coil when it is placed in air.

$$\mu_{\text{app}} = \frac{L}{L'}$$

μ_{app} = apparent permeability

L = self-inductance in henrys of the measuring coil with the core of magnetic material

L' = self-inductance in henrys of the measuring coil without core.

Note: This quantity is purely arbitrary and is very dependent on the form of core and coil, the position of the coil on the core, etc.

Note to Clauses A.2.2 and A.2.3: The effective permeability equals the apparent permeability only when the distribution of the magnetic field in the coil with and without core is identical. This may be the case for toroidal coils.

A.2.4 Complex permeability expressed in series terms

Under stated conditions, the complex relative permeability as measured on a core with the aid of a coil, the parameter characterizing the induction in the core being the impedance of the coil when placed on the core, expressed as a series connection of reactance and resistance, and the parameter characterizing the field strength being the self-inductive reactance this coil would have were it placed on a core of the same dimensions but with unit relative permeability (the distribution of the magnetic field being identical in both cases). The impedance of the coil should be entirely determined by the magnetic properties (negligible copper losses etc.).

$$\bar{\mu} = \mu'_s - j\mu''_s$$

$$\bar{Z} = j\omega L_s + R_s = j\omega \bar{\mu} L_o$$

$$L_s = \mu'_s L_o$$

$$R_s = \omega \mu''_s L_o$$

$\bar{\mu}$ = complex permeability

j = $\sqrt{-1}$

ω = 2π frequency in hertz (cycles per second)

L_s = self-inductance of the coil in henrys with a core of magnetic material (calculated as series inductance)

L_o = self-inductance of the coil in henrys with a core having a permeability equal to that of vacuum

R_s = resistance of the coil in ohms with a core of magnetic material (calculated as series resistance)

\bar{Z} = complex impedance in ohms.

A.2.5 Complex permeability expressed in parallel terms

Under stated conditions, the complex relative permeability as measured on a core with the aid of a coil, the parameter characterizing the induction being the impedance of the coil when placed on the core, expressed as a parallel connection of reactance and resistance, and the parameter

paramètre caractérisant le champ étant la réactance inductive qu'aurait cette bobine si elle était sur un noyau de mêmes dimensions et de perméabilité relative égale à l'unité (la distribution du champ magnétique étant identique dans les deux cas). L'impédance de la bobine doit être entièrement déterminée par les propriétés magnétiques (pertes dans le cuivre négligeables, etc.).

$$\frac{1}{\bar{\mu}} = \frac{1}{\mu'_p} - \frac{1}{j\mu''_p}$$

$$\frac{1}{\bar{Z}} = \frac{1}{j\omega L_p} + \frac{1}{R_p} = \frac{1}{j\omega\mu L_o}$$

$\bar{\mu}$ = perméabilité complexe,

j = $\sqrt{-1}$,

ω = 2π . fréquence en hertz,

L_p = inductance de la bobine en henrys comportant un noyau de matériau magnétique (calculée comme inductance parallèle),

L_o = inductance de la bobine en henrys comportant un noyau ayant une perméabilité égale à celle du vide,

R_p = résistance de la bobine en ohms comportant un noyau de matériau magnétique (calculée comme résistance parallèle),

\bar{Z} = impédance complexe en ohms.

Notes relatives aux articles A.2.4 et A.2.5:

Note 1: La relation entre μ'_s et μ'_p est donnée par:

$$\mu'_p = \mu'_s (1 + \text{tg}^2\delta)$$

$$\text{tg} \delta = \frac{\mu''_s}{\mu'_s} = \frac{\mu''_p}{\mu'_p}$$

Pour des noyaux où $\text{tg} \delta$ est plus petit que 0,1 les parties réelles des perméabilités complexes sont pratiquement égales. Il se peut que ce ne soit pas le cas pour des noyaux de transformateurs où $\text{tg} \delta$ peut dépasser 1.

Note 2: Les parties réelles de la perméabilité complexe correspondent à la perméabilité relative et les parties imaginaires aux pertes magnétiques.

A.2.6 Perméabilité tensorielle

A l'étude.

A.2.7 Perméabilité tensorielle de Polder

A l'étude.

A.3 Grandeurs pratiques en relation avec la perméabilité pour les bobines à noyau

A.3.1 Facteur de tours (Facteur de spires)

Dans des conditions spécifiées, nombre de spires qu'une bobine de forme et de dimensions données placée sur le noyau dans une position spécifiée devrait avoir pour obtenir une unité d'inductance.

Quand il est mesuré avec une bobine de mesure de la forme et des dimensions données, et placé dans la même position, il est calculé à partir de la formule:

$$\alpha = \frac{N}{\sqrt{L}}$$

α = facteur de tours (facteur de spires),

N = nombre de spires de la bobine de mesure,

L = inductance en henrys de la bobine de mesure placée sur le noyau.

characterizing the field strength being the self-inductive reactance this coil would have were it placed on a core of the same dimensions but with unit relative permeability (the distribution of the magnetic field being identical in both cases). The impedance of the coil should be entirely determined by the magnetic properties (negligible copper losses etc.).

$$\frac{1}{\bar{\mu}} = \frac{1}{\mu'_p} - \frac{1}{j\omega\mu''_p}$$

$$\frac{1}{\bar{Z}} = \frac{1}{j\omega L_p} + \frac{1}{R_p} = \frac{1}{j\omega\mu L_o}$$

$\bar{\mu}$ = complex permeability

j = $\sqrt{-1}$

ω = 2π . frequency in hertz (cycles per second)

L_p = self-inductance of the coil in henrys with a core of magnetic material (calculated as parallel inductance)

L_o = self-inductance of the coil in henrys with a core having a permeability equal to that of vacuum

R_p = resistance of the coil in ohms with a core of magnetic material (calculated as parallel resistance)

\bar{Z} = complex impedance in ohms.

Notes to Clauses A.2.4 and A.2.5:

Note 1: The relation between μ'_s and μ'_p is given by:

$$\mu'_p = \mu'_s (1 + \tan^2 \delta)$$

$$\tan \delta = \frac{\mu''_s}{\mu'_s} = \frac{\mu''_p}{\mu'_p}$$

For cores where $\tan \delta$ is smaller than 0.1, the real parts of the complex permeabilities are practically equal. This may not be the case for transformer cores where $\tan \delta$ may exceed 1.

Note 2: The real parts of the complex permeability correspond to the relative permeability and the imaginary parts correspond to magnetic losses.

A.2.6 Tensor permeability

Under consideration.

A.2.7 Polder's tensor permeability

Under consideration.

A.3 Practical quantities related to permeability for coils on cores

A.3.1 Turns factor

Under stated conditions, the number of turns that a coil of specified shape and dimensions placed on the core in a given position should have to obtain a given unit of self-inductance.

When measured with a measuring coil of the specified shape and dimensions and placed in the same position, it is derived from:

$$\alpha = \frac{N}{\sqrt{L}}$$

α = turns factor

N = number of turns of the measuring coil

L = self-inductance in henrys of the measuring coil placed on the core.

A.3.2 Inductance spécifique

Dans des conditions spécifiées, inductance qu'une bobine de forme et de dimensions données placée sur le noyau dans une position déterminée aurait si elle était composée d'une spire:

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

A_L = inductance spécifique,
 L = inductance de la bobine en henrys,
 N = nombre de spires de la bobine.

Note relative aux articles A.3.1 et A.3.3: Le carré du facteur de tours est égal à l'inverse de l'inductance spécifique quand le même système d'unité est utilisé.

Le facteur de tours et l'inductance spécifique peuvent correspondre à une quelconque perméabilité définie dans les articles A.1.6 à A.1.10. On peut l'indiquer en utilisant les termes: facteur de tours initial, etc.

B. PERTES

Note: Les définitions des méthodes caractérisant les pertes (par exemple tangente de l'angle de pertes, pertes par unité de volume, facteur de qualité) sont à l'étude.

B.1 Pertes totales d'une pièce ferromagnétique

Dans des conditions spécifiées, puissance absorbée par une pièce en matériau ferromagnétique et dissipée sous forme de chaleur lorsque cette pièce est soumise à un champ magnétique variable avec le temps.

Note: Définition des pertes (V.E.I. 05-04-035)

Différence entre les valeurs des grandeurs fournies à un système et celles de même nature restituées par le même système (énergie, puissance, quantité d'électricité, etc.).

B.2 Pertes par courants de Foucault

Pertes causées par les courants de Foucault dans une pièce ferromagnétique.

Note: Définition des courants de Foucault (V.E.I. 05-20-095).

Courants induits à l'intérieur de masses conductrices par des variations d'induction magnétique.

B.3 Pertes par hystérésis

Pertes causées par hystérésis magnétique dans une pièce ferromagnétique, quand le champ magnétique varie avec le temps.

Note: Définition de l'hystérésis magnétique (V.E.I. 05-25-215):

Phénomène par lequel l'aimantation des corps ferromagnétiques dépend, non seulement de la valeur actuelle du champ, mais aussi des états magnétiques antérieurs.

B.4 Pertes résiduelles

Différence entre les pertes totales (B.1) et la somme des pertes par courants de Foucault et hystérésis.

B.5 Pertes par résonance gyromagnétique

Pertes associées à l'existence de la résonance gyromagnétique.

Note: Les détails sont à l'étude.

A.3.2 Induction factor

Under stated conditions, the self-inductance that a coil of specified shape and dimensions placed on the core in a given position should have, if it consisted of one turn.

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

A_L = induction factor
 L = self-inductance of the coil in henrys.
 N = number of turns of the coil.

Note to Clauses A.3.1 and A.3.2: The square of the turns factor is equal to the inverse of the induction factor, when the same system of units is used.

The turns factor and induction factor may correspond to any of the permeabilities defined in Clauses A.1.6 to A.1.10. This can be indicated by using the terms: initial turns factor, etc.

B. LOSSES

Note: Definitions for the methods of quoting losses (e.g. tangent of the loss angle, losses per unit volume, quality factor) are under consideration.

B.1 Total losses of a ferromagnetic part

Under stated conditions, the power absorbed by a body of ferromagnetic material and dissipated as heat when that body is subjected to a time-varying magnetic field.

Note: Definition of losses (I.E.V. 05-04-035)
The difference between input and the useful output of a system (energy, power, quantity of electricity, etc.).

B.2 Eddy current losses

The losses caused by the eddy currents in a ferromagnetic part.

Note: Definition of eddy (Foucault) currents (I.E.V. 05-20-095).
The currents induced in the interior of conducting masses by variations of the magnetic flux.

B.3 Hysteresis losses

The losses caused by the magnetic hysteresis in a ferromagnetic part, when the magnetic field varies with time.

Note: Definition of magnetic hysteresis (I.E.V. 05-25-215).
The phenomenon by which the magnetization of ferromagnetic bodies depends, not only on the actual value of the field, but also on the previous magnetic state.

B.4 Residual losses

The difference between the total losses (B.1) and the sum of the eddy current and hysteresis losses.

B.5 Gyromagnetic resonance loss

The loss associated with the occurrence of gyromagnetic resonance.

Note: Details are under consideration.

C. VARIABILITÉ

C.1 *Variation en fonction de la température*

Note: Lorsque l'on mesure la variation de la perméabilité en fonction de la température, il convient de prêter attention aux phénomènes irréversibles qui peuvent être superposés aux phénomènes réversibles. La méthode à utiliser en vue de séparer ces effets parasites sera précisée après une étude plus approfondie. Il y a lieu de tenir compte, entretemps, que les définitions du présent article ne s'appliquent qu'aux effets réversibles.

C.1.1 *Coefficient de température (V.E.I. 05-41-90)*

- 1) Entre deux températures déterminées (coefficient moyen): quotient de la variation relative de la grandeur considérée par l'écart de température qui la produit.
- 2) A une température donnée: valeur limite du coefficient moyen lorsque l'écart de température tend vers zéro.

C.1.2 *Tolérances dans la gamme de températures*

Différence des limites entre lesquelles la valeur mesurée de la quantité doit se trouver à une température quelconque comprise dans la gamme de températures spécifiée, quand les mesures sont faites dans des conditions d'équilibre de température et des conditions de mesures données.

C.1.3 *Facteur de température de la perméabilité (ou d'une quantité en dépendant)*

Facteur défini par:

$$\frac{\Delta\mu}{\Delta T} \times \frac{1}{\mu^2}$$

- $\Delta\mu$ = variation de la perméabilité (ou d'une quantité en dépendant) pour une variation de température ΔT ,
 ΔT = variation de température,
 μ = perméabilité (ou quantité en dépendant) à une température donnée.

C.1.4 *Point de Curie (V.E.I. 05-25-095)*

Température critique au-dessus de laquelle une substance ferromagnétique est paramagnétique.

C.2 *Désaccommodation*

Variabilité après désaimantation complète et maintien à température constante.

$$D = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1} \times 100$$

- D = désaccommodation en pour-cent de μ_1 ,
 μ_1 = perméabilité initiale mesurée à un intervalle de temps donné (court) après désaimantation complète,
 μ_2 = perméabilité initiale mesurée à un intervalle donné (plus long) après la première mesure.

C.3 *Instabilité*

Phénomène de variation de perméabilité, causé par une perturbation appliquée (par exemple, différence dans la perméabilité initiale) (A.1.6), causé par une perturbation donnée (par exemple, une perturbation magnétique, mécanique ou thermique) appliquée au matériau.

C. VARIABILITY

C.1 *Dependence on temperature*

Note: Attention must be paid, when carrying out measurements of the temperature dependence of the permeability, to irreversible phenomena which are superposed on the reversible ones. The way of avoiding these parasitic effects will be stated after further consideration, but it is important to keep in mind that all definitions in this clause apply only for reversible effects.

C.1.1 *Temperature coefficient (I.E.V. 05-41-90)*

- 1) Between two given temperatures (mean coefficient): the relative variation of the quantity considered, divided by the difference in temperature producing it.
- 2) At a given temperature: the limiting value of the mean coefficient when the difference in temperature is very small.

C.1.2 *Tolerance over the temperature range*

The difference of the limits between which the measured value of the quantity must lie at any temperature within the specified temperature range, when measured under conditions of temperature equilibrium and under stated conditions of measurement.

C.1.3 *Temperature factor of the permeability (or a derived quantity)*

The factor defined by

$$\frac{\Delta\mu}{\Delta T} \times \frac{1}{\mu^2}$$

$\Delta\mu$ = change of the permeability (or the derived quantity) corresponding to ΔT

ΔT = change of temperature

μ = permeability (or derived quantity) at a specified temperature.

C.1.4 *Curie point (I.E.V. 05-25-095)*

The critical temperature above which a ferromagnetic body is paramagnetic.

C.2 *Disaccommodation*

The variation after complete demagnetization, and storage at constant temperature.

$$D = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1} \times 100$$

D = disaccommodation as a percentage of μ_1

μ_1 = initial permeability measured at a given (short) interval after complete demagnetization

μ_2 = initial permeability measured at a given (longer) interval after the first measurement.

C.3 *Instability*

The phenomenon of change of permeability caused by an applied disturbance (e.g. the difference in initial permeability (A.1.6)), caused by a specified disturbance (e.g. a mechanical, a magnetic or thermal disturbance), applied to the material.