

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 367-1A

1973

Premier complément à la Publication 367-1 (1971)

Noyaux pour bobines d'inductance et transformateurs destinés aux télécommunications

Première partie: Méthodes de mesure

First supplement to Publication 367-1 (1971)

Cores for inductors and transformers for telecommunications

Part 1: Measuring methods



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication, ou dans la publication 147-0 de la CEI.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux pour les dispositifs à semi-conducteurs et les microcircuits intégrés font l'objet de la Publication 148 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the contents reflect current technology.

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

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein, or in IEC Publication 147-0.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

The letter symbols for semiconductor devices and integrated microcircuits are contained in IEC Publication 148.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 367-1A

1973

Premier complément à la Publication 367-1 (1971)

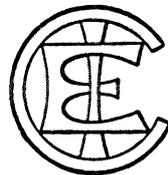
Noyaux pour bobines d'inductance et transformateurs destinés aux télécommunications

Première partie: Méthodes de mesure

First supplement to Publication 367-1 (1971)

Cores for inductors and transformers for telecommunications

Part 1: Measuring methods



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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
10. Gamme de réglage de l'inductance	6
SECTION TROIS — MÉTHODES DE MESURE SPÉCIALISÉES	
12. Distorsion en troisième harmonique	10
13. Sensibilité au choc magnétique	14
14. Contribution du dispositif de réglage à l'instabilité du noyau	14
15. Influence d'un champ magnétique statique	14
ANNEXE — Exemple d'un montage d'essai (méthode à basse impédance)	16

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60367-1A:1973

Withstand

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
10. Range of inductance adjustment	7
SECTION THREE — SPECIALIZED MEASURING METHODS	
12. Third harmonic distortion	11
13. Magnetic shock sensitivity	15
14. Contribution of the adjusting device to the core instability	15
15. Influence of a static magnetic field	15
APPENDIX — Example of a test set-up (low impedance method)	17

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60367-1A:1973

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PREMIER COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 367-1 (1971)

**NOYAUX POUR BOBINES D'INDUCTANCE ET TRANSFORMATEURS
DESTINÉS AUX TÉLÉCOMMUNICATIONS**

Première partie: Méthodes de mesure

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 51 de la CEI: Composants magnétiques et ferrites. Elle comprend les articles 10 et 12 de la Publication 367-1.

Un premier projet pour l'article 10 fut établi par le Secrétariat comme complément à la Publication 218 et le sujet fut discuté lors des réunions tenues à Londres en 1968 et à Washington en 1970. Pendant cette dernière réunion, on décida de diviser le texte de ce document en deux parties: l'une concernant les caractéristiques à inclure dans la Publication 218 et l'autre concernant les méthodes de mesure comme complément à la Publication 367-1. Par suite de cette décision, un projet définitif, document 51(Bureau Central)107, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de l'article 10:

Allemagne	Israël
Australie	Italie
Belgique	Pays-Bas
Canada	Portugal
Corée (République démocratique populaire de)	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Turquie
	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Un premier projet pour l'article 12 fut établi par le Secrétariat et le sujet fut discuté lors des réunions tenues à Londres en 1968 et à Washington en 1970. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif, document 51(Bureau Central)102, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de l'article 12:

Allemagne	Pologne
Australie	Portugal
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Japon	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 367-1 (1971)

CORES FOR INDUCTORS AND TRANSFORMERS FOR TELECOMMUNICATIONS

Part 1: Measuring methods

FOREWORD

- 1) 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.
- 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 51: Magnetic Components and Ferrite Materials. It contains Clauses 10 and 12 of Publication 367-1.

A first draft for Clause 10 was prepared by the Secretariat as a supplement to Publication 218 and the subject was discussed at meetings in London in 1968 and in Washington in 1970. At this latter meeting, it was decided to split up the contents of this document into a part on characteristics to be included in Publication 218 and a part on measuring methods for inclusion in Publication 367-1. As a result of this decision, a final draft of the second part, document 51(Central Office)107, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Clause 10:

Australia	Netherlands
Belgium	Portugal
Canada	Sweden
Denmark	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Korea (Democratic People's Republic of)	

A first draft for Clause 12 was prepared by the Secretariat and the subject was discussed at the meetings held in London in 1968 and in Washington in 1970. As a result of this latter meeting, a final draft, document 51(Central Office)102, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Clause 12:

Australia	Poland
Belgium	Portugal
Canada	Romania
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

PREMIER COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 367-1 (1971)

NOYAUX POUR BOBINES D'INDUCTANCE ET TRANSFORMATEURS DESTINÉS AUX TÉLÉCOMMUNICATIONS

Première partie: Méthodes de mesure

Page 26

10. Gamme de réglage de l'inductance

Supprimer A l'étude et insérer le texte suivant :

10.1 Objet

Fournir une méthode pour la mesure de la gamme de réglage de l'inductance des noyaux magnétiques avec réglage séparé.

10.2 Terminologie

Les définitions suivantes sont applicables pour cette méthode:

- 1) *Dispositif de réglage*: Dispositif permettant le réglage de l'inductance d'une bobine d'inductance ou d'un transformateur accordé par changement de la réductance du noyau après l'assemblage.
- 2) *Partie fixe (du dispositif de réglage)*: La partie d'un dispositif de réglage attachée mécaniquement au noyau par des moyens tels que, par exemple, le collage.
- 3) *Bâtonnet (de réglage)*: La partie d'un dispositif de réglage qui peut prendre des positions différentes par rapport à l'entrefer du noyau.
- 4) *Gamme de réglage*: La différence d'inductance d'une bobine d'inductance avec le bâtonnet de réglage placé dans les positions maximale et minimale respectivement, exprimée comme un pourcentage de l'inductance de cette bobine sans bâtonnet de réglage.
- 5) *Limite supérieure [inférieure] de la gamme de réglage*: La différence d'inductance d'une bobine d'inductance avec le bâtonnet de réglage placé dans la position maximale [minimale] et avec le bâtonnet enlevé, exprimée comme un pourcentage de cette dernière inductance.

$$a = \frac{L_{\min} - L_0}{L_0} \cdot 100 \% \quad b = \frac{L_{\max} - L_0}{L_0} \cdot 100 \%$$

a = limite inférieure avec inductance L_{\min}
 b = limite supérieure avec inductance L_{\max}
 L_0 = inductance sans bâtonnet de réglage.

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 367-1 (1971)

CORES FOR INDUCTORS AND TRANSFORMERS FOR TELECOMMUNICATIONS

Part 1: Measuring methods

Page 27

10. Range of inductance adjustment

Delete Under consideration and insert the following text:

10.1 Object

To provide a method for the measurement of the range of adjustment of the inductance of magnetic cores having a separate adjusting device.

10.2 Terminology

For the purpose of this method, the following definitions apply:

- 1) *Adjusting device*: A device providing adjustment of the inductance of an inductor or tuned transformer, after its complete assembly, by changing the reluctance of the core.
- 2) *Fixed part (of an adjusting device)*: The part of an adjusting device which is mechanically attached to the core by such means as cement.
- 3) *Adjuster*: The part of an adjusting device which may assume different positions relative to the air gap of the core.
- 4) *Adjustment range*: The difference in inductance of an inductor when the adjuster is placed in the maximum and minimum position respectively, expressed as a percentage of the inductance of that inductor without adjuster.
- 5) *Upper [lower] limit of the adjustment range*: The difference in inductance of an inductor when the adjuster is placed in the maximum [minimum] position and when the adjuster is removed, expressed as a percentage of that latter inductance:

$$a = \frac{L_{\min} - L_0}{L_0} \cdot 100\% \quad b = \frac{L_{\max} - L_0}{L_0} \cdot 100\%$$

- a = lower limit with inductance L_{\min}
 b = upper limit with inductance L_{\max}
 L_0 = inductance when adjuster is removed.

- 6) *Position maximale [minimale] du bâtonnet de réglage*: Position définie par des exigences mécaniques ou d'autres conditions et qui correspond à la limite supérieure [inférieure] de la gamme de réglage.
- 7) *Réglage du type à vis*: Réglage dans lequel le bâtonnet de réglage se visse dans, ou sur la partie fixe (écrou ou vis).

10.3 *Principe de la mesure*

L'inductance du noyau sans bâtonnet de réglage est mesurée. Le bâtonnet est alors placé en position minimale et à partir de ce point, l'inductance est mesurée par petites variations, jusqu'à ce que la position maximale soit atteinte. La différence relative d'inductance est portée en fonction du déplacement du bâtonnet.

10.4 *Echantillons*

Pour la mesure, on doit utiliser des dispositifs de réglage pris dans la production normale, en combinaison avec des noyaux appropriés.

10.5 *Procédé de mesure*

- 1) Lorsque la partie fixe n'a pas été fixée dans une des parties du noyau par le fabricant, cela doit être fait suivant les instructions du fabricant.
- 2) Le noyau est assemblé avec la bobine de mesure conformément au paragraphe 4.3.
- 3) Le bâtonnet de réglage doit être introduit dans le noyau et doit subir deux «allers et retours» dans la gamme de réglage complète. Le bâtonnet est alors enlevé du noyau.

Note. — Un trop grand nombre d'«allers et retours» du bâtonnet peut détériorer la stabilité et devra donc être évité.

- 4) L'inductance est mesurée conformément au paragraphe 7.4.
- 5) Le bâtonnet est introduit dans le noyau et placé dans la position minimale. L'inductance est mesurée conformément au paragraphe 7.4.
- 6) Le bâtonnet est alors successivement déplacé d'une petite distance et chaque fois l'inductance est mesurée jusqu'à ce que la position maximale soit atteinte. Les déplacements doivent être suffisamment petits afin de détecter les irrégularités dans la caractéristique de réglage (voir paragraphe 10.6); pour un réglage du type à vis: un quart de tour par exemple.

10.6 *Calcul*

La différence d'inductance relative à l'inductance mesurée sans bâtonnet de réglage doit être portée en fonction de la position mécanique (déplacement) du bâtonnet. Pour les réglages du type à vis ce déplacement doit être exprimé en nombre de tours et pour les types à pousser, il doit être exprimé en millimètres.

- 6) *Maximum [minimum] position of the adjuster*: Position defined by mechanical requirements or other conditions and which corresponds to the upper [lower] limit of the adjustment range.
- 7) *Screw type adjusting device*: Adjusting device in which the adjuster screws into or onto the fixed part (nut or stud).

10.3 *Principle of the measurement*

The inductance of the core without adjuster is measured. The adjuster is then placed in the minimum position and the inductance measured at small steps of the adjuster until the maximum position has been reached. The relative change of inductance is plotted against the adjuster displacement.

10.4 *Specimens*

Adjusting devices taken from normal production shall be used for the measurement in combination with appropriate cores.

10.5 *Measuring procedure*

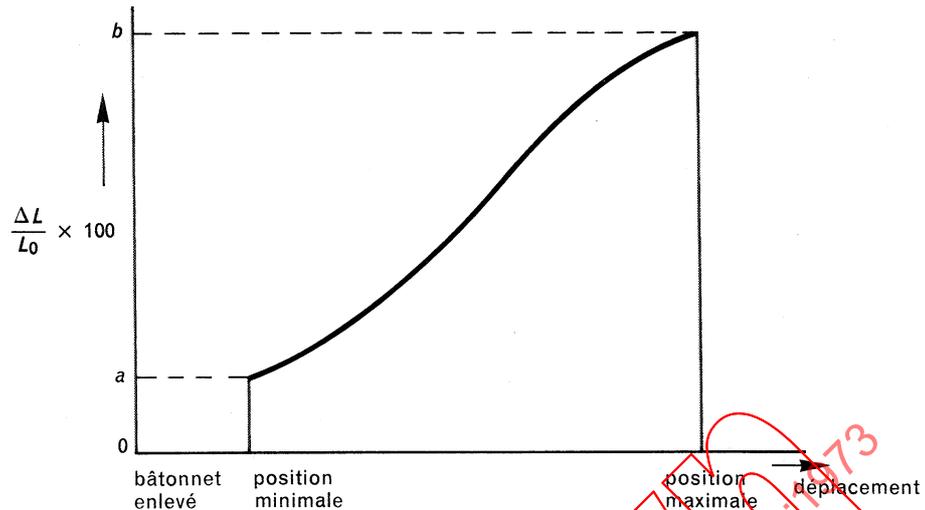
- 1) If the fixed part has not been attached to one of the core parts by the manufacturer, this shall be done according to the manufacturer's instructions.
- 2) The core is assembled with the measuring coil in accordance with Sub-clause 4.3.
- 3) The adjuster shall be introduced into the core and moved twice through the complete adjustment range and back. The adjuster is then removed from the core.

Note. — Too many movements through the adjustment range may result in deterioration of the stability and should therefore be avoided.

- 4) The inductance is measured in accordance with Sub-clause 7.4.
- 5) The adjuster is introduced into the core and placed in the minimum position. The inductance is measured in accordance with Sub-clause 7.4.
- 6) The adjuster is then successively displaced over a small distance and each time the inductance is measured till the maximum position is reached. The steps shall be small enough to detect irregularities in the adjustment characteristic (see Sub-clause 10.6); for screw type adjusters, e.g. $\frac{1}{4}$ turn.

10.6 *Calculation*

The inductance change relative to the inductance measured with the adjuster removed shall be plotted against the mechanical position (displacement) of the adjuster. For screw type adjusters, the displacement shall be given in number of turns and for push types it shall be given in millimetres.



Les pentes maximale et minimale de la courbe doivent être notées comme requis. La pente est définie comme la différentielle pour un petit déplacement imposé pendant la mesure.

Page 26

SECTION TROIS — MÉTHODES DE MESURE SPÉCIALISÉES

Supprimer A l'étude et insérer le texte suivant :

12. Distorsion en troisième harmonique

12.1 Objet

Déterminer la distorsion en troisième harmonique engendrée dans un noyau.

12.2 Terminologie

Pour le but de la présente méthode, le coefficient du matériau en troisième harmonique est défini par

$$\delta_B = \frac{E_3}{\mu_e \hat{B} U_1}$$

U_1 = tension appliquée de la fréquence fondamentale

E_3 = force électromotrice de la fréquence du troisième harmonique engendrée par le noyau

\hat{B} = valeur de crête de l'induction correspondant à U_1 .

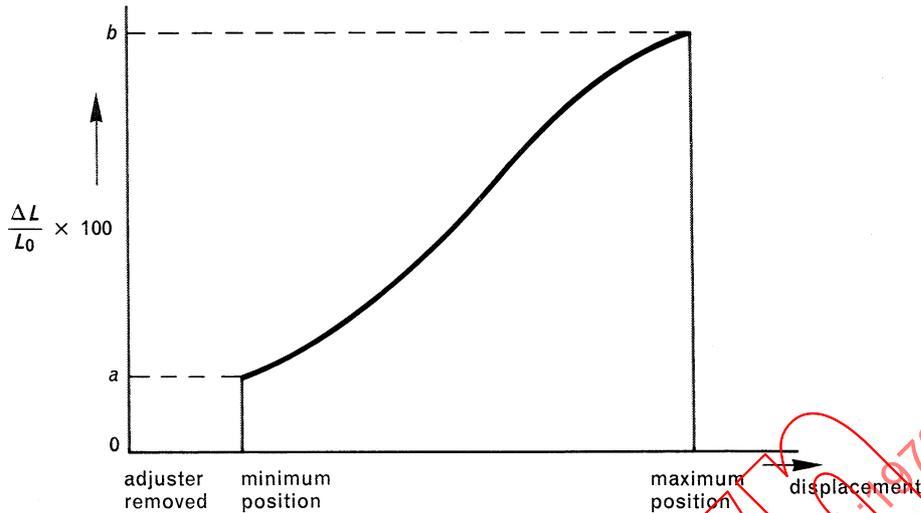
12.3 Principe de la mesure

Deux méthodes principales peuvent être utilisées :

1) Méthode à basse impédance

Un oscillateur fournit un courant de fréquence fondamentale à la bobine de mesure placée sur le noyau, par l'intermédiaire d'un filtre qui bloque l'oscillateur à la fréquence du troisième harmonique. Le circuit en série avec la bobine de mesure présente une impédance à la fréquence du troisième harmonique beaucoup plus basse que la réactance de la bobine de mesure à la même fréquence.

On mesure la tension du troisième harmonique sur une résistance connue dans le circuit (qui peut être la résistance totale en série avec la bobine). Le coefficient du matériau δ_B se calcule à partir de cette valeur mesurée, de la tension fondamentale appliquée à la bobine de mesure, et des paramètres du circuit et de la bobine.



The maximum and minimum slope of the curve shall be noted as required. The slope is defined as the differential for a small displacement made during the measurement.

SECTION THREE — SPECIALIZED MEASURING METHODS

Delete Under consideration and insert the following text:

12. Third harmonic distortion

12.1 Object

To determine the third harmonic distortion generated in a core.

12.2 Terminology

For the purpose of this method, the third harmonic material constant is defined by

$$\delta_B = \frac{E_3}{\mu_e \hat{B} U_1}$$

U_1 = applied voltage of fundamental frequency

E_3 = electromotive force of third harmonic frequency generated by the core

\hat{B} = peak value of flux density corresponding to U_1 .

12.3 Principle of the measurement

Two principal methods are possible:

1) Low impedance method

An oscillator supplies current at fundamental frequency to the measuring coil on the core; a filter blocks any third harmonic current generated in the oscillator. The circuit in series with the measuring coil has an impedance, at the third harmonic frequency, which is much smaller than the reactance of the measuring coil at the same frequency.

The third harmonic voltage is measured across a known resistance in the circuit (which may be the total resistance in series with the coil). The material constant δ_B is calculated from this measured value, the fundamental voltage applied to the measuring coil, and the circuit and coil parameters.

2) *Méthode à haute impédance*

Un oscillateur fournit un courant de fréquence fondamentale à la bobine de mesure placée sur le noyau par l'intermédiaire d'un filtre qui bloque l'oscillateur à la fréquence du troisième harmonique. Le circuit en série avec la bobine de mesure présente une impédance élevée à la fréquence du troisième harmonique, par rapport à celle de la bobine de mesure.

On mesure la force électromotrice du troisième harmonique engendrée dans la bobine. Le coefficient du matériau δ_B se calcule à partir de cette valeur mesurée, de la tension fondamentale appliquée à la bobine de mesure, et des paramètres du circuit et de la bobine.

Note. — Lorsque l'impédance en série avec la bobine de mesure est suffisamment élevée, la force électromotrice peut être mesurée comme la tension développée aux bornes de la bobine. Dans le cas contraire, il faut utiliser une méthode d'injection (voir le paragraphe 12.6.4)).

12.4 *Echantillons*

Pour les mesures, on doit utiliser des noyaux pris dans la production normale.

12.5 *Instruments de mesure*

On peut utiliser tout instrument de mesure disponible dans le commerce, convenant pour la mesure du troisième harmonique, ou un ensemble d'équipement de mesure à caractéristiques convenables.

On devra satisfaire aux exigences suivantes:

- 1) L'imprécision de la tension mesurée ne doit pas dépasser 5%.
- 2) Les éléments du circuit au voisinage de l'échantillon ne doivent pas montrer virtuellement de distorsion non linéaire. Avec un élément linéaire à la place de l'échantillon (p. ex. une bobine à air), le troisième harmonique doit être à un niveau d'au moins 120 dB au-dessous du fondamental.

On devra disposer d'un dispositif convenable à non-linéarité connue pour vérifier le système de mesure, p. ex. un circuit résistif avec diode zener.

Note. — Les conditions requises pour les filtres découlent des conditions ci-dessus et dépendent du circuit de mesure choisi. Quelques détails sont donnés dans l'annexe.

12.6 *Procédé de mesure*

- 1) Le noyau est assemblé avec une bobine de mesure conformément au paragraphe 4.3.
- 2) Lorsqu'on utilise la méthode à haute impédance, l'inductance de la bobine est mesurée conformément au paragraphe 7.3 afin d'obtenir la perméabilité effective du noyau.

3) *Mesure directe:*

La bobine est connectée au circuit de mesure. Le circuit est réglé à la fréquence spécifiée et la tension du troisième harmonique mesurée conformément au procédé approprié pour ce circuit.

4) *Méthode d'injection:*

Dans la méthode à haute impédance, lorsque l'impédance en série avec la bobine de mesure n'est pas assez élevée par rapport à celle de la bobine, il faut connecter la bobine au circuit en série avec une résistance ayant une faible valeur connue (p. ex. 1 Ω).

Le circuit de mesure est réglé conformément au procédé approprié pour ce circuit. On applique la tension à la fréquence fondamentale au circuit et on note la déviation du

2) *High impedance method*

An oscillator supplies current at fundamental frequency to the measuring coil on the core; a filter blocks any third harmonic current generated in the oscillator. The circuit in series with the measuring coil has an impedance, at third harmonic frequency, which is much larger than the reactance of the measuring coil at the same frequency.

The third harmonic electromotive force developed in the coil is measured. The material constant δ_B is calculated from this measured value, the fundamental voltage applied to the measuring coil, and the circuit and coil parameters.

Note. — When the impedance in series with the measuring coil is high enough, the electromotive force can be measured as the voltage developed across the coil. When this is not the case, an injection method should be used (see Sub-clause 12.6.4).

12.4 *Specimens*

Cores taken from normal production shall be used for the measurement.

12.5 *Measuring instruments*

Any suitable commercially available third harmonic measuring instrument, or an arrangement of measuring equipment having suitable characteristics may be used. The following requirements shall be met:

- 1) The inaccuracy of the measured voltage shall be less than 5%.
- 2) Circuit components in the neighbourhood of the specimen shall be virtually free from non-linear distortion. With a linear component in the place of the specimen (e.g. an air cored coil), the third harmonic shall be at least 120 dB below the fundamental.

For checking the measuring system a suitable device with known non-linearity should be provided, e.g. a zener diode resistor network.

Note. — Requirements for the filters follow from the above requirements and depend upon the chosen measuring circuit. Some details are given in the Appendix.

12.6 *Measuring procedure*

- 1) The core is assembled with a measuring coil in accordance with Sub-clause 4.3.
- 2) When the high impedance method is used, the inductance of the coil is measured in accordance with Sub-clause 7.3 to obtain the effective permeability of the core.
- 3) Direct measurement:
The coil is inserted in the measuring circuit. The measuring circuit is adjusted to the specified frequency and the third harmonic voltage is measured in accordance with the procedure appropriate to that circuit.
- 4) Injection method:
When using the high impedance method, if the impedance in series with the measuring coil is not sufficiently high relative to that of the coil, the measuring coil is inserted in the circuit in series with a resistor of known small value (e.g. 1 Ω).

The measuring circuit is adjusted in accordance with the procedure appropriate to that circuit. The voltage of the specified fundamental frequency is applied to the circuit and the

voltmètre indiquant le troisième harmonique. On supprime alors la tension fondamentale et on applique la tension du troisième harmonique à la résistance placée en série avec la bobine. Quand on note la même déviation au voltmètre indiquant le troisième harmonique, on admet que la tension appliquée à la résistance est égale à la force électromotrice. Cette tension appliquée doit alors être mesurée.

12.7 Calcul

Le coefficient du matériau en troisième harmonique δ_B se calcule comme suit:

- 1) Lorsqu'on utilise la méthode à basse impédance et que l'on mesure la tension du troisième harmonique:

$$\delta_B = \frac{3\omega_1^2 \mu_0 N^3}{C_2 R \sqrt{2}} \cdot \frac{U_3}{U_1^2}$$

ω_1 = pulsation fondamentale

U_1 = tension fondamentale appliquée à la bobine de mesure

U_3 = tension du troisième harmonique mesurée aux bornes d'une résistance connue R dans le circuit (qui peut être la résistance totale du circuit en série avec la bobine).

- 2) Lorsqu'on utilise la méthode à haute impédance:

$$\delta_B = \frac{\omega_1 N A_e}{\mu_e \sqrt{2}} \cdot \frac{E_3}{U_1^2}$$

E_3 = force électromotrice de la fréquence du troisième harmonique engendrée par le noyau.

A_e = surface effective de la section transversale du noyau (voir la Publication 205 de la CEI).

Note. — A l'extrémité inférieure de la gamme de fréquences d'un matériau, le coefficient du matériau en troisième harmonique est lié approximativement au coefficient d'hystérésis du matériau par la relation suivante:

$$\eta_B \approx \frac{5}{3} \delta_B$$

L'expression ci-dessus est exacte seulement dans les cas où la relation de Rayleigh-Jordan est valable.

13. Sensibilité au choc magnétique

A l'étude.

14. Contribution du dispositif de réglage à l'instabilité du noyau

A l'étude.

15. Influence d'un champ magnétique statique

A l'étude.

deflection of the third harmonic voltmeter noted. The fundamental voltage is then removed and a third harmonic voltage is applied across the resistor in series with the coil. When the same deflection of the third harmonic voltmeter in the circuit is obtained, the voltage applied across the resistor is assumed equal to the electromotive force. This applied voltage shall then be measured.

12.7 Calculation

The third harmonic material constant δ_B is calculated from:

- 1) When the low impedance method is used and the third harmonic voltage is measured:

$$\delta_B = \frac{3\omega_1^2 \mu_0 N^3}{C_2 R \sqrt{2}} \cdot \frac{U_3}{U_1^2}$$

ω_1 = fundamental angular frequency

U_1 = fundamental voltage applied to the measuring coil

U_3 = third harmonic voltage measured across a known resistance R in the circuit (which may be the total circuit resistance in series with the coil).

- 2) When the high impedance method is used:

$$\delta_B = \frac{\omega_1 N A_e}{\mu_e \sqrt{2}} \cdot \frac{E_3}{U_1^2}$$

E_3 = electromotive force of third harmonic frequency generated by the core

A_e = effective cross-sectional area of the core (see IEC Publication 205).

Note. — At the lower end of the frequency range of a material, the third harmonic material constant is approximately related to the hysteresis material constant according to

$$\eta_B \approx \frac{5}{3} \delta_B$$

The above expression is exact only in cases where the Rayleigh-Jordan relationship is valid.

13. Magnetic shock sensitivity

Under consideration.

14. Contribution of the adjusting device to the core instability

Under consideration.

15. Influence of a static magnetic field

Under consideration.