

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62024-1

Première édition
First edition
2002-05

**Composants inductifs à haute fréquence –
Caractéristiques électriques et méthodes
de mesure –**

**Partie 1:
Inductance pastille de l'ordre du nanohenry**

**High frequency inductive components –
Electrical characteristics and measuring
methods –**

**Part 1:
Nanohenry range chip inductor**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62024-1:2002

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)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (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) 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
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)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (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) 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
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62024-1

Première édition
First edition
2002-05

**Composants inductifs à haute fréquence –
Caractéristiques électriques et méthodes
de mesure –**

**Partie 1:
Inductance pastille de l'ordre du nanohenry**

**High frequency inductive components –
Electrical characteristics and measuring
methods –**

**Part 1:
Nanohenry range chip inductor**

© IEC 2002 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSANTS INDUCTIFS À HAUTE FRÉQUENCE – CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES ET MÉTHODES DE MESURE –

Partie 1: Inductance pastille de l'ordre du nanohenry

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI 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 62024-1 a été établie par le comité d'études 51 de la CEI: Composants magnétiques et ferrites.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
51/658/FDIS	51/675/RVD

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

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Le comité a décidé que la présente publication restait valable jusqu'en 2006. A cette date, selon la décision du comité, la publication sera:

- reconduite;
- annulée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- modifiée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH FREQUENCY INDUCTIVE COMPONENTS –
ELECTRICAL CHARACTERISTICS AND MEASURING METHODS –****Part 1: Nanohenry range chip inductor**

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 62024-1 has been prepared by IEC technical committee 51: Magnetic components and ferrite materials.

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

FDIS	Report on voting
51/658/FDIS	51/675/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 forms an integral part of this standard.

The committee has decided that this publication remains valid until 2006. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

COMPOSANTS INDUCTIFS À HAUTE FRÉQUENCE – CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES ET MÉTHODES DE MESURE –

Partie 1: Inductance pastille de l'ordre du nanohenry

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les caractéristiques électriques et les méthodes de mesure pour l'inductance pastille de l'ordre du nanohenry qui est normalement utilisée dans la gamme de hautes fréquences (supérieure à 100 kHz).

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60249-1:1982, *Matériaux de base pour circuits imprimés – Première partie: Méthodes d'essai*

ISO 6353-3:1987, *Réactifs pour analyse chimique - Partie 3. Spécifications – Deuxième série*

ISO 9453:1990, *Alliages de brasage tendre – Composition chimique et formes*

3 Inductance, facteur Q et impédance

3.1 Inductance

L'inductance d'une bobine est mesurée par la méthode du courant/tension vectorielle.

HIGH FREQUENCY INDUCTIVE COMPONENTS – ELECTRICAL CHARACTERISTICS AND MEASURING METHODS –

Part 1: Nanohenry range chip inductor

1 Scope

This International Standard specifies electrical characteristics and measuring methods for the nanohenry range chip inductor that is normally used in high frequency (over 100 kHz) range.

2 Normative references

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

IEC 60249-1:1982, *Base materials for printed circuits – Part 1: Test methods*

ISO 6353-3:1987, *Reagents for chemical analysis – Part 3: Specifications – Second series*

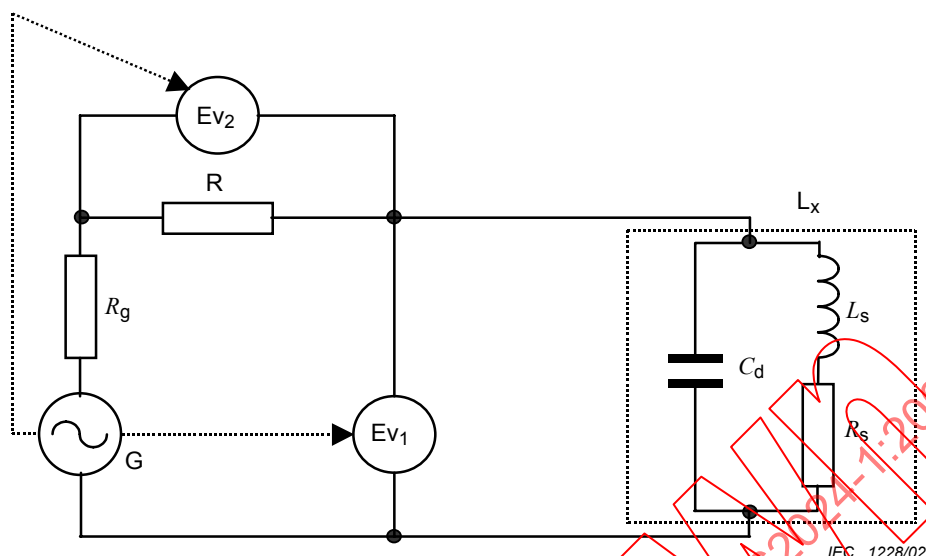
ISO 9453:1990, *Soft solder alloys – Chemical compositions and forms*

3 Inductance, Q-factor and impedance

3.1 Inductance

The inductance of an inductor is measured by the vector voltage/current method.

3.1.1 Circuit de mesure



Légende

R_g	résistance de source (50 Ω)
R	résistance
L_x	inductance en essai
C_d	capacité distribuée d'une bobine en essai
L_s	inductance série d'une bobine en essai
R_s	résistance série d'une bobine en essai
.....▶	signal de référence de phase
Ev_1, Ev_2	voltmètre vectoriel
G	générateur de signal

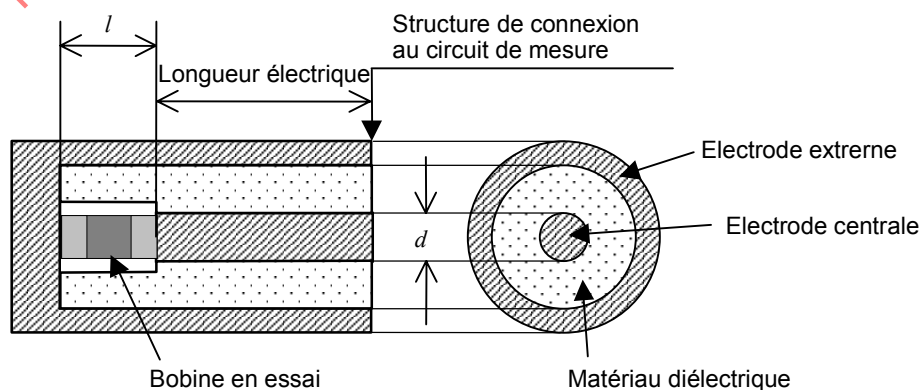
Figure 1 – Exemple de circuit pour la méthode du courant/tension vectorielle

3.1.2 Montage de la bobine au support d'essai

La bobine d'inductance doit être mesurée dans un support d'essai spécifié dans la norme correspondante. Si aucun support n'est spécifié, un des supports d'essai suivants A ou B doit être utilisé. Le support utilisé doit être consigné.

3.1.2.1 Support A

La forme et les dimensions du support A doivent être conformes à l'illustration de la figure 2.



IEC 1229/02

Figure 2 – Support A

3.1.1 Measurement circuit

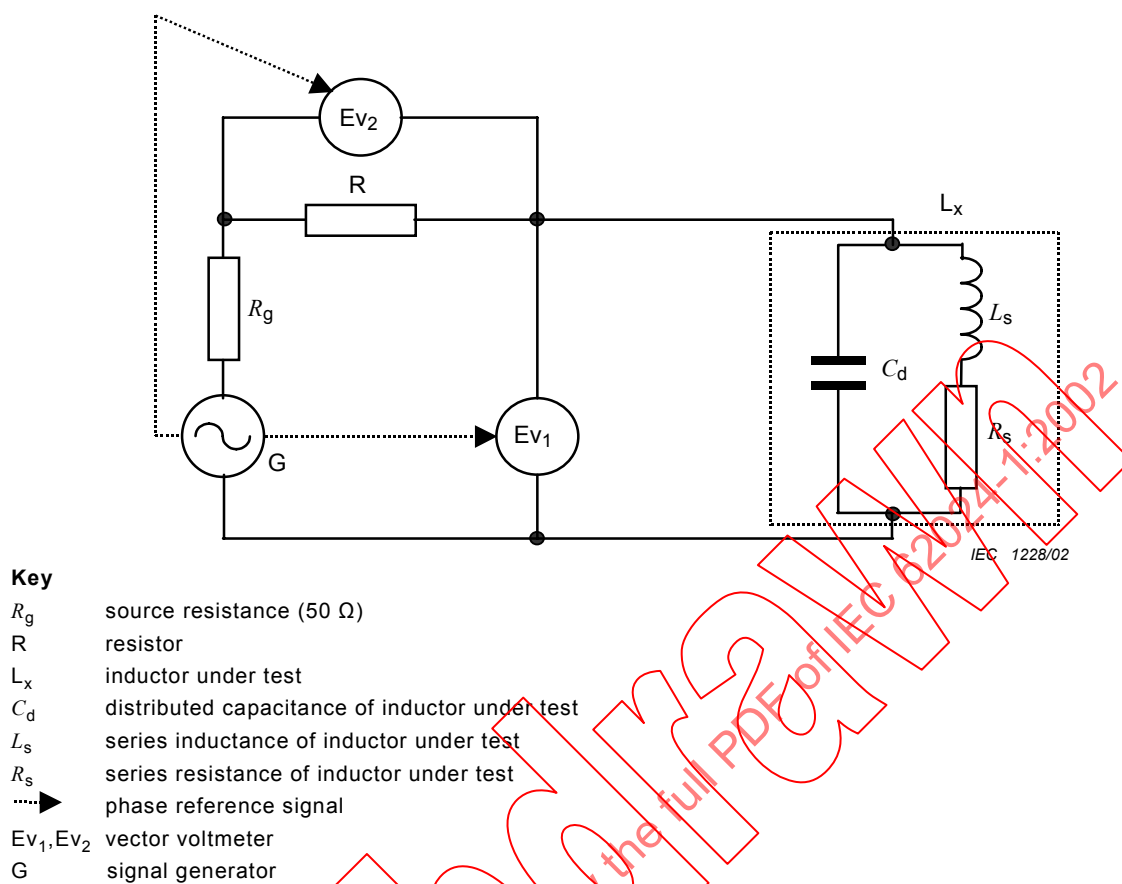


Figure 1 – Example of circuit for the vector voltage/current method

3.1.2 Mounting of the inductor to the test fixture

The inductor shall be measured in a test fixture as specified in the relevant standard. If no fixture is specified, one of the following test fixtures A or B shall be used. The fixture used shall be reported.

3.1.2.1 Fixture A

The shape and dimensions of fixture A shall be as shown in figure 2.

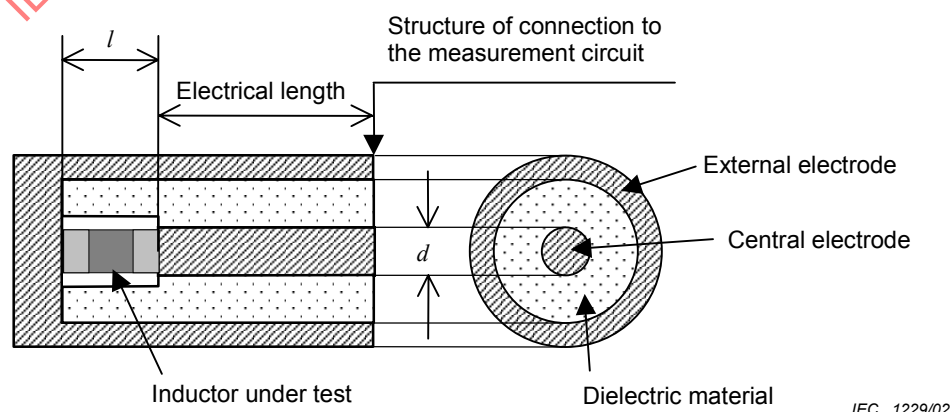


Figure 2 – Fixture A

Tableau 1 – Dimensions de l et d

Dimensions en millimètres

Taille de la bobine d'inductance en essai	l	d
1608	1,6	0,95
1005	1,0	0,60
0603	0,6	0,36

Les électrodes du support d'essai doivent être en contact avec les électrodes de la bobine d'inductance en essai par une force mécanique fournie par une méthode appropriée. Cette force doit être choisie de manière à fournir une stabilité de mesure satisfaisante sans influencer les caractéristiques de la bobine d'inductance. La force de l'électrode doit être spécifiée. La structure entre le circuit de mesure et le support d'essai doit maintenir une impédance caractéristique aussi proche que possible de 50 Ω .

3.1.2.2 Support B

Le support d'essai B illustré à la figure 3 doit être utilisé

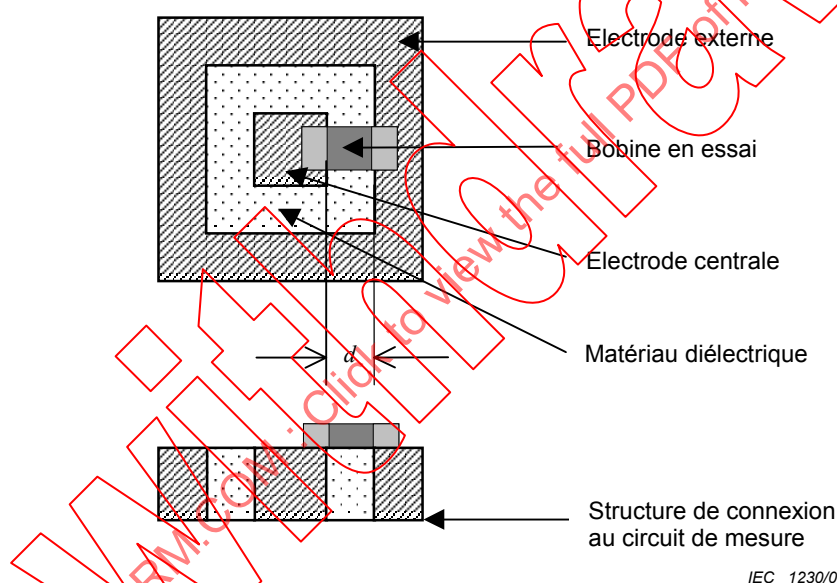


Figure 3 – Support B

Les électrodes du support d'essai doivent être en contact avec les électrodes de la bobine d'inductance en essai par une force mécanique fournie par une méthode appropriée. Cette force doit être choisie de manière à fournir une stabilité de mesure satisfaisante sans influencer les caractéristiques de la bobine d'inductance. La force de l'électrode doit être spécifiée.

La structure entre le circuit de mesure et le support d'essai doit maintenir une impédance caractéristique aussi proche que possible de 50 Ω .

La dimension d doit être spécifiée entre les parties concernées.

Table 1 – Dimensions of *l* and *d*

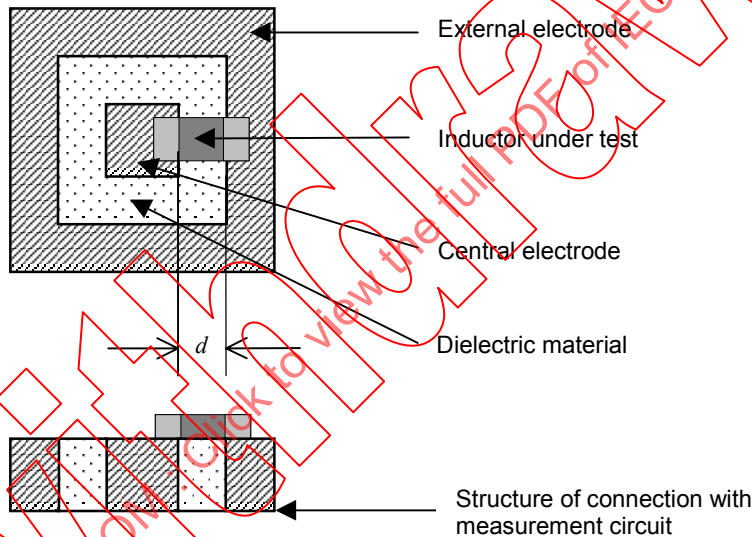
Dimensions in millimetres

Size of inductor under test	<i>l</i>	<i>d</i>
1608	1,6	0,95
1005	1,0	0,60
0603	0,6	0,36

The electrodes of the test fixture shall be in contact with the electrodes of the inductor under test by mechanical force provided by an appropriate method. This force shall be chosen so as to provide satisfactory measurement stability without influencing the characteristics of the inductor. The electrode force shall be specified. The structure between the measurement circuit and test fixture shall maintain a characteristic impedance as near as possible to 50 Ω.

3.1.2.2 **Fixture B**

The test fixture B as shown in figure 3 shall be used.



IEC 1230/02

Figure 3 – Fixture B

The electrodes of the test fixture shall be in contact with the electrodes of the inductor under test by mechanical force provided by an appropriate method. This force shall be chosen so as to provide satisfactory measurement stability without influencing the characteristics of the inductor. The electrode force shall be specified.

The structure between the measurement circuit and test fixture shall maintain a characteristic impedance as near as possible to 50 Ω.

Dimension *d* shall be specified between the parties concerned.

3.1.3 Méthode de mesure et calcul

L'inductance L_x de la bobine L_x est définie par la somme vectorielle des réactances provoquées par L_s et C_d , voir la figure 1. La fréquence f du signal de sortie du générateur de signal doit être fixée à une fréquence spécifiée séparément. La bobine d'inductance en essai doit être connectée au circuit de mesure en utilisant le support d'essai décrit ci-dessus. La tension vectorielle E_1 et E_2 doit être mesurée par les dispositifs de mesure de tension vectorielle Ev_1 et Ev_2 , respectivement. L'inductance L_x doit être calculée par la formule suivante:

$$L_x = \frac{\text{Im} \left[R \frac{E_1}{E_2} \right]}{\omega}$$

où

L_x est l'inductance de la bobine en essai;

Im est la partie imaginaire de la valeur complexe;

R est la résistance de la résistance;

E_1 est la valeur indiquée sur le voltmètre vectoriel Ev_1 ;

E_2 est la valeur indiquée sur le voltmètre vectoriel Ev_2 ;

ω est la fréquence angulaire $2\pi f$.

3.1.4 Notes sur la mesure

La longueur électrique du support d'essai doit être compensée par une méthode appropriée suivie par une compensation de court-circuit ouvert. Si une longueur électrique qui n'est pas couramment acceptée est utilisée, il est nécessaire de le spécifier. La compensation de court-circuit ouvert doit être réalisée par la formule suivante:

$$Z_x = A_c \frac{Z_m - B_c}{1 - Z_m C_c}$$

où

Z_x est la valeur de mesure d'impédance après compensation;

Z_m est la valeur de mesure d'impédance avant compensation.

$$A_c = 1 + j0$$

$$B_c = \frac{Z_{sm} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Z_{ss} - Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}$$

$$C_c = \frac{Y_{om} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Y_{os} - Y_{om} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}$$

où

Z_{sm} est la valeur de mesure d'impédance du dispositif de court-circuit;

Z_{ss} est l'inductance du dispositif de court-circuit définie en 3.1.4.1;

Y_{om} est la valeur de mesure d'admittance du support en l'absence du dispositif d'essai;

Y_{os} est la valeur de mesure d'admittance du support d'essai définie en 3.1.4.2.

3.1.3 Measurement method and calculation

Inductance L_x of the inductor L_x is defined by the vector sum of reactances caused by L_s and C_d , see figure 1. The frequency f of the signal generator output signal shall be set to a frequency specified separately. The inductor under test shall be connected to the measurement circuit by using the test fixture as described above. Vector voltage E_1 and E_2 shall be measured by vector voltage meters Ev_1 and Ev_2 , respectively. The inductance L_x shall be calculated by the following formula:

$$L_x = \frac{\operatorname{Im} \left[R \frac{E_1}{E_2} \right]}{\omega}$$

where

- L_x is the inductance of inductor under test;
- Im is the imaginary part of the complex value;
- R is the resistance of resistor;
- E_1 is the value indicated on vector voltmeter Ev_1 ;
- E_2 is the value indicated on vector voltmeter Ev_2 ;
- ω is the angular frequency $2\pi f$.

3.1.4 Notes on measurement

The electrical length of the test fixture shall be compensated by an appropriate method followed by open-short compensation. If an electrical length that is not commonly accepted is used, it shall be specified. Open-short compensation shall be performed by the following formula.

$$Z_x = A_c \frac{Z_m - B_c}{1 - Z_m C_c}$$

where

- Z_x impedance measurement value after compensation;
- Z_m impedance measurement value before compensation.

$$A_c = 1 + j0$$

$$B_c = \frac{Z_{sm} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Z_{ss} - Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}$$

$$C_c = \frac{Y_{om} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Y_{os} - Y_{om} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}$$

where

- Z_{sm} is the impedance measurement value of short device;
- Z_{ss} is the short device inductance as defined in 3.1.4.1;
- Y_{om} is the admittance measurement value of the fixture with test device absent;
- Y_{os} is the admittance measurement value of the test fixture as defined in 3.1.4.2.

3.1.4.1 Compensation de court-circuit

Pour le support d'essai A, la dimension et la forme du dispositif de court-circuit applicables sont illustrées à la figure 4 et au tableau 2. L'inductance du dispositif de court-circuit appropriée doit être sélectionnée à partir du tableau 2 selon la dimension de la bobine d'inductance en essai. L'inductance du dispositif de court-circuit sélectionné doit être utilisée comme une valeur de compensation.

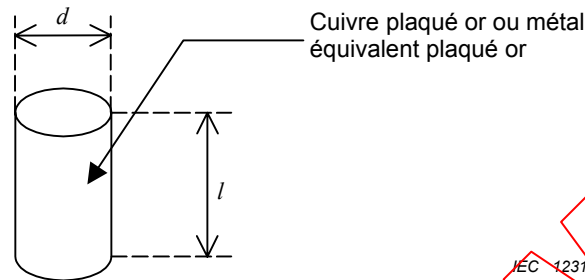


Figure 4 – Forme du dispositif de court-circuit

Tableau 2 – Inductances et dimensions du dispositif de court-circuit

Taille de la bobine en essai	l mm	d mm	Valeur d'inductance nH
1608	1,6	0,95	0,43
1005	1,0	0,60	0,27
0603	0,6	0,36	0,16

Si une valeur d'inductance autre que celle qui est définie au tableau 2 est utilisée pour le support d'essai A, la valeur employée doit être spécifiée. Pour le support d'essai B, les valeurs de la dimension du dispositif de court-circuit, de la forme et de l'inductance doivent être spécifiées.

3.1.4.2 Compensation ouverte

La compensation ouverte pour le support d'essai A doit être réalisée alors que les électrodes du support d'essai sont éloignées les unes des autres à la même distance qu'avec la bobine en essai montée dans le support. La valeur ainsi obtenue est utilisée en tant qu'admittance Y_{os} , sauf spécification contraire.

La compensation ouverte pour le support d'essai B doit être réalisée sans le montage de la bobine d'inductance. La valeur ainsi obtenue est utilisée en tant qu'admittance Y_{os} , sauf spécification contraire.

3.2 Facteur de qualité

3.2.1 Méthode de mesure

Le Q de la bobine d'inductance doit être mesuré par la méthode du courant/tension vectorielle.

3.2.2 Circuit de mesure

Le circuit de mesure est conforme à l'illustration de la figure 1.

3.2.3 Montage de la bobine d'inductance

Le montage de la bobine d'inductance est décrit en 3.1.2.

3.1.4.1 Short compensation

For test fixture A, the applicable short device dimension and shape are as shown in figure 4 and table 2. The appropriate short device inductance shall be selected from table 2 depending on the dimension of the inductor under test. The inductance of the selected short device shall be used as a compensation value.

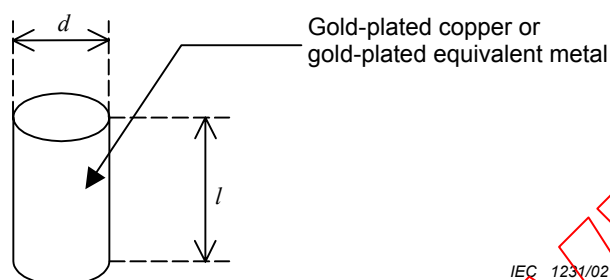


Figure 4 – Short device shape

Table 2 – Short device dimensions and inductances

Size of inductor under test	l mm	d mm	Inductance value nH
1608	1,6	0,95	0,43
1005	1,0	0,60	0,27
0603	0,6	0,36	0,16

If an inductance value other than that defined in table 2 is used for test fixture A, the employed value shall be specified. For test fixture B, short device dimension, shape and inductance values shall be specified.

3.1.4.2 Open compensation

Open compensation for test fixture A shall be performed with test fixture electrodes at the same distance apart from each other as with the inductor under test mounted in the fixture. The value thus obtained is used as the admittance Y_{os} , unless otherwise specified.

Open compensation for test fixture B shall be performed without mounting the inductor. The value thus obtained is used as the admittance Y_{os} unless otherwise specified.

3.2 Quality factor

3.2.1 Measurement method

The Q of the inductor shall be measured by the vector voltage/current method.

3.2.2 Measurement circuit

The measurement circuit is as shown in figure 1.

3.2.3 Mounting of the inductor

Mounting of the inductor is described in 3.1.2.

3.2.4 Méthodes de mesure et calcul

La fréquence du signal de sortie (figure 1) du générateur de signal doit être réglée à une fréquence spécifiée séparément. La bobine d'inductance doit être raccordée au circuit de mesure en utilisant le support d'essai décrit ci-dessus. La tension vectorielle E_1 et E_2 doit être mesurée par les dispositifs de mesure de la tension vectorielle Ev_1 et Ev_2 , respectivement. La valeur Q doit être calculée par la formule suivante:

$$Q = \frac{\text{Im}[E_1/E_2]}{\text{Re}[E_1/E_2]}$$

où

Q est le Q de la bobine d'inductance en essai;

Re est la partie réelle de la valeur complexe;

Im est la partie imaginaire de la valeur complexe;

E_1 est la valeur indiquée sur le voltmètre vectoriel Ev_1 ;

E_2 est la valeur indiquée sur le voltmètre vectoriel Ev_2 .

3.2.5 Notes sur la mesure

Se reporter à 3.1.4 dans la partie de la mesure de l'inductance.

3.3 Impédance

3.3.1 Méthode de mesure

L'impédance d'une bobine d'inductance doit être mesurée par la méthode du courant/tension vectorielle.

La méthode du courant/tension vectorielle est la suivante.

3.3.2 Circuit de mesure

Le circuit de mesure est celui qui est illustré à la figure 1.

Le montage de la bobine d'inductance au support d'essai est décrit en 3.1.2.

3.3.3 Méthode de mesure et calcul

La fréquence du signal de sortie (figure 1) du générateur de signal doit être réglée à une fréquence f spécifiée séparément. La bobine d'inductance doit être raccordée au circuit de mesure en utilisant le support d'essai décrit ci-dessus. La tension vectorielle E_1 et E_2 doit être mesurée par les dispositifs de mesure de la tension vectorielle Ev_1 et Ev_2 , respectivement. L'impédance doit être calculée par la formule suivante:

$$|Z| = R \frac{|E_1|}{|E_2|}$$

où

$|Z|$ est la valeur absolue de l'impédance;

R est la résistance;

$|E_1|$ est la valeur absolue de Ev_1 ;

$|E_2|$ est la valeur absolue de Ev_2 .

3.2.4 Methods of measurement and calculation

The frequency of the signal generator (figure 1) output signal shall be set to a separately specified frequency. The inductor shall be connected to the measurement circuit by using the test fixture as described above. Vector voltage E_1 and E_2 shall be measured by vector voltage meters Ev_1 and Ev_2 respectively. The Q value shall be calculated by the following formula:

$$Q = \frac{\text{Im}[E_1/E_2]}{\text{Re}[E_1/E_2]}$$

where

- Q is the Q of the inductor under test;
- Re is the real part of the complex value;
- Im is the imaginary part of the complex value;
- E_1 is the value indicated on vector voltmeter Ev_1 ;
- E_2 is the value indicated on vector voltmeter Ev_2 .

3.2.5 Notes on measurement

Refer to 3.1.4 in the inductance measurement part.

3.3 Impedance

3.3.1 Measurement method

The impedance of an inductor shall be measured by the vector voltage/current method.

The vector voltage/current method is as follows:

3.3.2 Measurement circuit

The measurement circuit is as shown in figure 1.

Mounting of the inductor to the test fixture as described in 3.1.2.

3.3.3 Measurement method and calculation

The frequency of the signal generator (figure 1) output signal shall be set to a separately specified frequency f . The inductor shall be connected to the measurement circuit by using the test fixture as described above. Vector voltage E_1 and E_2 shall be measured by vector voltage meters Ev_1 and Ev_2 , respectively. The impedance shall be calculated by the following formula:

$$|Z| = R \frac{|E_1|}{|E_2|}$$

where

- $|Z|$ is the absolute value of the impedance;
- R is the resistance;
- $|E_1|$ is the absolute value of Ev_1 ;
- $|E_2|$ is the absolute value of Ev_2 .

3.3.4 Notes sur la mesure

Se reporter à 3.1.4 dans la partie de la mesure de l'inductance.

4 Fréquence de résonance

4.1 Fréquence propre

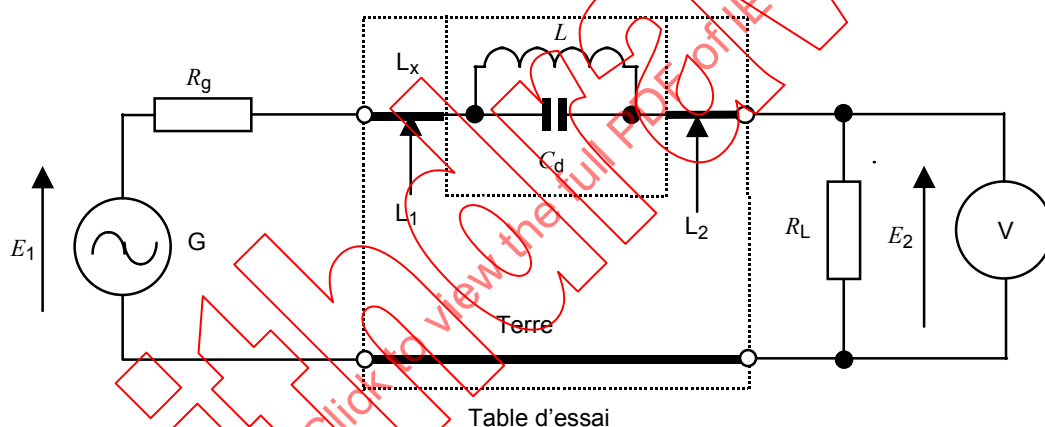
La fréquence propre de la bobine d'inductance doit être mesurée par la méthode de sortie minimale, voir 4.2, ou par la méthode de réflexion, voir 4.3, ou encore par l'analyseur d'impédance, voir 4.4.

4.2 Méthode de sortie minimale

La méthode de sortie minimale est la suivante.

4.2.1 Circuit de mesure

Le circuit de mesure est illustré à la figure 5.



IEC 1232/02

Composants

G	générateur de signal
R_g	résistance du générateur de signal (50 Ω)
L_x	bobine d'inductance en essai
C_d	capacité distribuée de la bobine d'inductance en essai
L	inductance de la bobine d'inductance en essai
L_1, L_2	ligne microruban 50 Ω
V	voltmètre RF
R_L	résistance d'entrée du voltmètre RF (50 Ω)

NOTE Un analyseur de réseau étalonné de manière appropriée peut être utilisé pour la méthode de sortie minimale à la place du générateur de signal et du voltmètre RF.

Figure 5 – Exemple du circuit d'essai pour la méthode de sortie minimale

4.2.2 Montage de la bobine d'inductance pour essai

La bobine d'inductance doit être montée sur la table d'essai de fréquence propre prescrite dans la norme individuelle pour la bobine d'inductance particulière par la méthode prescrite dans l'annexe A. S'il n'existe aucune norme individuelle, la table d'essai de fréquence propre doit correspondre à l'illustration de la figure 6.

3.3.4 Notes on measurement

Refer to 3.1.4 in the inductance measurement part.

4 Resonance frequency

4.1 Self-resonance frequency

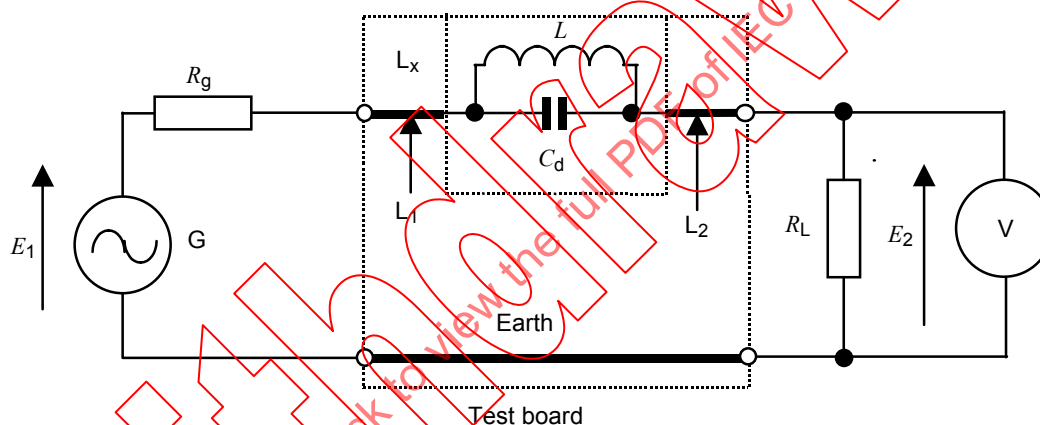
The self-resonance frequency of the inductor shall be measured by the minimum output method, see 4.2, or by the reflection method, see 4.3, or by the impedance analyser, see 4.4.

4.2 Minimum output method

The minimum output method is as follows.

4.2.1 Measurement circuit

The measurement circuit is as shown in figure 5.



IEC 1232/02

Components

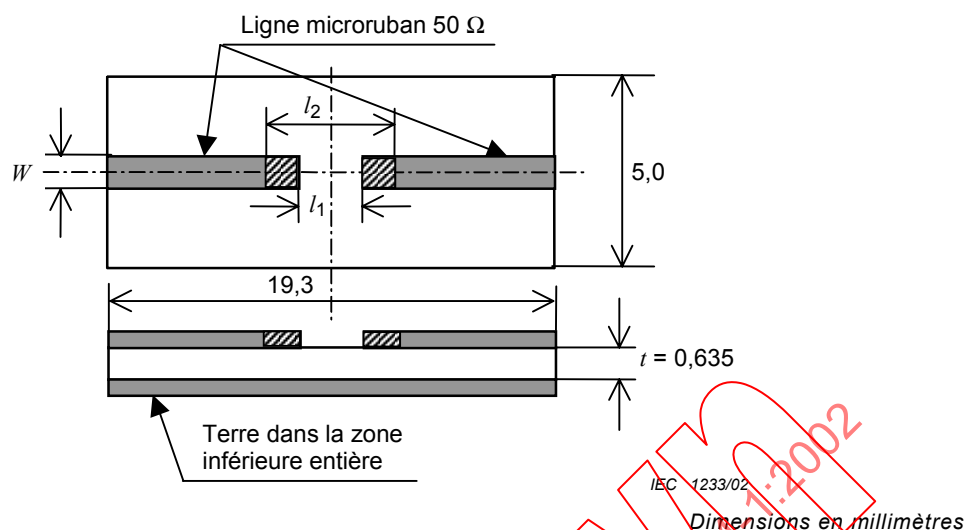
G	signal generator
R_g	source resistance of signal generator (50 Ω)
L_x	inductor under test
C_d	distributed capacitance of inductor under test
L	inductance of inductor under test
L_1, L_2	50 Ω microstrip line
V	RF voltmeter
R_L	input resistance of RF voltmeter (50 Ω)

NOTE A suitably calibrated network analyser may be used for the minimum output method in place of the signal generator and RF voltmeter.

Figure 5 – Example of test circuit for the minimum output method

4.2.2 Mounting the inductor for test

The inductor shall be mounted on the self-resonance frequency test board prescribed in the individual standard for the particular inductor by the method prescribed in annex A. If there is no individual standard, the self-resonance frequency test board shall be as shown in figure 6.



Légende

Matériau de table: table en céramique alumine 96 % ($\epsilon \approx 9,4$)

Matériau conducteur: imprimé à la pâte ou plaqué Cu, Ag ou Ag-Pd à une épaisseur totale de 15 ~ 30 μm

W 0,62 mm (valeur référence)

Dimensions du champ de cordon de brasure: zone hachurée

W même largeur que la ligne microruban 50 Ω

l_1 1/2 longueur de la bobine d'inductance en essai

l_2 longueur de la bobine d'inductance + 0,4 mm

Figure 6 – Table d'essai de fréquence propre (méthode de sortie minimale)

4.2.3 Méthode de mesure

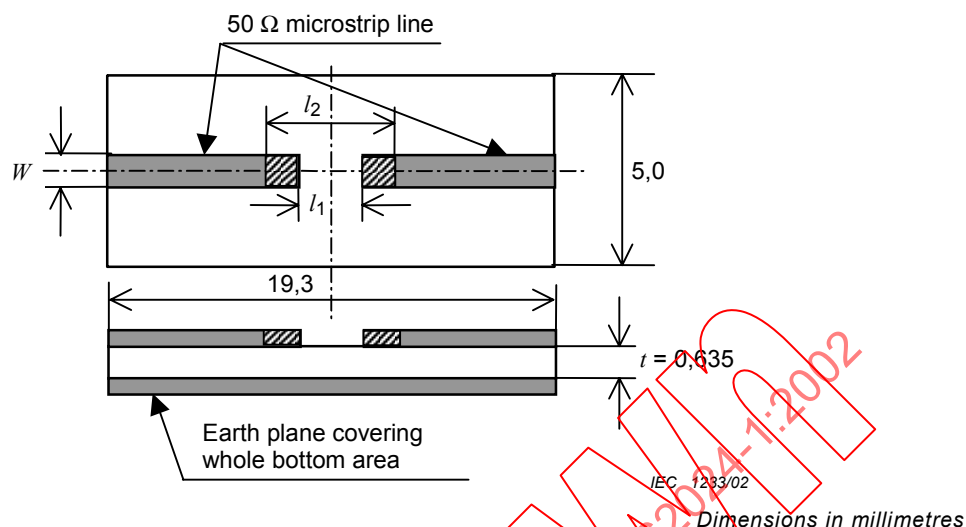
En utilisant un circuit du genre qui est illustré à la figure 5, en maintenant E_1 fixe, la fréquence d'oscillation du générateur de signal doit être augmentée graduellement, et la fréquence de résonance du générateur de signal lorsque E_2 est le plus faible doit être prise comme la fréquence propre.

Cependant, si la plage de fréquences où E_2 est minimale, est large, et si la fréquence de valeur minimale ne peut pas être déterminée aisément, les deux fréquences, f_1 et f_2 auxquelles E_2 est supérieure au minimum par A [dB] ($A \leq 3$), doivent être mesurées, et la fréquence propre doit être obtenue en utilisant la formule suivante:

$$\text{Fréquence propre} = (f_1 + f_2) / 2$$

4.2.4 Note sur la mesure

La largeur (W) de la ligne de microruban doit être telle que l'impédance caractéristique est aussi proche que possible de 50 Ω . La valeur E_1 de la ligne microruban sélectionnée doit également permettre une identification aisée de la valeur minimale de E_2 .

**Key**

Board material: 96 % alumina ceramic board ($\epsilon \approx 9,4$)

Conductive material: paste-printed or plated Cu, Ag or Ag-Pd to a total thickness of 15 ~ 30 μm

W 0,62 mm (reference value)

Solder joint field dimensions: hatched area

W same width as 50 Ω microstrip line

l_1 1/2 length of the inductor under test

l_2 length of the inductor under test + 0,4 mm

Figure 6 – Self-resonance frequency test board (minimum output method)

4.2.3 Measurement method

Using a circuit of the kind shown in figure 5, keeping E_1 fixed, the oscillating frequency of the signal generator should be gradually increased until resonance is obtained as indicated by E_2 assuming its minimum value. This frequency is then taken as the self-resonant value.

However, if the range of frequencies where E_2 is minimal, is wide, and the frequency of the minimal value is not easily determined, the two frequencies, f_1 and f_2 at which E_2 is greater than the minimum by A [dB] ($A \leq 3$) shall be measured, and the self-resonance frequency shall be obtained using the following formula:

$$\text{Self-resonance frequency} = (f_1 + f_2) / 2$$

4.2.4 Note on measurement

The width (W) of the microstrip line shall be such that the characteristic impedance is as close as possible to 50 Ω . The E_1 value of the microstrip line selected shall also allow easy identification of the minimum value of E_2 .

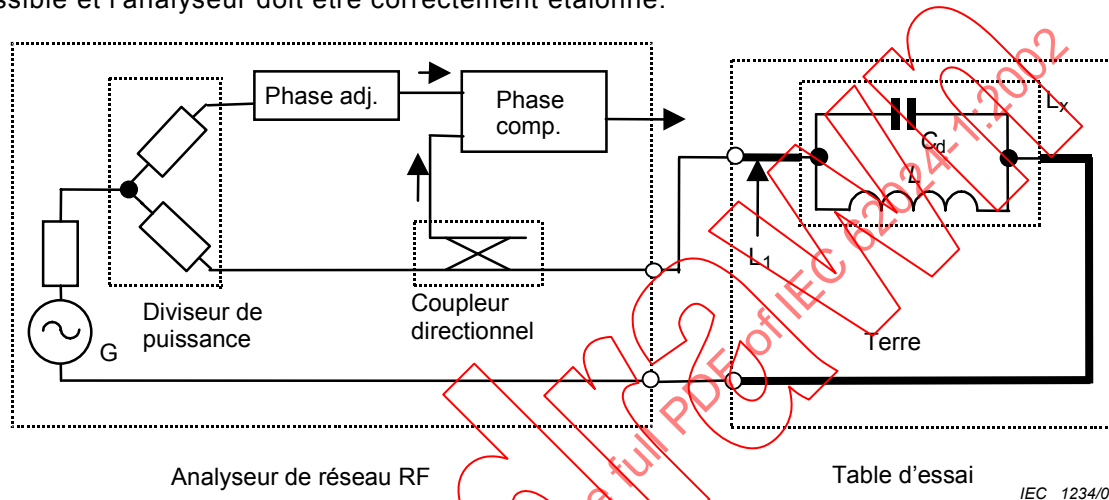
4.3 Méthode de réflexion

La méthode de réflexion est la suivante.

4.3.1 Circuit de mesure

Le circuit de mesure est illustré à la figure 7 ci-dessous. Le circuit d'analyseur de réseau utilisé pour la mesure doit être configuré comme à la figure 7, ou avoir des fonctions de circuits équivalentes.

Dans le mode de mesure de réflexion à accès unique (S_{11}), la mesure de phase doit être possible et l'analyseur doit être correctement étalonné.



Composants

- G générateur de signal
- L_x bobine d'inductance en essai
- C_d capacité distribuée de la bobine en essai
- L inductance de la bobine en essai
- L_1 ligne microruban 50 Ω

Figure 7 – Exemple de circuit d'essai pour la méthode de réflexion

4.3.2 Montage de la bobine en essai

La bobine d'inductance doit être montée sur la table d'essai de fréquence propre prescrite dans la norme individuelle pour la bobine d'inductance particulière par la méthode prescrite dans l'annexe A. S'il n'existe aucune norme individuelle, la table d'essai de fréquence propre doit correspondre à l'illustration de la figure 8 ci-dessous.

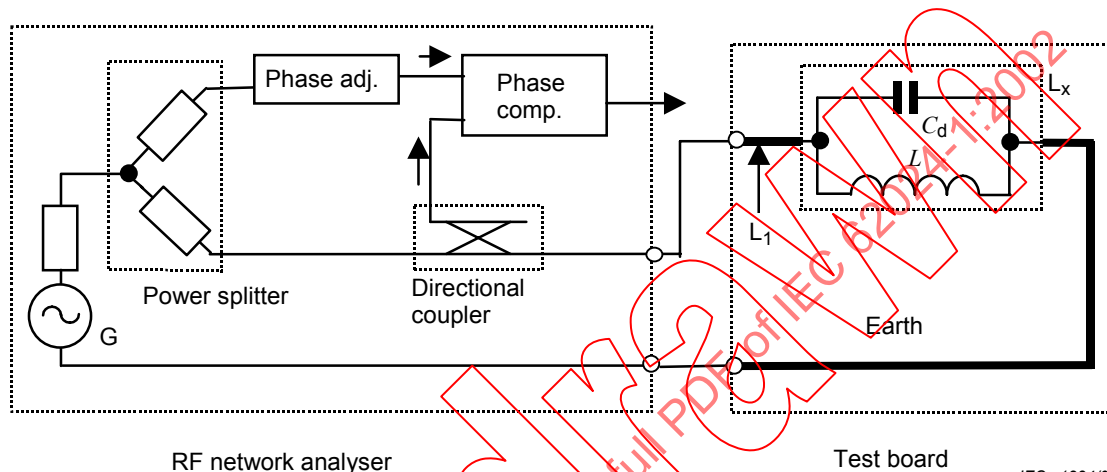
4.3 Reflection method

The reflection method is as follows.

4.3.1 Measurement circuit

The measurement circuit is as shown in figure 7 below. The network analyser circuit used for measurement shall be configured as shown in figure 7, or have equivalent circuit functions.

In single port (S_{11}) reflection measurement mode, phase measurement shall be possible and the analyser shall be suitably calibrated.



IEC 1234/02

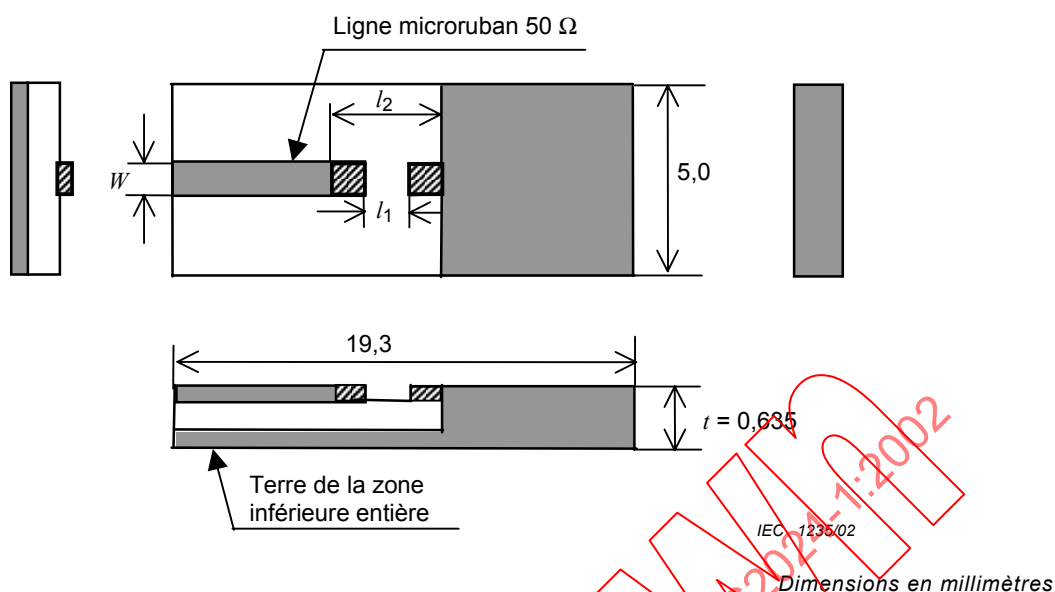
Components

- G signal generator
- L_x inductor under test
- C_d distributed capacitance of inductor under test
- L inductance of inductor under test
- L_1 50 Ω microstrip line

Figure 7 – Example of test circuit for the reflection method

4.3.2 Mounting the inductor for test

The inductor shall be mounted on the self-resonance frequency test board prescribed in the individual standard for the particular inductor by the method prescribed in annex A. If there is no individual standard, the self-resonance frequency test board shall be as shown in figure 8 below.



Légende

Matériau de table: table en céramique alumine: 96 % ($\epsilon \approx 9,4$)

Matériau conducteur: imprimé à la pâte ou plaqué Cu, Ag ou Ag-Pd à une épaisseur totale de 15 ~ 30 μm

W 0,62 mm (valeur de référence)

Dimensions du champ de cordon de brasure: zone hachurée

W même largeur que la ligne microruban 50 Ω

l_1 1/2 longueur de la bobine en essai

l_2 longueur de la bobine en essai + 0,4 mm

Figure 8 – Table d'essai de la fréquence propre (méthode de réflexion)

4.3.3 Méthode de mesure

La table d'essai (sur laquelle la bobine n'a pas encore été montée) doit être raccordée à un analyseur de réseau correctement étalonné, et le régleur de phase doit être réglé de sorte que, dans la plage des fréquences d'oscillation du générateur de signaux de balayage, la sortie du comparateur de phases mette en évidence la différence de phase minimale (valeur absolue) entre les ondes incidentes et les ondes réfléchies.

La bobine pour essai doit ensuite être montée sur la table d'essai, et la fréquence d'oscillation du générateur de signaux doit être graduellement balayée de l'extrémité basse à l'extrémité haute.

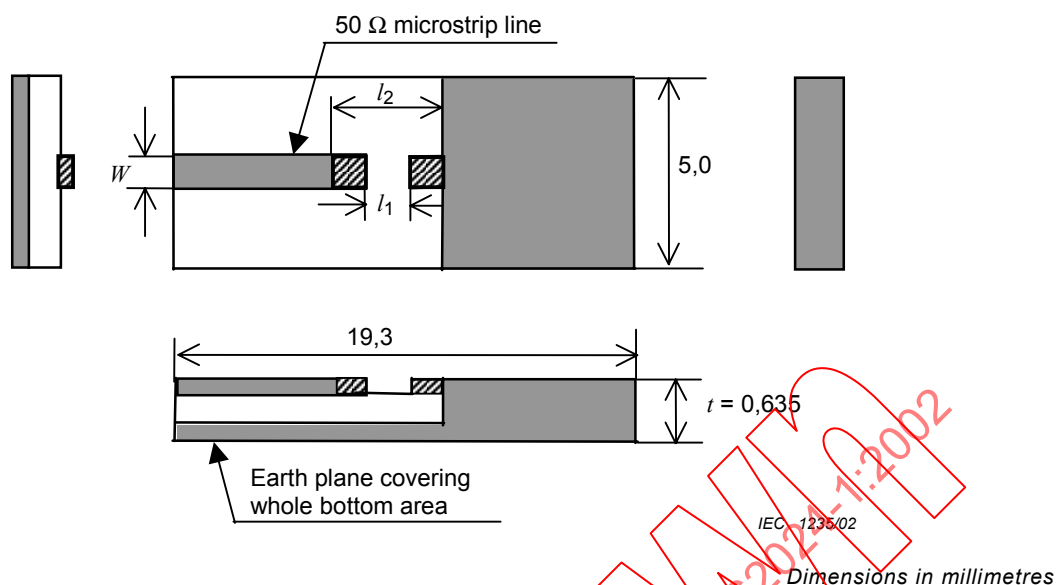
La fréquence d'oscillation du générateur de signaux de balayage, lorsque la sortie du comparateur de phases met en évidence la différence de phase minimale (valeur absolue) entre les ondes incidentes et les ondes réfléchies, doit être prise comme la fréquence propre.

4.3.4 Notes sur la mesure

La largeur (W) de la ligne microruban doit être telle que l'impédance caractéristique soit aussi proche que possible de 50 Ω . La sortie du générateur de signaux de balayage doit être réglée dans une plage qui assure un fonctionnement stable du comparateur de phase.

4.4 Mesure par l'analyseur d'impédance

Avec l'analyseur d'impédance, réglé à la fréquence minimale spécifiée dans la spécification particulière, et après compensation de la capacité non désirée (indication réglable $C = 0$), la bobine en essai est connectée à l'instrument.

**Key**

Board material: 96 % alumina ceramic board ($\epsilon \cong 9,4$)

Conductive material: paste-printed or plated Cu, Ag or Ag-Pd to a total thickness of 15 ~ 30 μm

W 0,62 mm (reference value)

Solder joint field dimensions: hatched area

W same width as 50 Ω microstrip line

l_1 1/2 length of the inductor under test

l_2 length of the inductor under test + 0,4 mm

Figure 8 – Self-resonance frequency test board (reflection method)

4.3.3 Measurement method

The test board (on which the inductor has not yet been mounted) shall be connected to a suitably calibrated network analyser, and the phase adjuster shall be adjusted so that within the range of oscillating frequencies of the scanning signal generator, the output of the phase comparator shows the minimum phase difference (absolute value) between the incident and reflected waves.

The inductor for test shall then be mounted on the test board, and the oscillating frequency of the scanning signal generator shall gradually be swept from the low end to the high end.

The oscillating frequency of the scanning signal generator when the output of the phase comparator shows the minimum phase difference (absolute value) between the incident and reflected waves shall be taken as the self-resonance frequency.

4.3.4 Notes on measurement

The width (W) of the microstrip line shall be such that the characteristic impedance is as close as possible to 50 Ω . The output of the scanning signal generator shall be set within a range that ensures stable operation of the phase comparator.

4.4 Measurement by impedance analyser

With the impedance analyser adjusted to the minimum frequency specified in the detail specification, and after compensating for the unwanted capacitance (adjustable indicator $C = 0$), the inductor for test is connected to the instrument.