

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

High frequency inductive components – Electrical characteristics and measuring methods –

Part 1: Nanohenry range chip inductor

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

Partie 1: Inductance pastille de l'ordre du nanohenry



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente. un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

High frequency inductive components – Electrical characteristics and measuring methods –

Part 1: Nanohenry range chip inductor

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

Partie 1: Inductance pastille de l'ordre du nanohenry

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 29.100.10

ISBN 978-2-83220-350-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Inductance, Q-factor and impedance	6
3.1 Inductance	6
3.1.1 Measuring circuit	7
3.1.2 Mounting of the inductor to the test fixture	7
3.1.3 Measurement method and calculation.....	9
3.1.4 Notes on measurement.....	9
3.2 Quality factor.....	10
3.2.1 Measurement method	10
3.2.2 Measurement circuit	11
3.2.3 Mounting of the inductor	11
3.2.4 Methods of measurement and calculation	11
3.2.5 Notes on measurement.....	11
3.3 Impedance	11
3.3.1 Measurement method	11
3.3.2 Measurement circuit	11
3.3.3 Measurement method and calculation.....	11
3.3.4 Notes on measurement.....	12
4 Resonance frequency.....	12
4.1 Self-resonance frequency.....	12
4.2 Minimum output method	12
4.2.1 Measurement circuit	12
4.2.2 Mounting the inductor for test	13
4.2.3 Measuring method.....	13
4.2.4 Note on measurement	14
4.3 Reflection method	14
4.3.1 Measurement circuit	14
4.3.2 Mounting the inductor for test	14
4.3.3 Measurement method	15
4.3.4 Notes on measurement.....	15
4.4 Measurement by analyser.....	16
4.4.1 Measurement by impedance analyser	16
4.4.2 Measurement by network analyser.....	16
5 DC resistance.....	16
5.1 Measuring circuit (Bridge method).....	16
5.2 Measuring method and calculation formula	17
5.3 Precaution for measurement.....	17
5.4 Measuring temperature.....	18
Annex A (normative) Mounting method for a surface mounting coil	19
Figure 1 – Example of circuit for vector voltage/current method	7
Figure 2 – Fixture A	8

Figure 3 – Fixture B	8
Figure 4 – Short device shape	10
Figure 5 – Example of test circuit for the minimum output method.....	12
Figure 6 – Self-resonance frequency test board (minimum output method)	13
Figure 7 – Example of test circuit for the reflection method	14
Figure 8 – Self-resonance frequency test board (reflection method).....	15
Figure 9 – Suitable test fixture for measuring self-resonance frequency.....	16
Figure 10 – Example of measuring circuit of d.c. resistance	17
Table 1 – Dimensions of l and d	8
Table 2 – Short device dimensions and inductances	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. 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.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2002. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) sizes 0402 added in Table 1 and Table 2;
- b) contents of 4.4 reviewed for easier understanding;
- c) correct errors in 3.1.4.2.

This bilingual version (2012-09) corresponds to the monolingual English version, published in 2008-02.

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

FDIS	Report on voting
51/908/FDIS	51/915/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 62024 series, published under the general title *High frequency inductive components – Electrical characteristics and measuring methods*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of July 2008 have been included in this copy.

HIGH FREQUENCY INDUCTIVE COMPONENTS – ELECTRICAL CHARACTERISTICS AND MEASURING METHODS –

Part 1: Nanohenry range chip inductor

1 Scope

This part of IEC 62024 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 61249-2-7, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test) copper-clad*

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

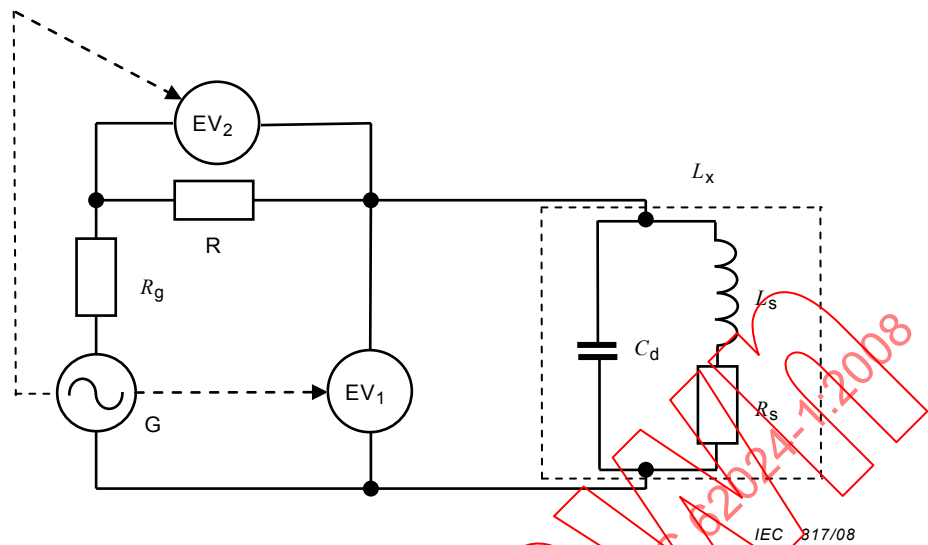
ISO 9453, *Soft solder alloys – Chemical compositions and forms*

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 Measuring circuit



Components

- R_g source resistance (50 Ω)
- R resistor
- L_x inductor under test
- C_d distributed capacitance of inductor under test
- L_s series inductance of inductor under test
- R_s series resistance of inductor under test
- $\dashrightarrow$ phase reference signal
- EV_1, EV_2 vector voltmeter
- G signal generator

Figure 1 – Example of circuit for 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.

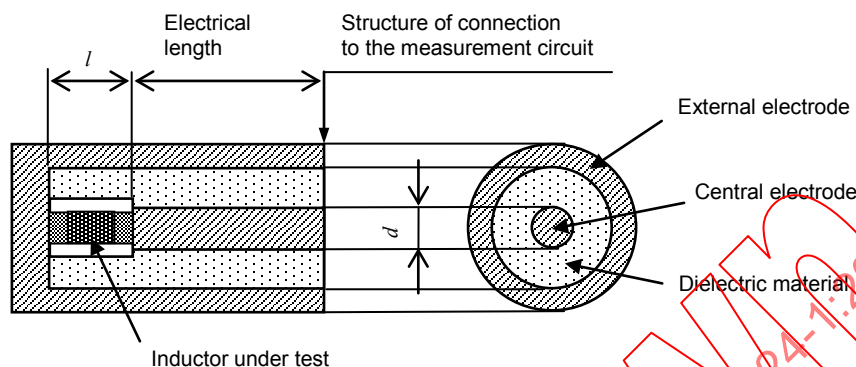


Figure 2 – Fixture A

Table 1 – Dimensions of l and d

Size of inductor under test	l mm	d mm
1608	1,6	0,95
1005	1,0	0,60
0603	0,6	0,36
0402	0,4	0,26

The electrodes of test fixture shall contact the electrodes of 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.

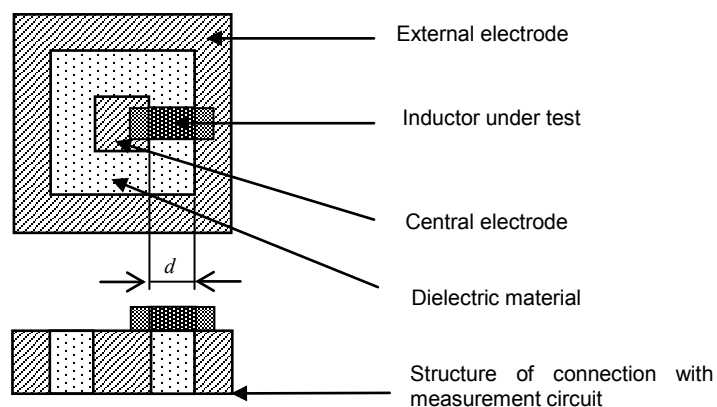


Figure 3 – Fixture B

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 parties concerned.

3.1.3 Measurement method and calculation

Inductance L_x of the inductor L_x is defined by the vector sum of reactance 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 as separately specified. 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:

$$L_x = \frac{\text{Im} \left[R \frac{E_1}{E_2} \right]}{\omega} \quad (1)$$

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 calculated by the following formulae:

$$Z_x = A_c \frac{Z_m - B_c}{1 - Z_m C_c} \quad (2)$$

$$A_c = 1 + j0 \quad (3)$$

$$B_c = \frac{Z_{sm} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Z_{ss} - Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}} \quad (4)$$

$$C_c = \frac{Y_{om} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Y_{os} - Y_{om} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}} \quad (5)$$

where

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

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 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.

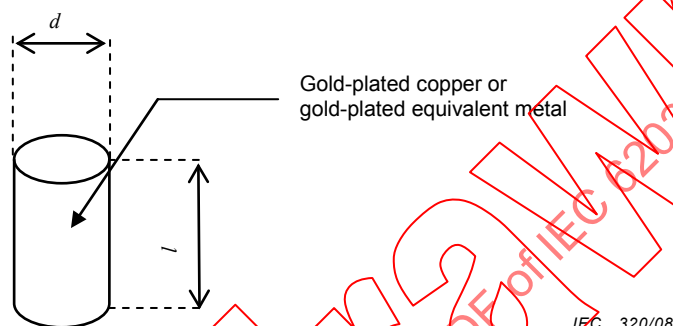


Figure 4 – Short device shape

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
0402	0,4	0,26	0,11

If an inductance value other than 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 admittance Y_{os} is defined as 0S (zero Siemens) unless otherwise specified.

Open compensation for test fixture B shall be performed without mounting the inductor. The admittance Y_{os} is defined as 0S (zero Siemens) 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 Methods of measurement and calculation

The frequency of the signal generator (Figure 1) output signal shall be set to a frequency as separately specified. 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:

$$Q = \frac{\text{Im}[E_1/E_2]}{\text{Re}[E_1/E_2]} \quad (6)$$

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 frequency f as separately specified. 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:

$$|Z| = R \frac{|E_1|}{|E_2|} \quad (7)$$

where

$|Z|$ is the absolute value of the impedance;

R is the resistance;

$|E_1|$ is the absolute value of E_{v1} ;

$|E_2|$ is the absolute value of E_{v2} .

3.3.4 Notes on measurement

Refer to 3.1.4 in the inductance measurement part.

4 Resonance frequency

4.1 Self-resonance frequency

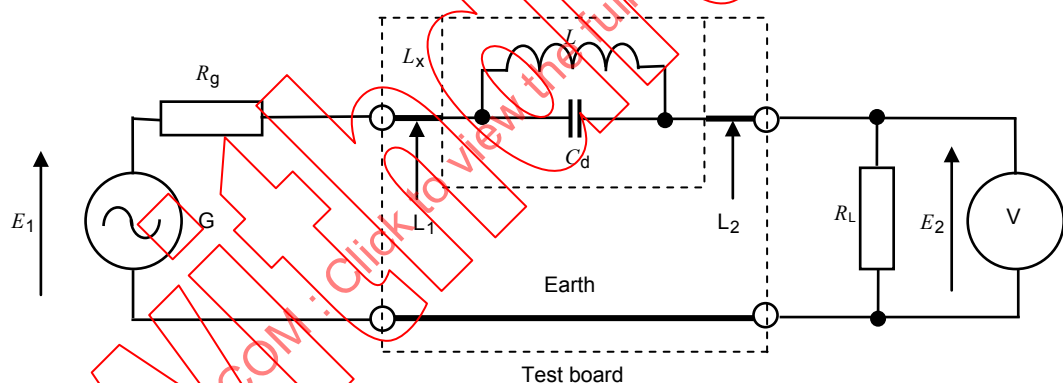
The self-resonance frequency of the inductor shall be measured by the minimum output method 4.2 or by the reflection method 4.3 or by the impedance analyser 4.4.

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 below.



IEC 321/08

Components

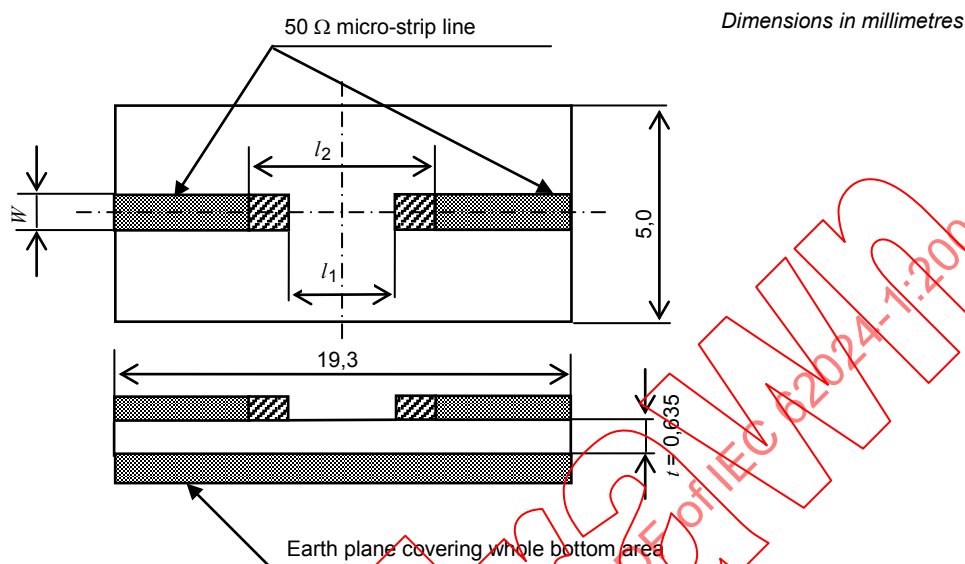
G	signal generator
R_g	source resistance of signal generator (50 Ω)
L_x	inductance under test
C_d	distributed capacitance of inductor under test
L	inductance of inductor under test
L_1, L_2	50 Ω micro-strip line
V	RF voltmeter
R_L	input resistance of RF voltmeter (50 Ω)

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.



Key

IEC 322/08

Board material	96 % alumina ceramic board ($\epsilon \cong 9,4$)
Conductive material	paste-printed or plated Cu, Ag-Pd to a total thickness of (15 to 30) μm
W	0,62 mm (reference value)
Solder joint field dimensions: hatched area	
W	same width as 50 Ω micro-strip 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 Measuring 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, which 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:

$$\text{Self-resonance frequency} = \frac{f_1 + f_2}{2} \quad (8)$$

4.2.4 Note on measurement

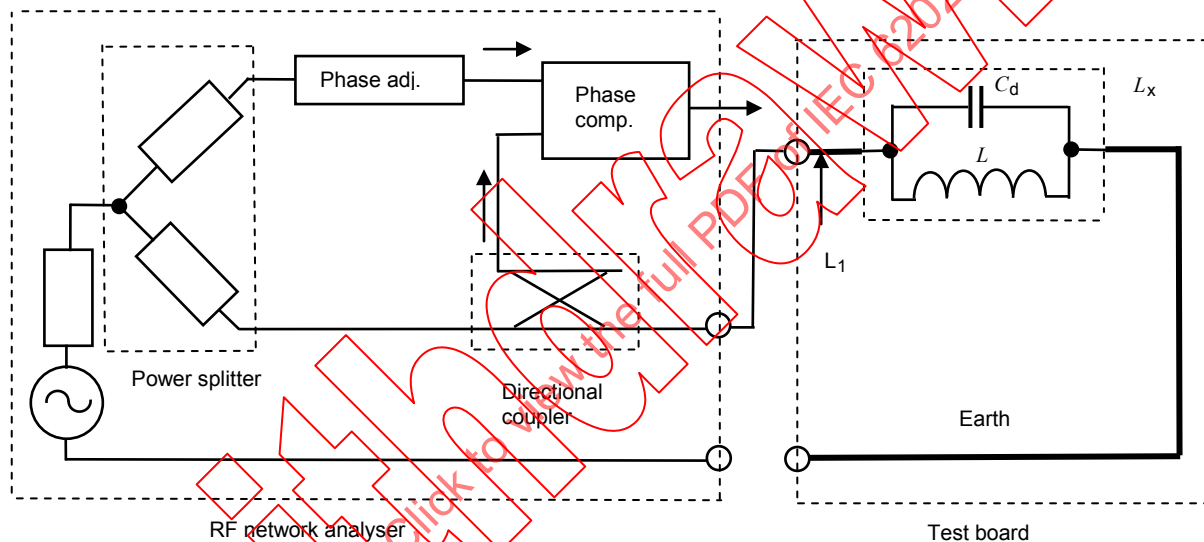
The width W of the micro-strip line shall be such that the characteristic impedance is as close as possible to $50\ \Omega$. The E_1 value of the micro-strip line selected shall also allow easy identification of the minimum value of E_2 .

4.3 Reflection method

The reflection method is as follows:

4.3.1 Measurement circuit

The measurement circuit is as shown in Figure 7. 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 323/08

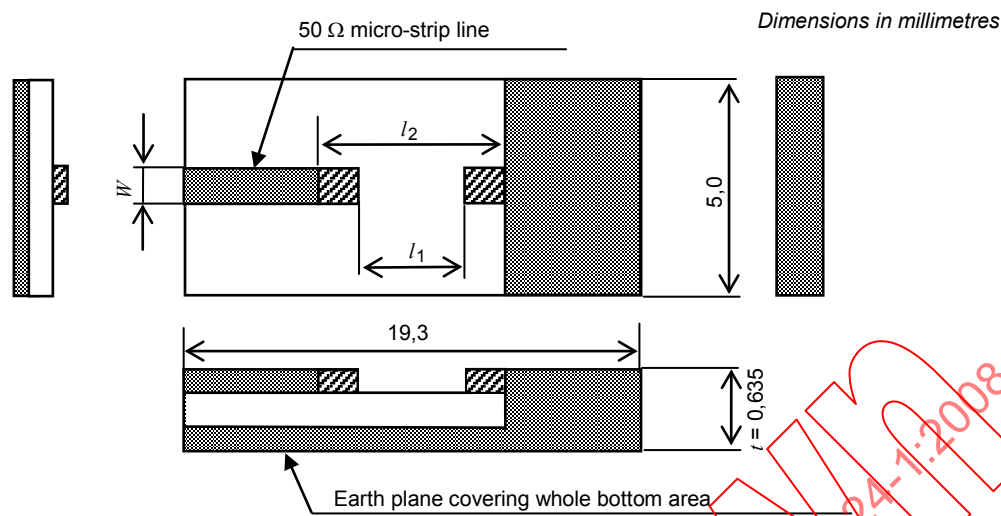
Components

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 micro-strip 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 in Figure 8.



Key

Board material:	96 % alumina ceramic board ($\epsilon \approx 9.4$)
Conductive material:	paste-printed or plated Cu, Ag-Pd to a total thickness of (15 to 30) μm
W	0.62 mm (reference value)

Solder joint field dimensions: hatched area

W	same width as 50 Ω micro-strip 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 micro-strip line shall be such that the characteristics 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 analyser

4.4.1 Measurement by impedance analyser

Self-resonance frequency can be measured by measuring the impedance of the inductor using the impedance analyser. When measuring self-resonance frequency, after compensating for the unwanted capacitance (refer to 3.1.4.2), the inductor for test shall be connected to the test fixture.

The exact value of the self-resonance frequency shall be the frequency where the first imaginary part value of impedance equals 0, when sweeping the frequency of the impedance analyser from the lower value to the higher value.

The test fixture for the measurement of the self-resonance frequency shall be the same as that of the inductance.

4.4.2 Measurement by network analyser

The self-resonance frequency of the inductor can be measured by the power attenuation method using the network analyser. During the measurement of the self-resonance frequency, care shall be taken to avoid the influence of electromagnetic interference from other electronic equipments. The sweeping frequency range of the network analyser shall include the self-resonance frequency of the inductor.

The self-resonance frequency of the inductor shall be the frequency where the power attenuation becomes a maximum. It shall be confirmed that the measured self-resonance frequency is not the resonance of the test fixture.

An example of a test fixture for measurement of self-resonance frequency by the power attenuation method is shown in Figure 9.

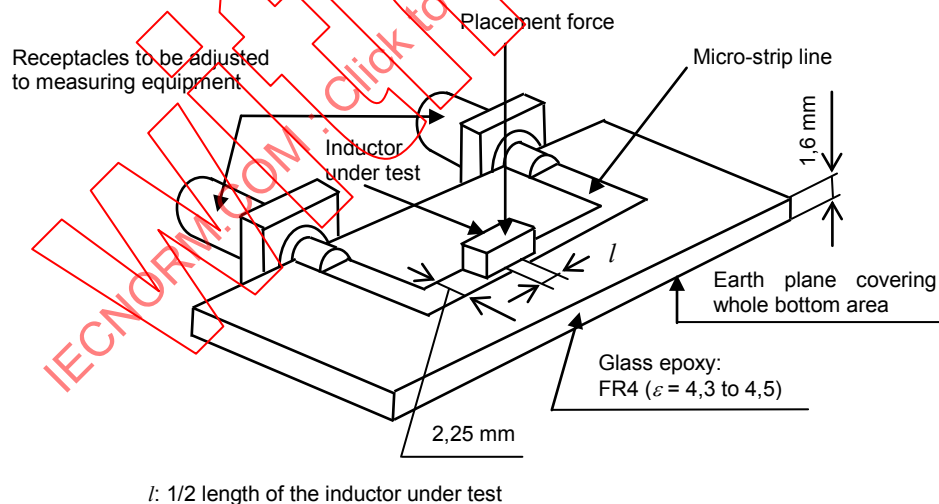


Figure 9 – Suitable test fixture for measuring self-resonance frequency

5 DC resistance

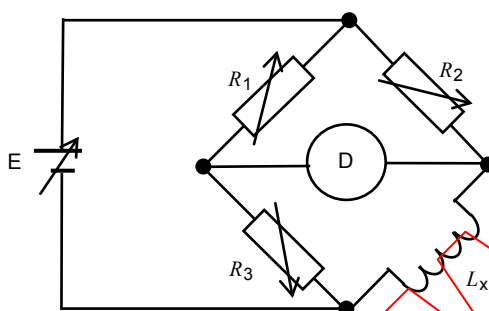
5.1 Measuring circuit (Bridge method)

An example of measuring circuit for DC resistance is shown in Figure 10.

5.2 Measuring method and calculation formula

Use the circuit as shown in Figure 10, balance the bridge by adjusting the proportional arm resistors R_1 and R_2 and standard variable resistor R_3 and calculate DC resistance R_x of the coil from the following formula:

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} \times R_3 \quad (9)$$



IEC 326/08

Components

R_1, R_2	resistance of proportional arm resistors R_1, R_2
R_3	resistance of standard variable resistor R_3
L_x	inductor under test
E	DC power supply
D	detector

Figure 10 – Example of measuring circuit of d.c. resistance

5.3 Precaution for measurement

The precautions for measurements are as follows:

- measurement of resistance shall be made by using a direct voltage of a small magnitude for as short a time as practicable, in order that the temperature of the resistance element will not rise appreciably during measurement;
- measuring voltage: $\leq 0,5$ V;
- measurement uncertainty $\pm 0,5$ % of measured value or $\pm 0,001 \Omega$, whichever is greater;
- take care so that the temperature of the specimen coincides with the ambient temperature;
- keep the current passed through the specimen within a range so that the resistance of coil will not change so much;
- use of double bridge is desirable for measuring especially low resistance.

5.4 Measuring temperature

The d.c. resistance shall meet the specified limits at a temperature of $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$. When the test is made at a temperature T_e other than 20°C , the result shall be corrected to 20°C by means of the formula:

$$R_{20} = \frac{R_{T_e}}{0,92 + 0,004T_e}; T_e \text{ in } ^\circ\text{C} \quad (10)$$

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62024-1:2008

Annex A (normative)

Mounting method for a surface mounting coil

This annex specifies the method for mounting a surface mounting coil to be tested (hereinafter referred to as “specimen”) to the testing printed-circuit board.

A.1 Mounting printed-circuit board and mounting land

A mounting printed-circuit board suitable to the construction of the specimen shall be used, and it shall be specified in the detail specification. If there is no provision in the detail specification, the board [thickness $(1,6 \pm 0,19)$ mm, copper foil $0,035 \text{ mm} \begin{smallmatrix} +0,010 \\ -0,005 \end{smallmatrix}$ mm] of epoxide woven glass fabric copper-clad laminate sheet specified in IEC 61249-2-7 shall be used. It shall be a printed-circuit board on which the land for mounting the specimen is previously located. The configuration of the land is indicated by the detail specification.

A.2 Solder

The solder shall be a solder paste prepared in such a way that a weakly active flux of colophonium system is added to the solder of composition H60A or H63A specified in ISO 9453 having a grain size 200 mesh or more to form a creamy paste. The viscosity is subjected to agreement between the parties concerned with acceptance.

A.3 Preparation

The solder paste shall be coated on the lands of the testing printed-circuit board specified in the detail specification to a thickness of $(200 \pm 50) \mu\text{m}$ and the specimen shall be placed so that its terminations or electrodes are positioned on the pasted lands.

A.4 Pre-heating

The printed-circuit board on which the specimen is placed shall be heated at $(150 \pm 10) ^\circ\text{C}$ for (60 to 120) s.

A.5 Soldering

After the pre-heating, the soldering shall be carried out immediately by using the reflow soldering device. The soldering temperature shall be $(235 \pm 5) ^\circ\text{C}$, and the time shall be within 10 s.

A.6 Cleaning

After the soldering, the printed-circuit board shall be cleaned by using the 2-propanol specified in ISO 6353-3 to remove the flux. If necessary, the precaution for the cleaning method shall be specified in the detail specification.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	22
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives	24
3 Inductance, facteur Q et impédance	24
3.1 Inductance	24
3.1.1 Circuit de mesure	25
3.1.2 Montage de la bobine au support d'essai	25
3.1.3 Méthode de mesure et calcul	27
3.1.4 Notes sur la mesure	27
3.2 Facteur de qualité	29
3.2.1 Méthode de mesure	29
3.2.2 Circuit de mesure	29
3.2.3 Montage de la bobine	29
3.2.4 Méthodes de mesure et calcul	29
3.2.5 Notes sur la mesure	29
3.3 Impédance	29
3.3.1 Méthode de mesure	29
3.3.2 Circuit de mesure	29
3.3.3 Méthode de mesure et calcul	29
3.3.4 Notes sur la mesure	30
4 Fréquence de résonance	30
4.1 Fréquence de résonance propre	30
4.2 Méthode de la sortie minimale	30
4.2.1 Circuit de mesure	31
4.2.2 Montage de la bobine pour essai	31
4.2.3 Méthode de mesure	32
4.2.4 Note sur la mesure	32
4.3 Méthode de réflexion	33
4.3.1 Circuit de mesure	33
4.3.2 Montage de la bobine pour essai	33
4.3.3 Méthode de mesure	34
4.3.4 Notes sur la mesure	34
4.4 Mesure par un analyseur	35
4.4.1 Mesure par l'analyseur d'impédance	35
4.4.2 Mesure par un analyseur de réseau	35
5 Résistance en courant continu	35
5.1 Circuit de mesure (méthode du pont)	35
5.2 Méthode de mesure et formule de calcul	36
5.3 Précautions de mesure	36
5.4 Température de mesure	37
Annexe A (normative) Méthode de montage d'une bobine de montage en surface	38

Figure 1 – Exemple de circuit pour la méthode tension/courant vectorielle	25
Figure 2 – Support A.....	26
Figure 3 – Support B.....	26
Figure 4 – Forme du dispositif de court-circuit	28
Figure 5 – Exemple de circuit d'essai pour la méthode de sortie minimale	31
Figure 6 – Table d'essai de fréquence de résonance propre (méthode de sortie minimale).....	32
Figure 7 – Exemple de circuit d'essai pour la méthode de réflexion.....	33
Figure 8 – Table d'essai de la fréquence de résonance propre (méthode de réflexion).....	34
Figure 9 – Montage d'essai approprié pour la mesure de la fréquence de résonance propre.....	35
Figure 10 – Exemple de circuit de mesure de la résistance en courant continu	36
Tableau 1 – Dimensions de l et d	26
Tableau 2 – Inductances et dimensions du dispositif de court-circuit.....	28

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 Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications, la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2002. Cette édition constitue une révision technique.

Par rapport à l'édition précédente, les principales modifications techniques sont les suivantes:

- a) tailles 0402 ajoutées dans le Tableau 1 et le Tableau 2;
- b) contenu de 4.4 révisé pour en faciliter la compréhension;
- c) erreurs de 3.1.4.2 corrigées.

La présente version bilingue (2012-09) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2008-02.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 51/908/FDIS et 51/915/RVD.

Le rapport de vote 51/915/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

La présente publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62024, publiées sous le titre général *Composants inductifs à haute fréquence – Caractéristiques électriques et méthodes de mesure*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de juillet 2008 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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 partie de la CEI 62024 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 des hautes fréquences (supérieures 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 61249-2-7, *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2-7: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuille stratifiée tissée de verre E avec de la résine époxyde, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquée cuivre*

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

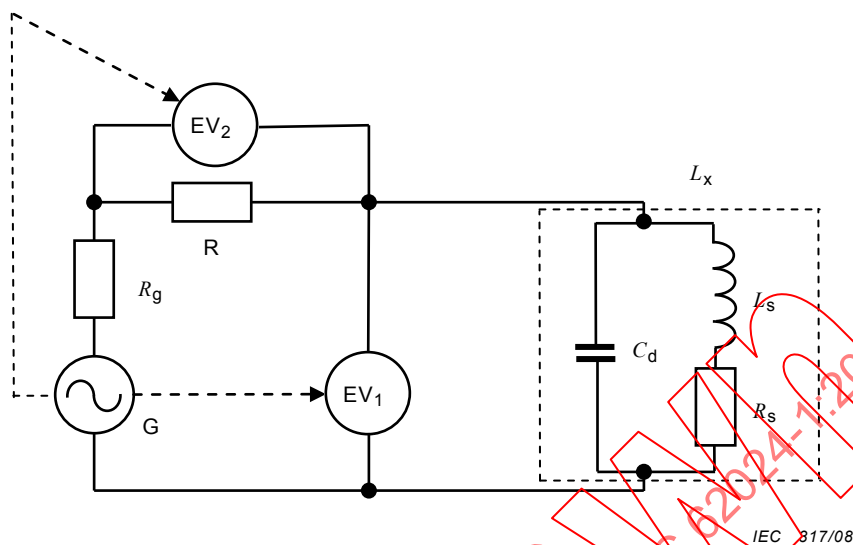
ISO 9453, *Alliages de brasage tendre – Compositions chimiques et formes*

3 Inductance, facteur Q et impédance

3.1 Inductance

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

3.1.1 Circuit de mesure



Composants

R_g	résistance de source (50 Ω)
R	résistance
L_x	bobine 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
$\dashrightarrow$	signal de référence de phase
EV_1, EV_2	voltmètre vectoriel
G	générateur de signal

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

3.1.2 Montage de la bobine au support d'essai

La bobine 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.

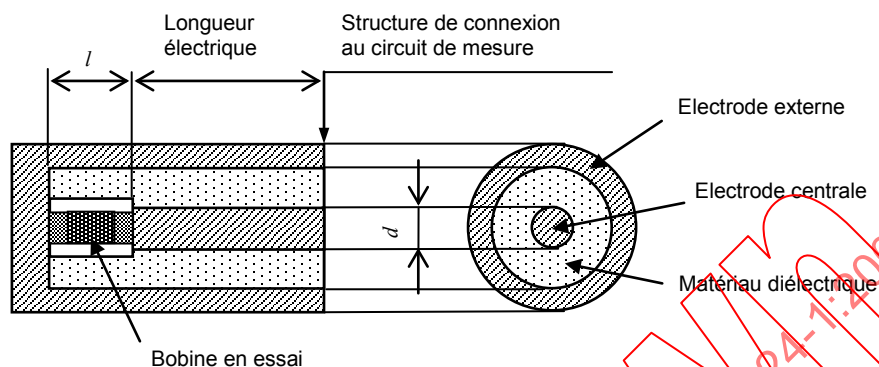


Figure 2 – Support A

Tableau 1 – Dimensions de l et d

Taille de la bobine en essai	l mm	d mm
1608	1,6	0,95
1005	1,0	0,60
0603	0,6	0,36
0402	0,4	0,26

Les électrodes du support d'essai doivent être en contact avec les électrodes de la bobine 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. 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.

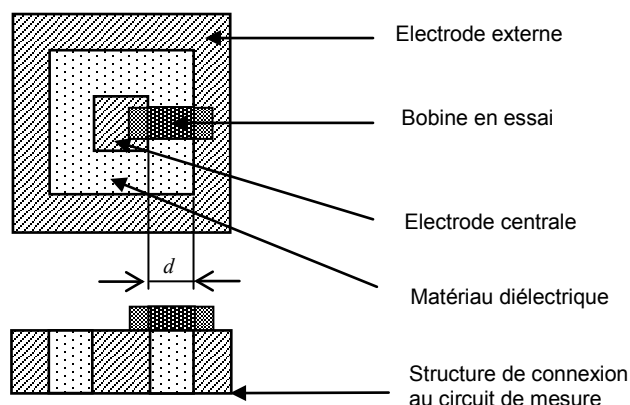


Figure 3 – Support B

Les électrodes du support d'essai doivent être en contact avec les électrodes de la bobine 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. 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.

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 réglée à une fréquence spécifiée séparément. La bobine 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 des voltmètres vectoriels Ev_1 et Ev_2 , respectivement. L'inductance L_x doit être calculée par la formule suivante:

$$L_x = \frac{\operatorname{Im} \left[R \frac{E_1}{E_2} \right]}{\omega} \quad (1)$$

où

- L_x est la valeur d'inductance de la bobine en essai;
- Im est la partie imaginaire de la valeur complexe;
- R est la valeur de résistance de la résistance;
- E_1 est la valeur indiquée par le voltmètre vectoriel Ev_1 ;
- E_2 est la valeur indiquée par 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 circuit ouvert/court-circuit. Si une longueur électrique qui n'est pas couramment acceptée est utilisée, elle doit être spécifiée. La compensation de circuit ouvert/court-circuit doit être réalisée par la formule suivante:

$$Z_x = A_c \frac{Z_m - B_c}{1 - Z_m C_c} \quad (2)$$

$$A_c = 1 + j0 \quad (3)$$

$$B_c = \frac{Z_{sm} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Z_{ss} - Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}} \quad (4)$$

$$C_c = \frac{Y_{om} - (1 - Y_{om} Z_{sm}) Y_{os} - Y_{om} Y_{os} Z_{ss}}{1 - Y_{om} Z_{sm} Y_{os} Z_{ss}} \quad (5)$$

où

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

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.

3.1.4.1 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 en essai. L'inductance du dispositif de court-circuit sélectionné doit être utilisée comme une valeur de compensation.

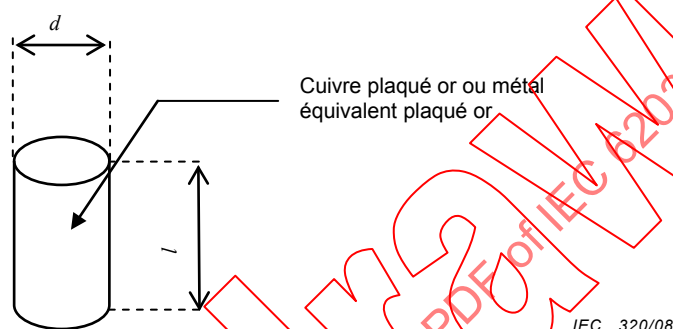


Figure 4 – Forme du dispositif de court-circuit

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
0402	0,4	0,26	0,11

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 l'inductance, de la forme et de la dimension du dispositif de court-circuit doivent être spécifiées.

3.1.4.2 Compensation de circuit ouvert

La compensation de circuit ouvert 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. L'admittance Y_{os} est définie comme 0 S (zéro Siemens), sauf spécification contraire.

La compensation de circuit ouvert pour le support d'essai B doit être réalisée sans le montage de la bobine. L'admittance Y_{os} est définie comme 0 S (zéro Siemens), sauf spécification contraire.

3.2 Facteur de qualité

3.2.1 Méthode de mesure

Le facteur de qualité Q de la bobine 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

Le montage de la bobine est décrit en 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 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 des voltmètres vectoriels Ev_1 et Ev_2 , respectivement. La valeur de Q doit être calculée par la formule suivante:

$$Q = \frac{\text{Im}[E_1/E_2]}{\text{Re}[E_1/E_2]} \quad (6)$$

où

Q est le facteur de qualité Q de la bobine 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 par le voltmètre vectoriel Ev_1 ;

E_2 est la valeur indiquée par 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 doit être mesurée par la méthode du courant/tension vectorielle. La méthode tension/courant vectorielle est la suivante:

3.3.2 Circuit de mesure

Le circuit de mesure est conforme à l'illustration de la Figure 1. Le montage de la bobine 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 spécifiée séparément. La bobine 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 des voltmètres vectoriels Ev_1 et Ev_2 , respectivement.

L'impédance doit être calculée par la formule suivante:

$$|Z| = R \frac{|E_1|}{|E_2|} \quad (7)$$

où

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

R est la résistance;

$|E_1|$ est la valeur absolue de E_{V1} ;

$|E_2|$ est la valeur absolue de E_{V2} .

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 de résonance propre

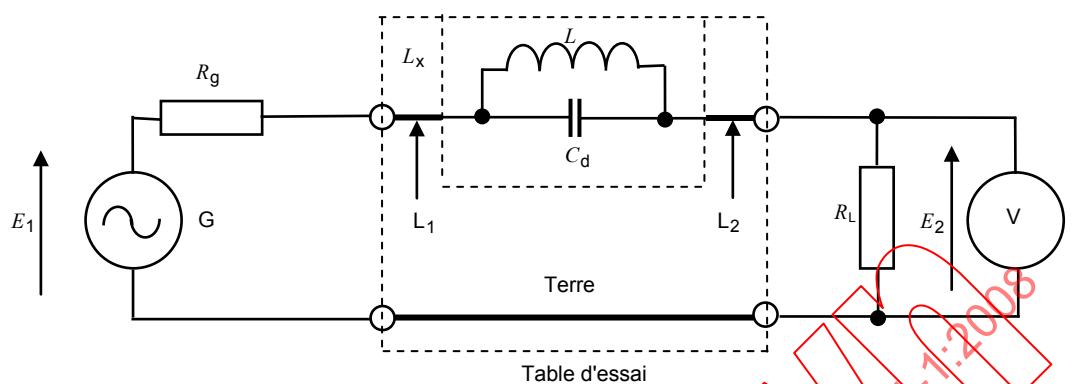
La fréquence de résonance propre de la bobine doit être mesurée par la méthode de sortie minimale, voir 4.2, ou par la méthode de réflexion, voir 4.3, ou encore par l'analyseur d'impédance, voir 4.4.

4.2 Méthode de la sortie minimale

La méthode de la sortie minimale est la suivante:

4.2.1 Circuit de mesure

Le circuit de mesure est conforme à l'illustration de la Figure 5 ci-dessous.



IEC 321/08

Composants

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

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

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

4.2.2 Montage de la bobine pour essai

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