

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed inductors for electromagnetic interference suppression –
Part 1: Generic specification**

**Inductances fixes d'antiparasitage –
Partie 1: Spécification générique**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-1:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 online and once a month by email.

IEC 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: sales@iec.ch.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC 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.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed inductors for electromagnetic interference suppression –
Part 1: Generic specification**

**Inductances fixes d'antiparasitage –
Partie 1: Spécification générique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.100.10; 31.020

ISBN 978-2-8322-9883-1

**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
INTRODUCTION	6
1 Scope	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and conventions	9
3.1 Terms and definitions	9
3.2 Conventions	11
4 General requirements	11
4.1 General	11
4.2 Preferred values	12
4.2.1 General	12
4.2.2 Rated current	12
4.2.3 Temperature de-rated current	12
4.3 Information to be given in a detail specification	12
4.3.1 General	12
4.3.2 Outline drawing and dimensions	12
4.3.3 Mounting	13
4.3.4 Ratings and characteristics	13
4.4 Insulated inductors	13
4.5 Marking	13
5 Tests and measurement procedures	14
5.1 General	14
5.2 Standard atmospheric conditions	14
5.3 Visual examination	14
5.4 Insulation resistance	14
5.5 Voltage test	15
5.6 Inductance	16
5.7 Resistance	16
5.8 Insertion loss	16
5.9 Temperature rise	16
5.10 Impulse voltage	16
5.11 Endurance	17
5.12 Robustness of terminations	17
5.13 Vibration	17
5.14 Shock	17
5.15 Resistance to soldering heat	18
5.16 Solderability	20
5.16.1 General	20
5.16.2 Preconditioning	20
5.16.3 Test procedure	21
5.16.4 Final inspection, measurements, and requirements	21
5.17 Rapid change of temperature	21
5.18 Container sealing	21
5.19 Climatic sequence	21
5.19.1 General	21
5.19.2 Dry heat	21

5.19.3	Damp heat, cyclic, test Db, first cycle	22
5.19.4	Cold.....	22
5.19.5	Low air pressure	22
5.19.6	Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles	22
5.20	Damp heat, steady state	23
5.21	Passive flammability	23
5.22	Glow wire.....	23
5.23	Ball pressure.....	23
5.24	Component solvent resistance	23
5.25	Solvent resistance of marking	24
Annex A (normative)	Measuring points for electrical tests and measurements.....	25
A.1	General.....	25
A.2	Foil method.....	25
A.3	Method for inductors with mounting devices	25
A.4	V-block method	26
Annex B (normative)	Requirements for earth inductors	27
Annex C (normative)	Example of a suitable circuit for the voltage endurance test	28
Annex X (informative)	Cross-references to the previous edition of this document.....	29
Bibliography		31
Figure 1	– Relevant specification	7
Figure 2	– Relation between ambient temperature and applied current	12
Figure 3	– Temperature profile for reflow simulation.....	19
Figure A.1	– Examples how to connect electrical tests	26
Figure C.1	– Test circuit for endurance voltage	28
Table 1	– Standard atmospheric conditions.....	14
Table 2	– Measuring voltage for insulation resistance testing.....	15
Table 3	– Temperatures for reflow simulation with different solder paste alloy types	20
Table 4	– Number of remaining cycles for damp heat.....	22
Table A.1	– Measuring points for electrical tests	25
Table B.1	– Minimum copper cross-sectional area of earth inductor's winding	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIXED INDUCTORS FOR ELECTROMAGNETIC
INTERFERENCE SUPPRESSION –****Part 1: Generic specification****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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.

IEC 60938-1 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1999. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) material tests added;
- b) improved readability and clear separation between test descriptions in the generic spec and requirements in the sectional specification;
- c) creepage and clearance requirements are now defined in sectional specifications only;
- d) AC testing for voltage test included.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
40/2834/FDIS	40/2851/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

A list of all parts in the IEC 60938 series, published under the general title *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression*, can be found on the IEC website.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-1:2021

INTRODUCTION

The specification system for fixed inductors for electromagnetic interference suppression is structured in a hierarchical system consisting of the following specification types.

Generic specification

The generic specification covers all subjects mainly common to the family of fixed inductors for electromagnetic interference suppression, such as terminology, methods of measurement and tests. Where the individual subjects require the prescription conditions or parameters specific to the particular sub-family or type of inductor, such prescriptions are required to be given by one of the subordinate specifications.

For the scope of fixed inductors, the numeric reference to the generic specification is IEC 60938-1.

Sectional specification

Sectional specifications cover all subjects additional to those given in the generic specification, which are specific to a defined sub-group of fixed inductors for electromagnetic interference suppression. These subjects normally are preferred values for dimensions and characteristics, relevant prescriptions for test methods given in the generic specification, prescriptions for sampling and for the preparation of specimen, recommended test severities and preferred acceptance criteria. The sectional specification also outlines the structure and scope of the test schedules, which are to be applied in all subordinate detail specifications.

For the scope of fixed inductors for electromagnetic interference suppression, the numeric reference to the only sectional specification is 60938-2 for line chokes.

Detail specification

Detail specifications give directly, or by making reference to other specifications, all information necessary to completely describe a given type and range of fixed inductors for electromagnetic interference suppression, including prescriptions of all values for dimensions and characteristics. They also give all information required for all applied test severities and acceptance criteria, and the completed test schedules.

Detail specifications can be either specifications within the IEC system, another specification system linked to IEC, or specified by the manufacturer or user.

Blank detail specification

The hierarchical system of specifications can be supplemented by one or more blank detail specifications to a sectional specification, which are used to ensure a uniform presentation of detail specifications. The blank detail specifications provide the specification writer with a template on the layout to be adopted and on the information to be given and with guidance for the preparation of detail specifications in line with the requirements of the superior generic or sectional specifications. Blank detail specifications are not considered to be relevant specifications since they do not themselves describe any particular component.

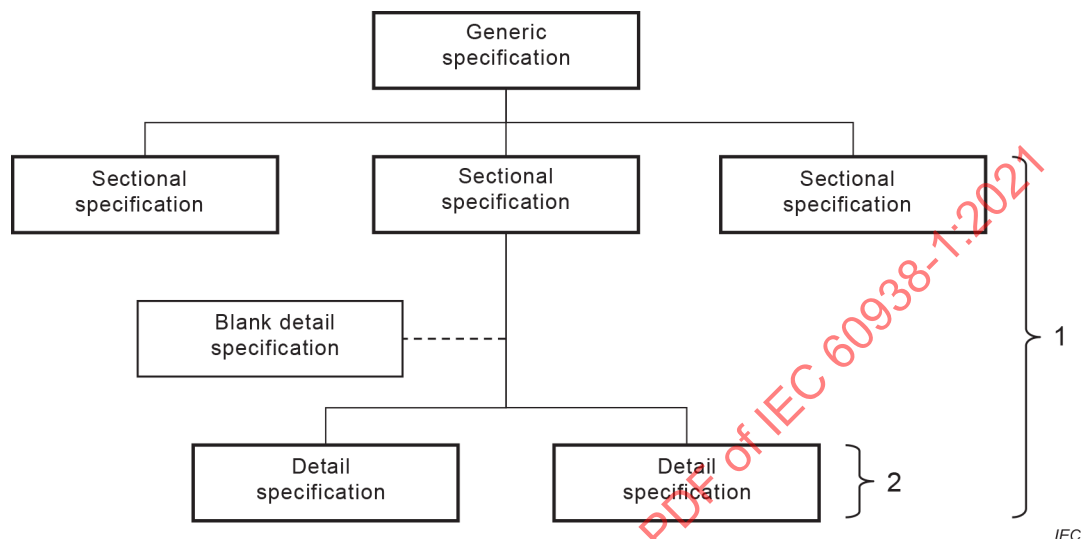
The presence of an established hierarchical specification system with blank detail specifications permits the preparation of detail specifications, even outside of the relevant IEC technical committee.

For the scope of fixed inductors for electromagnetic interference suppression, the numeric references to blank detail specifications are, for example, IEC 60938-2-1, if related to the sectional specification IEC 60938-2.

Relevant specification

In this system, the term "relevant specification" addresses subordinate specifications containing specific requirements, where applicable (see Figure 1).

Any generic or sectional specification can use abstract and universal references to subordinate specifications of either hierarchical level by use of the expression "relevant specification".



Key

- 1) Indicates the range of "relevant specifications" to the superior generic specification, where applicable.
- 2) Indicates the range of "relevant specifications" to the superior sectional specification, where applicable.

Figure 1 – Relevant specification

FIXED INDUCTORS FOR ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SUPPRESSION –

Part 1: Generic specification

1 Scope

This part of IEC 60938 applies to inductors designed for electromagnetic interference suppression intended for use within all kind of electric and electronic equipment.

In this generic specification, normative references and terms and definitions are given. It also prescribes general requirements and the suitable test and measurement procedures for interference suppression inductors. Annex B states special requirements for earth inductors.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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.

CISPR 17, *Methods of measurement of the suppression characteristics of passive EMC filtering devices*

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* (available at www.electropedia.org)

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Tests A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Tests B: Dry Heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-13, *Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic*

IEC 60068-2-45, *Basic environmental testing procedures – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*

IEC 60068-2-58, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD).*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Part 1: General requirements*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60695-2-11, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60695-2-12, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials*

IEC 60695-2-13, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignition temperature (GWIT) test method for materials*

IEC 60695-10-2, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test method*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60695-11-20, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test method*

ISO 80000-6, *Quantities and units – Part 6: Electromagnetism*

3 Terms, definitions and conventions

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1 Terms and definitions

3.1.1

choke

inductor

construction that employs one or more windings for a frequency-dependent impedance

3.1.2 rated voltage

U_R

maximum RMS operating voltage of the rated frequency or the maximum DC operating voltage that can be applied continuously to the terminations of the inductor

Note 1 to entry: Because the rated voltage against any surrounding conducting surface is defined by the mounting in the application, an inductor with only one winding can have no rated voltage.

3.1.3 lower category temperature

minimum surface temperature for which the inductor has been designed to operate continuously

3.1.4 upper category temperature

T_c

maximum surface temperature for which the inductor has been designed to operate continuously

3.1.5 rated temperature

T_r

maximum ambient temperature at which an inductor can carry its rated current

3.1.6 rated current

I_r

maximum RMS operating current at rated frequency or maximum DC operating current, which allows continuous operation of the inductor at the rated temperature

3.1.7 nominal inductance

L_n

inductance value for which the inductor has been designed and which is usually indicated upon it

3.1.8 insertion loss

ratio of a voltage before and after the insertion of the suppressor in the circuit as measured in accordance with CISPR 17

3.1.9 insulated inductor

inductor in which all live parts, except for the terminations, are protected against touch or contact with surrounding conductive parts

3.1.10 uninsulated inductor

inductor in which at least one live metal part, other than a termination, is not protected against touch or contact with surrounding conductive parts

3.1.11 common-mode inductor current-compensated choke

inductor having more than one winding on a single core arranged in such a way that the resultant magnetization caused by the symmetrical current is near zero

3.1.12**earth inductor**

inductor connected in series with the protective conductor of equipment

3.1.13**power line choke**

mains inductor

inductor intended for direct electrical connection to the supply mains

3.1.14**clearance**

shortest distance in air between two conductive parts or between a conductive part and a touchable surface

3.1.15**creepage**

shortest distance between two conductive parts or between a conductive part and a touchable surface, measured over the surface of the insulator

3.1.16**micro-environment**

conditions that immediately surround the clearance or creepage distance under consideration

3.1.17**pollution degree**

level of pollution present at the location on or in a product where the clearance and creepage measurement is made

3.2 Conventions

In IEC standards, a "rated" value, e.g. a rated temperature, is a value under which a component may be operated continuously. It is a maximum limit, which may not be exceeded.

A "nominal" value is a value a component typically has, e.g. a nominal inductance. A nominal value has an upper and a lower tolerance limit and within this range the respective characteristic can be measured.

4 General requirements**4.1 General**

If possible, units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall be taken from the following publications:

- IEC 60027,
- IEC 60050,
- IEC 60617,
- ISO 80000-6.

When further items are required, they shall be derived in accordance with the principles of the documents listed above.

4.2 Preferred values

4.2.1 General

In general, there are no preferred values for nominal inductance, rated voltage, rated current or rated frequency, because different applications require many different designs. Sectional specifications may define preferred values.

Inductors designed for electromagnetic interference suppression attenuate common-mode and differential-mode currents differently. They can be named common-mode inductor or differential-mode inductor depending on the primary use for which they are designed.

4.2.2 Rated current

For every inductor, the rated current I_r shall be assigned by the manufacturer for one or both of the following conditions:

- a) free air (I_{RO});
- b) with a specified heat sink (I_{RH}).

4.2.3 Temperature de-rated current

Figure 2 shows the relation between applied current and ambient temperature.

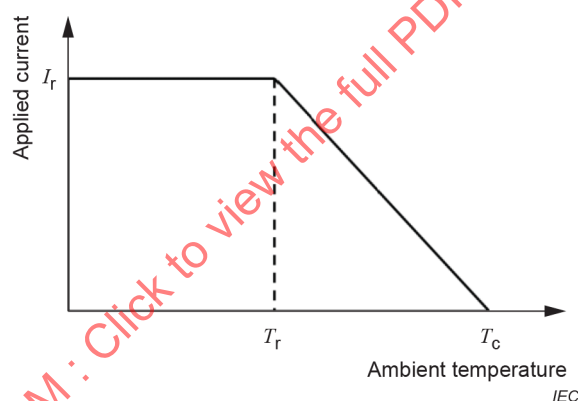


Figure 2 – Relation between ambient temperature and applied current

If not stated otherwise in the detail specification, a linear de-rating of applied current over ambient temperature is assumed up to zero current at the upper category temperature.

4.3 Information to be given in a detail specification

4.3.1 General

Detail specifications shall be derived from the relevant blank detail specification.

Detail specifications shall not specify requirements inferior to those of the generic or sectional specification. When more severe requirements are included, they shall be listed separately.

4.3.2 Outline drawing and dimensions

There shall be an illustration of the inductor as an aid to easy recognition and for comparison of the inductor with others. Dimensions and their associated tolerances, which affect interchangeability and mounting, shall be indicated on the drawing. All dimensions shall be stated in millimetres.

The numerical values shall be given for the length of the body, the width and height of the body or for cylindrical types, the body diameter, and the length and diameter of the terminations. When necessary, for example when a number of items (inductance values/ voltage ranges) are covered by a detail specification, the dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

When the configuration is other than that described above, the detail specification shall state such dimensional information to describe the inductor adequately. When the inductor is not designed for use on printed boards, this shall be clearly stated in the detail specification.

4.3.3 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting to be recommended for normal use and the method that is mandatory for the application of the vibration and shock tests. The design of the inductor can be such that special mounting fixtures are required in its use. In this case, the detail specification shall describe the mounting fixtures and they shall be used in the application of shock and vibration tests. The specified heat sink shall be used in the application of the endurance test.

4.3.4 Ratings and characteristics

The ratings and characteristics shall be in accordance with the relevant clauses of this specification. Additional characteristics may be listed when they are considered necessary to specify adequately the inductor for design and application purposes.

4.4 Insulated inductors

Insulated inductors may be built either with a housing, or with isolated wires whose isolation provides basic insulation, e.g. TIW, FIW-wires, PVC-isolated wires, wires in insulation sleeves or the like. The isolated wires or the insulating materials used shall be in accordance with relevant IEC standards.

Instead of fulfilling requirements for clearance and creepage inside inductors, the windings may be insulated by potting or insulation sleeves or the windings may be built from wires with basic insulation like TIW, FIW, PVC-isolated wires or the like.

Insulation materials used between terminals and windings, for housing or potting shall be certified to a minimum rating of V-2, VTM-2 or HF-2 in accordance with IEC 60695-11-10 and IEC 60695-11-20 (or UL 94) at the appropriate minimum thickness, which is determined by the smallest thickness of insulation in direct contact with a conductor.

4.5 Marking

Necessary marking in accordance with the relevant specifications shall be prescribed in the detail specification. Deviations from these requirements shall be listed separately and the reason for them shall be stated specifically in the detail specification.

The sectional specification shall indicate the identification criteria and other information to be shown on the inductors and its packaging. The order of priority for marking small components shall be specified. When coding is used for inductance values, tolerance or date of manufacture, the method shall be selected from those given in IEC 60062.

5 Tests and measurement procedures

5.1 General

The relevant specification shall contain the tests to be made, which measurements are to be made before and after each test or sub group of tests and the sequence in which they shall be carried out. The stages of each test shall be carried out in the order written. The measuring conditions shall be the same for initial and final measurements.

5.2 Standard atmospheric conditions

Unless otherwise specified, all tests and measurements shall be made under standard atmospheric conditions for testing as given in Table 1:

Table 1 – Standard atmospheric conditions

Temperature	15 °C to 35 °C;
Relative humidity:	25 % to 75 %;
Air pressure:	86 kPa to 106 kPa;

Before measurements are made, components shall be stored at the measuring temperature for a period sufficient to allow the entire component to reach this temperature. The period stated for recovery at the end of a test is normally sufficient for this purpose.

When measurements are made at a temperature other than the specified temperature, the results shall be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report. When tests are conducted in a sequence, the final measurements of one test may be taken as the initial measurements for the succeeding test.

During measurements, the component shall not be exposed to draughts, direct sunlight or other influences likely to cause errors.

Recovery shall also take place under the standard atmospheric conditions, unless otherwise specified in the relevant specification. For reference conditions, referee conditions or recovery under closely controlled conditions, refer to IEC 60068-1.

5.3 Visual examination

The condition, workmanship and finish shall be satisfactory as checked by visual examination. Marking shall be legible, as checked by visual examination, and shall conform to the requirements of the detail specification.

The dimensions indicated in the detail specification shall be checked.

5.4 Insulation resistance

Unless otherwise specified in the relevant specification, the insulation resistance shall be measured, at the DC voltage specified in Table 2.

Table 2 – Measuring voltage for insulation resistance testing

Voltage rating of inductor V	Measuring voltage V
$U_R < 10 \text{ V}$	$U_R \pm 10 \%$
$10 \leq U_R < 100 \text{ V}$	10 ± 1
$100 \leq U_R < 500 \text{ V}$	100 ± 15
$500 \leq U_R < 1\,000 \text{ V}$	500 ± 50
$1\,000 \leq U_R < 1\,500 \text{ V}$	$1\,000 \pm 100$

The insulation resistance shall be measured after the voltage has been applied for $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$, unless otherwise prescribed in the detail specification. The temperature at which the measurement is made shall be noted. If this temperature differs from 20°C , a correction may be made by multiplying by the appropriate correction factor.

The insulation resistance shall be measured between the measuring points defined in Table A.1.

The detail specification shall prescribe:

- tests and measuring voltage for each test;
- for test C, the method of applying the voltage;
- time of electrification if other than 1 min;
- any special precautions to be taken during measurements;
- any correction factors required for measurement over the range of temperatures covered by the standard atmospheric conditions for testing;
- the temperature of measurement if other than the standard atmospheric conditions for testing;
- the minimum value of insulation resistance for the various tests.

5.5 Voltage test

The safety and the quality of the insulation of inductors in accordance with this document are tested by the voltage test. The voltage test is not only to be performed as a type approval test, but also as a routine test on every component manufactured. While the type approval voltage test (with a duration of e.g. 1 min) can be a destructive test, the routine test should not exceed 2 s to stay non-destructive. However, repeated voltage proof testing can damage the components and should be avoided.

Type approval voltage tests for AC inductors shall be made with AC voltage. DC inductors shall be tested with DC voltage. For routine testing, AC or DC tests are supposed to be safe regardless whether AC or DC inductors are tested.

The detail specification shall prescribe:

- test voltages;
- for test C, the method of applying the voltage;
- the time for which the voltage is applied;
- any other requirement.

The specified test voltage is applied instantaneously via the internal resistance of the power supply for the time specified in the detail specification. For each of the specified tests, there shall be no sign of breakdown or flashover during the test period.

5.6 Inductance

The inductance shall be measured using an appropriate impedance measurement device. According to Annex A, inductance is measured between 1 and 3 or 2 and 4. As the measured value of the inductance can be a function of current, frequency and temperature, these parameters shall be recorded in the test report and shall remain constant throughout the test. The measuring current or voltage and frequency shall be specified in the detail specification. The measured inductance shall be within the tolerance declared in the detail specification.

5.7 Resistance

Using a DC measuring method with an applied voltage of less than 10 V, the resistance between any input terminal and the corresponding output terminal shall be measured and shall not exceed the limit stated in the detail specification.

5.8 Insertion loss

The measurement method shall be selected from those described in CISPR 17. Insertion loss is determined for common mode with an asymmetrical circuit and differential mode with a symmetrical circuit. Normal mode with an unsymmetrical circuit is optional. Requirements shall be given in the sectional specification.

5.9 Temperature rise

Prior to the test, the measurements stated in the detail specification shall be made.

This test leads to an internal temperature rise of the inductor under rated conditions. This internal temperature rise indicates whether the thermal conditions valid for the insulation materials used for the inductor are met.

The inductors shall be submitted to a temperature rise test. The inductors shall be placed in the test chamber in such a manner that no extra heating due to close spacing of the inductors occurs. In case of doubt, a spacing of 25 mm shall be used.

The inductors shall be mounted in the manner specified by the manufacturer. When the manufacturer specifies a rated current for both free air and heat sink conditions, the test shall be carried out in the free air condition.

The specimens shall be introduced into a test chamber with a temperature equal to the rated temperature of the inductor and the rated current shall be applied. There shall be no air circulation other than that produced by natural convection caused by the heated inductor. The duration of the test shall be sufficient for the specimen to reach temperature stability.

After thermal equilibrium has been reached, the temperature of the inductor element(s) shall be measured at the hot points of the insulation as prescribed in the relevant specification.

After recovery, the inductors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

5.10 Impulse voltage

This test applies to insulated inductors and inductors with more than one winding only. It is to be carried out as a sequence with the endurance test in accordance with IEC 60060-1. The relevant specification defines the initial measurements, test conditions and requirements.

5.11 Endurance

Initial measurements shall be made as prescribed in the relevant specification prior to endurance testing of inductors. The inductors shall be mounted in the manner specified by the manufacturer. When the manufacturer specifies a rated current for both free air and heat sink conditions, the test shall be carried out in the free air condition.

The duration of this test, the values of applied voltage or current, and the chamber temperatures at which it should be conducted shall be prescribed in the detail specification.

The inductors shall be placed in the test chamber in such a manner that no extra heating due to close spacing of the inductors occurs.

In case of doubt:

- a) for heat-dissipating inductors, no inductor is within 25 mm of any other inductor;
- b) for non-heat-dissipating inductors, no inductor is within 5 mm of any other inductor.

The inductors shall not be heated by direct radiation and the circulation of the air in the chamber shall be adequate to prevent the temperature from departing by more than 3 °C from the specified temperature of the test chamber at any point where the components can be placed.

After the specified period, the inductors shall be allowed to recover under standard atmospheric conditions for testing. The inductors shall then be visually examined. There shall be no visible damage. The measurements stated in the relevant specification shall then be made. An inductor shall be considered to have failed when the requirements of the relevant specification during, or at the end of, the tests are not satisfied.

See Annex C for an example of a suitable circuit.

5.12 Robustness of terminations

Leaded inductors shall be subjected to tests Ua1, Ub, Uc and Ud of IEC 60068-2-21. SMD terminals shall be subjected to tests Ua1 and Ue. After each test, the inductors shall be visually examined.

5.13 Vibration

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made prior to the test.

The inductors shall be subjected to test Fc of IEC 60068-2-6 using the mounting method and degree of severity prescribed in the relevant specification.

When specified in the detail specification, during the last 30 min of the vibration test in each direction of movement, an electrical measurement shall be made to check intermittent contacts or open or short circuits. The method of measurement and requirements shall be prescribed in the detail specification. The duration of the measurement shall be the time needed for one sweep of the frequency range from one frequency extreme to the other.

After the test, the inductors shall be visually examined. There shall be no visible damage. The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

5.14 Shock

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made prior to the test.

The inductors shall be subjected to test Ea of IEC 60068-2-27 using the mounting method and the severity prescribed in the relevant specification.

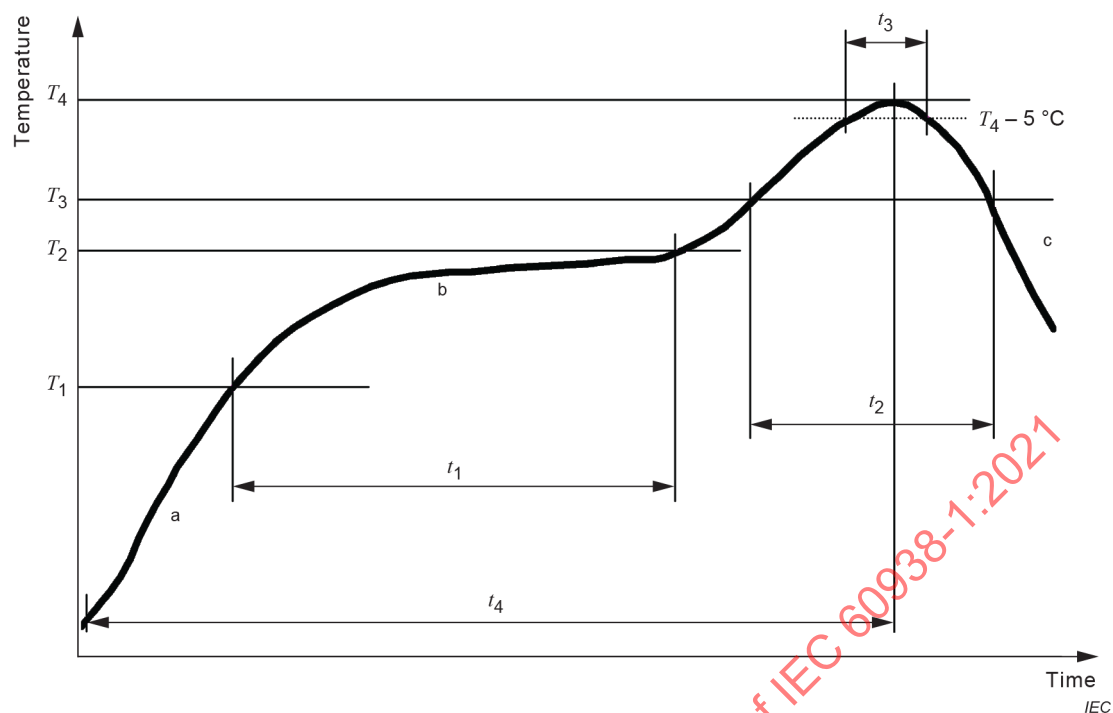
After the test, the inductors shall be visually examined. There shall be no visible damage. The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

5.15 Resistance to soldering heat

Unless otherwise stated in the relevant specification, the inductors shall undergo one of the following tests.

- a) For all inductors with pin through hole (PTH) terminals except those of item b), method 1 of test Tb of IEC 60068-2-20, with
 - immersion time: 5 s or 10 s, as specified in the detail specification;
 - depth of immersion from the seating plane: $2 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ mm, using a thermal insulating screen of $1,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ in thickness;
 - temperature of the solder bath: $260 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- b) For inductors not designed for use on printed circuit boards as indicated in the detail specification, method 1 of test Tb of IEC 60068-2-20 shall be applied, with
 - temperature of the solder bath: $350 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - depth of immersion from the component body: $3,5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ mm.
- c) For all inductors suitable for reflow soldering, e.g. with SMD terminals or through hole reflow (THR) terminals, also known as "pin in paste" (PIP) terminals: method 2 of test Td₂ of IEC 60068-2-58, with
 - the temperature profile defined in Figure 3 and Table 3;
 - one to three reflow cycles, as specified in the detail specification;
 - temperature of test sample shall be less than $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ before each cycle;
 - for PIP components, the reflow simulation shall be used without solder.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-1:2021



T_1 Minimum preheating temperature

T_2 Maximum preheating temperature

T_3 Liquidus temperature

T_4 Peak temperature

t_1 Preheating duration

t_2 Time above liquidus temperature

t_3 Time above ($T_4 - 5\text{ °C}$)

t_4 Time from room temperature to T_4

a The temperature gradient of the increasing slope shall not exceed 3 K/s.

b Preheat area

c The temperature gradient of the decreasing slope shall not exceed 6 K/s.

Figure 3 – Temperature profile for reflow simulation

Table 3 – Temperatures for reflow simulation with different solder paste alloy types

Group	Alloy name	T_1 °C	T_2 °C	t_1^f s	T_3 °C	t_2^g s	T_4^a °C	$t_3^{b,a}$ s	t_4 s
1	Sn42Bi58				138				
2	Sn63Pb37A Sn60Pb40A	100	150	60 to 120	183	30 to 60 ^e 60 to 150	215 235	10 ± 1 20 ± 1 30 ± 1 40 ± 1	360 max
3	Sn96,5Ag3Cu,5	150	200		217		220 to 235 ^c	20 to 40 ^c	480 max
							230 to 260 ^e	5 max ^e 10 max ^e	
							245 250 260	20 ± 1 30 ± 1 ^d	

^a The combination of temperature and time is determined by the thermal mass of the component and shall be given by the relevant specification. Further information how to determine applicable test conditions, see IEC TR 60068-3-12.

Peak temperature (T_4) measured at the specimen's top body surface is defined as maximum for acceptance testing and minimum for qualification testing.

^b Tolerance for time above ($T_4 - 5$ °C) is defined maximum as for acceptance testing and minimum for qualification testing.

^c Components with high thermal mass can require this severity; details shall be provided by the relevant specification.

^d A more severe t_3 of (40 ± 1) s is also in use for certain applications with high package density/high thermal mass PCB.

^e Applicable for high thermal sensitivity.

^f Depending on the thermal mass of the components, the time t_1 may be extended.

^g The time t_2 depends on the thermal mass of the components.

The period of recovery shall be not less than 1 h and not more than 2 h, unless otherwise specified by the detail specification.

When the test has been carried out, the inductors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible. The inductors shall then be measured as prescribed in the relevant specification.

5.16 Solderability

5.16.1 General

This test shall not be carried out on terminations that are described as being not designed for soldering in the detail specification.

5.16.2 Preconditioning

The relevant specification shall state whether ageing is to be applied. If accelerated ageing is required, one of the ageing procedures given in IEC 60068-2-20 shall be applied.

Unless otherwise stated in the relevant specification, the test shall be carried out with non-activated flux.

5.16.3 Test procedure

Unless otherwise stated in the relevant specification, one of the following tests as set out in the same specification shall be applied. The test conditions shall be defined in the relevant specification.

- a) For all inductors except for those defined in items b) and c) below:
 - 1) IEC 60068-2-20, Test Ta, method 1 (solder bath)
Depth of immersion (from the seating plane or component body): $2,0_{-0,5}^0$ mm, using a thermal insulating screen of $1,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ in thickness.
 - 2) IEC 60068-2-20, Test Ta, method 2 (soldering iron)
- b) For inductors not designed for use in printed circuit boards, but with connections intended for soldering as indicated by the detail specification:
 - 1) IEC 60068-2-20, Test Ta, method 1 (solder bath)
Depth of immersion (from the seating plane or component body): $3,5_{-0,5}^0$ mm.
 - 2) IEC 60068-2-20, Test Ta, method 2 (soldering iron).
- c) For surface mount inductors:
IEC 60068-2-58, reflow or solder bath method.

5.16.4 Final inspection, measurements, and requirements

The terminations shall be examined for good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations. The inductors shall meet the requirements as prescribed in the relevant specification.

5.17 Rapid change of temperature

The measurement stated in the relevant specification shall be made prior to the test.

The inductors shall be subjected to test Na of IEC 60068-2-14 using the degree of severity as prescribed in the relevant specification.

After recovery, the inductors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

5.18 Container sealing

Inductors rated with an IP class of more than IP00 shall be subjected to the procedure of the appropriate methods of test Q of IEC 60068-2-17.

5.19 Climatic sequence

5.19.1 General

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made prior to the climatic sequence.

In the climatic sequence, an interval of maximum three days is permitted between any of the tests, except that the cold test shall be applied immediately after the recovery period for the first cycle of the damp heat, cyclic, test Db of IEC 60068-2-30.

5.19.2 Dry heat

The inductors shall be subjected to test Ba of IEC 60068-2-2 for 16 h, using the degree of severity of the upper category temperature, as stated in the detail specification.

After the specified conditioning, the inductors shall be removed from the chamber and exposed to standard atmospheric conditions for testing for not less than 4 h. The measurements stated in the relevant specification shall be made.

5.19.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle

The inductors shall be subjected to test Db, variant 1 of IEC 60068-2-30 for one cycle of 24 h, at a temperature of 55 °C (severity b). After recovery, inductors shall be subjected to the cold test immediately.

5.19.4 Cold

The inductors shall be subjected to test Ab of IEC 60068-2-1 for 2 h, using the degree of severity of the lower category temperature as prescribed in the relevant specification.

After the specified conditioning, the inductors shall be removed from the chamber and exposed to standard atmospheric conditions for testing for not less than 4 h. The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

5.19.5 Low air pressure

The inductors shall be subjected to test M of IEC 60068-2-13 using the appropriate degree of severity stated in the relevant specification.

The duration of the test shall be 10 min, unless otherwise stated in the relevant specification.

While at the specified low pressure, the rated voltage shall be applied for the last 1 min of the test period, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

The relevant specification shall prescribe:

- a) duration of test, if other than 10 min;
- b) temperature;
- c) degree of severity.

During and after the test, there shall be no evidence of permanent breakdown, flashover, or harmful deformation of the case.

5.19.6 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles

The inductors shall be again subjected to test Db, variant 1 of IEC 60068-2-30 for the number of 24-h cycles indicated in Table 4 at a temperature of 55 °C (severity b).

With respect to the climatic category of the inductors, the damp heat test is repeated a number of remaining cycles according to Table 4.

Table 4 – Number of remaining cycles for damp heat

Categories	Number of cycles
-/-/56	5
-/-/21	1
-/-/10	1
-/-/04	None

After the prescribed recovery, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

5.20 Damp heat, steady state

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made prior to the test.

The inductors shall be subjected to the procedure of test Cab of IEC 60068-2-78 using the degree of severity corresponding to the climatic category of the inductor as indicated in the detail specification.

The detail specification can specify the application of a polarizing voltage, which is at least equal to the rated voltage, during the whole period of damp heat conditioning. If potting or encapsulation is used for reducing the pollution degree in the micro-environment or when using solid insulation layers at a constant DC operating voltage, application of polarizing voltage during the whole period of damp heat is mandatory. The test is not passed and the insulation system is considered to be insufficient if a short-circuit occurs during the testing with polarizing voltage. The test cycle shall then be stopped.

Within 15 min after removal from the test chamber, the voltage tests A, B, and C shall be carried out using 66 % of the voltage specified for the voltage test in the relevant specification.

After recovery, the inductors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made.

5.21 Passive flammability

The inductors shall undergo the needle flame test of IEC 60695-2-2. The relevant specification shall describe the requirements and the severity.

5.22 Glow wire

Glow wire tests in accordance with IEC 60335-1 or other end-application standards shall be performed on finished inductors or representative samples of insulation material if required by the relevant specification. This test is applicable only on flat surfaces of solid insulation material with a thickness of more than 0,2 mm.

The relevant specification shall prescribe the minimum requirements for GWIT (IEC 60695-2-13) and GWF (IEC 60695-2-12) on material samples. Alternatively, requirements for GWT (GWEPT) in accordance with IEC 60695-2-11 shall be stated in the relevant specification for insulation parts of finished products. The minimum temperature shall not be below 550 °C at the GWEPT test.

5.23 Ball pressure

Solid insulation of inductors: housing, base plate and/or bobbin shall be subjected to a ball pressure test in accordance with IEC 60695-10-2. This test is alternatively conducted on samples of the insulating material.

The relevant specification shall state the requirements to be met.

5.24 Component solvent resistance

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made prior to the test.

The components shall be subjected to test XA of IEC 60068-2-45, with the following details:

- a) solvent to be used: propan-2-ol (isopropylalcohol);
- b) solvent temperature: 23 °C ± 5 °C;
- c) conditioning: method 2, without rubbing;

- d) recovery time: 48 h, unless otherwise stated in the detail specification.

After testing, the measurements prescribed in the relevant specification shall be made and the specified requirements met.

5.25 Solvent resistance of marking

The components shall be subjected to test XA of IEC 60068-2-45, with the following details:

- a) solvent to be used: propan-2-ol (isopropylalcohol);
- b) solvent temperature: $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- c) conditioning: method 1, with rubbing;
- d) rubbing material: cotton wool;
- e) recovery time: not applicable, unless otherwise stated in the detail specification.

After the test, the marking shall be legible.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-1:2021

Annex A (normative)

Measuring points for electrical tests and measurements

A.1 General

Electrical tests have to be conducted at applicable measurement points in accordance with Table A.1. See Figure A.1 for typical examples.

Table A.1 – Measuring points for electrical tests

Tests	Description
A Between terminations	Between pairs of lines carrying the load current through the suppression components; for example, line-line or line-neutral
B Internal insulation	For metal housing types only: between the load-current terminations connected together and the housing
C External insulation	Between the load-current terminations connected together and the metal plate or foil or between the housing and the metal plate or foil in case of insulated metal housing types
D Between windings and core	Between hot-wired terminations and the core, if the core is not insulated and accessible

Test A, between terminations, applies to all inductors with more than one winding, whether insulated or not.

Test B, internal insulation, applies to insulated inductors in uninsulated metal housings.

Test C, external insulation, applies to insulated inductors in non-metallic housings or in insulated metal housings. For this test, the measuring voltage shall be applied using one of the three following methods as specified in the relevant specification.

A.2 Foil method

A metal foil shall be closely wrapped around the body of the inductor.

For inductors with axial terminations, this foil shall extend beyond each end by not less than 5 mm, provided that a minimum distance of 1 mm per 1 kV can be maintained between the foil and the terminations. If this minimum distance cannot be maintained, the extension of the foil shall be reduced by as much as is necessary to establish the distance of 1 mm per 1 kV.

For inductors with unidirectional terminations, a minimum distance of 1 mm per 1 kV shall be maintained between the edge of the foil and each termination.

In no case shall the distance between the foil and the terminations be less than 1 mm.

A.3 Method for inductors with mounting devices

The inductor shall be mounted in its normal manner on a metal plate, which extends by not less than 13 mm in all directions beyond the mounting face of the inductor.

A.4 V-block method

The inductor shall be clamped in the trough of a 90° metallic V-block of such size that the inductor body does not extend beyond the extremities of the block. A clamping force shall be applied to guarantee adequate contact between the inductor and the block. The clamping force is to be chosen in such a way that no destruction or damage of the inductor occurs.

The inductor shall be positioned as follows:

- for cylindrical inductors: the inductor shall be positioned in the block so that the termination furthest from the axis of the inductor is nearest to one of the faces of the block;
- for rectangular inductors: the inductor shall be positioned in the block so that the termination nearest the edge of the inductor is nearest to one of the faces of the block.

For cylindrical and rectangular inductors having axial terminations, any out-of-centre positioning of the termination at its emergence from the inductor body shall be ignored.

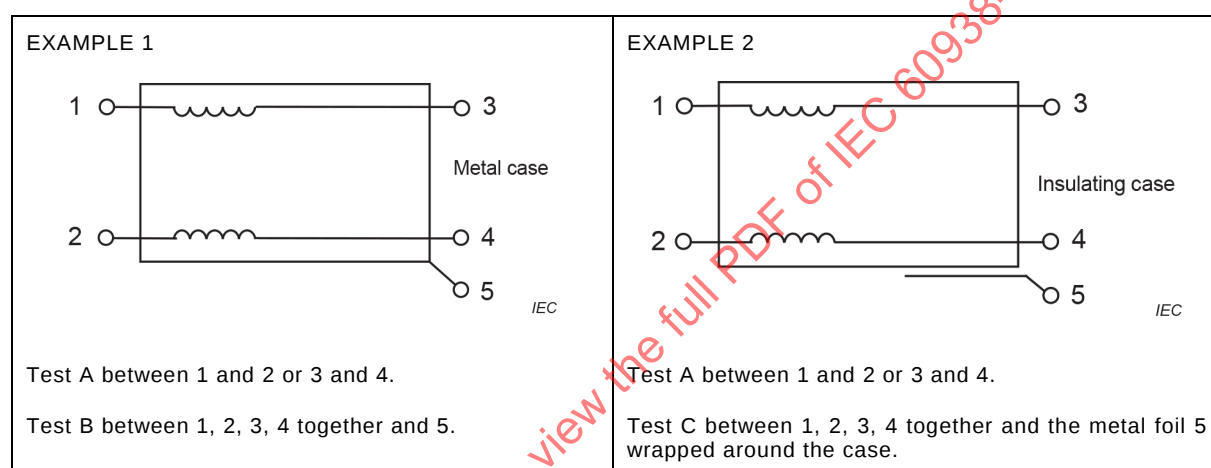


Figure A.1 – Examples how to connect electrical tests

Annex B (normative)

Requirements for earth inductors

The cross-section of the copper winding shall be not less than the value specified in Table B.1.

Table B.1 – Minimum copper cross-sectional area of earth inductor's winding

Rated current in A	≤ 10	≤ 16	≤ 25	≤ 35	≤ 50	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125	≤ 160
Minimum wire cross section in mm ²	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0	16,0	25,0	35,0	50,0

The cross-sectional area of the leads to the earth inductor shall be at least of the same copper cross-section as the winding.

Earth inductors shall be so designed that the voltage between input and output termination does not exceed 4 V when four times the rated current is applied.

Annex C (normative)

Example of a suitable circuit for the voltage endurance test

The voltage endurance test may be carried out with the circuit shown in Figure C.1.

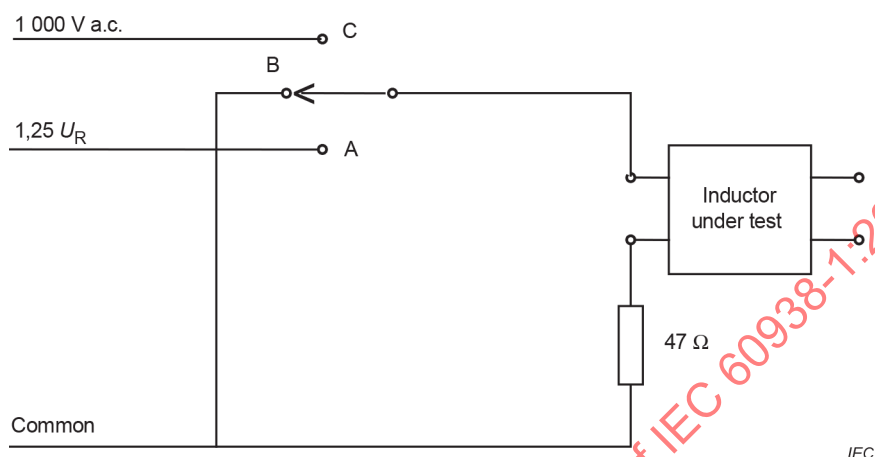


Figure C.1 – Test circuit for endurance voltage

The part of the circuit for discharging the inductor may be omitted if the switching between the two supplies is arranged to take place at the zero voltage point on the sinusoidal wave.

When the discharging circuit is used, the switching shall be arranged in the following sequence for each occasion when high voltage is applied.

- 1) Switch from position A to position B. Time for switching and remaining on position B is t_1 .
- 2) Switch from position B to position C. Time for switching and remaining on position C is t_2 . Time on position C is 0,1 s.
- 3) Switch from position C to position B. Time for switching and remaining on position B is t_3 .
- 4) Switch from position B to position A. Time for switching is t_4 .

For any inductor under test the following condition shall be fulfilled:

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 < 30 \text{ s.}$$

Annex X (informative)

Cross-references to the previous edition of this document

IEC 60938-1:1999 Edition 2 Clause	IEC 60938-1:2021 Edition 3 Clause	Note
1.1	1	Scope
1.2	2	
2.1	4.1	
2.2	3	Definitions
2.3	4.2	
2.4	4.5	
3	Withdrawn without replacement	Edition 3 is focused more on safety tests with few optional performance tests
4.1	5.1	
4.2	5.2	
4.3	Withdrawn without replacement	Drying is not necessary
4.4	5.3	
4.5	5.4	
4.6	5.5	
4.7	5.6	
4.8	5.8	
4.9	5.12	
4.10	5.15	
4.11	5.16	
4.12	5.17	
4.13	5.13	
4.14	Withdrawn without replacement	Bump, 60068-2-29 is withdrawn
4.15	5.14	
4.16	5.18	
4.17	5.19	
4.18	5.20	
4.19	5.9	
4.20	5.11	
4.21	5.21	
4.22	Withdrawn without replacement	No requirements for active flammability.
4.23	5.25	
4.24	5.24	

IEC 60938-1:1999 Edition 2 Clause	IEC 60938-1:2021 Edition 3 Clause	Note
Annex A	Withdrawn without replacement	
Annex B	Withdrawn without replacement	
Annex C	Annex B	
Table 1	Withdrawn without replacement	
Table 2	IEC 60938-2	Clearance and creepage
Table 3	Table 2	Test voltage for insulating resistance
Table 4	Annex A	Points for measurement
Table 5	IEC 60938-2	Pulling force
Table 6	IEC 60938-2	Torque
Table 7	Table 4	No. of cycles
Table 8	IEC 60938-2	Test severity for passive flammability
Table C.1	Table B.1	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-1:2021

Bibliography

IEC TR 60068-3-12, *Environmental testing – Part 3-12: Supporting documentation and guidance – Method to evaluate a possible lead-free solder reflow temperature profile*

IEC 61558-1, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 1: General requirements and tests*

UL 94, *Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-1:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
INTRODUCTION	36
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives	38
3 Termes, définitions et conventions	40
3.1 Termes et définitions	40
3.2 Conventions	41
4 Exigences générales	42
4.1 Généralités	42
4.2 Valeurs préférentielles	42
4.2.1 Généralités	42
4.2.2 Courant assigné	42
4.2.3 Courant corrigé en fonction de la température	42
4.3 Informations à fournir dans une spécification particulière	43
4.3.1 Généralités	43
4.3.2 Plan d'encombrement et dimensions	43
4.3.3 Montage	43
4.3.4 Valeurs assignées et caractéristiques	43
4.4 Inductances isolées	43
4.5 Marquage	44
5 Modes opératoires d'essai et de mesure	44
5.1 Généralités	44
5.2 Conditions atmosphériques normales	44
5.3 Examen visuel	45
5.4 Résistance d'isolement	45
5.5 Essai de tension	45
5.6 Inductance	46
5.7 Résistance	46
5.8 Perte d'insertion	46
5.9 Échauffement	46
5.10 Tension de choc	47
5.11 Endurance	47
5.12 Robustesse des connexions de sortie	48
5.13 Vibrations	48
5.14 Chocs	48
5.15 Résistance à la chaleur de soudage	48
5.16 Soudabilité	50
5.16.1 Généralités	50
5.16.2 Préconditionnement	50
5.16.3 Mode opératoire d'essai	51
5.16.4 Contrôle final, mesurages et exigences	51
5.17 Variation rapide de température	51
5.18 Étanchéité du conteneur	51
5.19 Séquence climatique	51
5.19.1 Généralités	51
5.19.2 Chaleur sèche	52

5.19.3	Essai cyclique Db de chaleur humide, premier cycle	52
5.19.4	Froid.....	52
5.19.5	Basse pression atmosphérique	52
5.19.6	Essai cyclique Db de chaleur humide, cycles restants	52
5.20	Chaleur humide, essai continu	53
5.21	Inflammabilité passive.....	53
5.22	Fil incandescent.....	53
5.23	Essai à la bille	54
5.24	Résistance des composants aux solvants	54
5.25	Résistance du marquage aux solvants	54
Annexe A (normative)	Points de mesure pour les essais et les mesurages électriques	55
A.1	Généralités	55
A.2	Méthode de la feuille métallique.....	55
A.3	Méthode pour des inductances équipées de dispositifs de fixation.....	55
A.4	Méthode du vé de serrage	56
Annexe B (normative)	Exigences applicables aux inductances de terre.....	57
Annexe C (normative)	Exemple de circuit adapté à l'essai d'endurance sous contrainte diélectrique	58
Annexe X (informative)	Renvoi pour les références à l'édition précédente du présent document.....	59
Bibliographie.....		61
Figure 1 – Spécification pertinente.....		37
Figure 2 – Relation entre la température ambiante et le courant appliqué		42
Figure 3 – Profil de température pour la simulation de la refusion		49
Figure A.1 – Exemples de connexion pour les essais électriques.....		56
Figure C.1 – Circuit d'essai pour la tension d'endurance		58
Tableau 1 – Conditions atmosphériques normales		44
Tableau 2 – Tension de mesure pour les essais de résistance d'isolement		45
Tableau 3 – Températures pour la simulation de la refusion avec différents types d'alliages de pâtes à souder		50
Tableau 4 – Nombre de cycles restants pour l'essai de chaleur humide		53
Tableau A.1 – Points de mesure pour les essais électriques		55
Tableau B.1 – Aire minimale de la section de l'enroulement en cuivre de l'inductance de terre.....		57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INDUCTANCES FIXES D'ANTIPARASITAGE –

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60938-1 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1999. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) ajout d'essais de matériaux;
- b) amélioration de la lisibilité et séparation claire entre les descriptions des essais dans la spécification générique et les exigences dans la spécification intermédiaire;

- c) les exigences de ligne de fuite et de distance d'isolement sont désormais définies uniquement dans les spécifications intermédiaires;
- d) Les essais de tension en courant alternatif sont inclus.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2834/FDIS	40/2851/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60938, publiées sous le titre général *Inductances fixes d'antiparasitage*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

Le système de spécifications des inductances fixes d'antiparasitage est structuré dans un système hiérarchique comprenant les types de spécifications suivants.

Spécification générique

La spécification générique traite de tous les sujets principalement communs à la famille des inductances fixes d'antiparasitage, tels que la terminologie, les méthodes de mesure et les essais. Lorsque les sujets individuels imposent des exigences en matière de conditions ou de paramètres spécifiques à la sous-famille particulière ou au type particulier d'inductance, ces exigences doivent être indiquées par l'une des spécifications subordonnées.

Pour le domaine d'application des inductances fixes, l'IEC 60938-1 est la référence numérique à la spécification générique.

Spécification intermédiaire

Les spécifications intermédiaires traitent de tous les sujets supplémentaires à ceux indiqués dans la spécification générique, qui sont spécifiques à un sous-groupe défini d'inductances fixes d'antiparasitage. Ces sujets sont en principe les valeurs préférentielles des dimensions et des caractéristiques, les exigences pertinentes des méthodes d'essai indiquées dans la spécification générique, les exigences d'échantillonnage et de préparation des éprouvettes, les sévérités d'essai recommandées et les critères d'acceptation préférentiels. La spécification intermédiaire décrit également la structure et le domaine d'application des programmes d'essai, qui doivent être appliqués dans toutes les spécifications particulières subordonnées.

Pour le domaine d'application des inductances fixes d'antiparasitage, l'IEC 60938-2 est la référence numérique à la seule spécification intermédiaire pour les bobines d'arrêt pour les lignes.

Spécification particulière

Les spécifications particulières précisent directement ou par référence à d'autres spécifications, toutes les informations nécessaires pour décrire entièrement un type et une plage donnés d'inductances fixes d'antiparasitage, y compris toutes les valeurs exigées pour les dimensions et les caractéristiques. Elles précisent également toutes les informations exigées pour toutes les sévérités d'essai et les critères d'acceptation appliqués, ainsi que les programmes d'essai exécutés.

Les spécifications particulières peuvent être soit des spécifications relevant du système IEC (ou d'un autre système de spécifications lié à l'IEC), soit des spécifications définies par le constructeur ou l'utilisateur.

Spécification particulière-cadre

Le système hiérarchique de spécifications peut être complété par une ou plusieurs spécifications particulières-cadres par rapport à une spécification intermédiaire, qui sont utilisées pour assurer une présentation uniforme des spécifications particulières. Les spécifications particulières-cadres fournissent au rédacteur de spécifications un modèle sur la présentation à adopter et sur les informations à fournir, ainsi que des recommandations pour l'élaboration des spécifications particulières conformément aux exigences des spécifications génériques ou intermédiaires supérieures. Les spécifications particulières-cadres ne sont pas considérées comme des spécifications pertinentes car par essence elles ne décrivent pas un composant particulier.

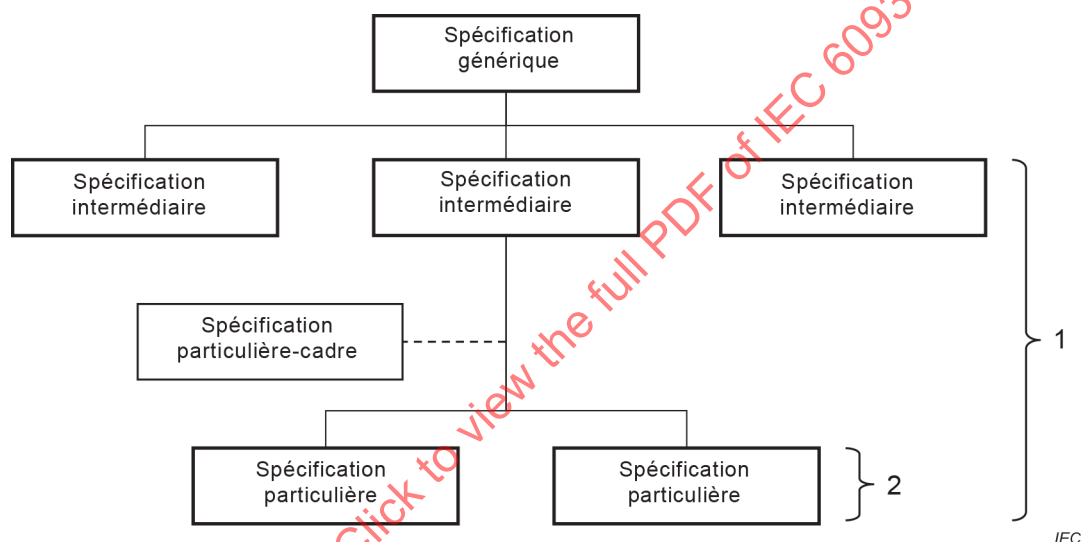
L'existence d'un système hiérarchique établi de spécifications constitué de spécifications particulières-cadres permet même à des instances autres que le comité d'études de l'IEC concerné d'élaborer des spécifications particulières.

Pour le domaine d'application des inductances fixes d'antiparasitage, les références numériques sont, par exemple, l'IEC 60938-2-1 lorsqu'elles sont relatives aux spécifications particulières-cadres, et l'IEC 60938-2 si elles sont relatives à la spécification intermédiaire.

Spécification pertinente

Dans le système de spécifications, le terme "spécification pertinente" désigne les spécifications subordonnées qui contiennent des exigences spécifiques, le cas échéant (voir la Figure 1).

Toute spécification générique ou intermédiaire peut faire des références abstraites et universelles à des spécifications subordonnées de l'un ou l'autre niveau hiérarchique en utilisant l'expression "spécification pertinente".



Légende

- 1) Indique la plage des "spécifications pertinentes" jusqu'à la spécification générique supérieure, le cas échéant.
- 2) Indique la plage des "spécifications pertinentes" jusqu'à la spécification intermédiaire supérieure, le cas échéant.

Figure 1 – Spécification pertinente

INDUCTANCES FIXES D'ANTIPARASITAGE –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60938 s'applique à des inductances conçues pour l'antiparasitage et destinées à être utilisées dans tous les types d'équipements électriques et électroniques.

La présente spécification générique comporte des références normatives ainsi que des termes et définitions. Elle spécifie également les exigences générales et les modes opératoires d'essai et de mesure appropriés pour les inductances d'antiparasitage. L'Annexe B précise les exigences particulières applicables aux inductances de terre.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

CISPR 17, *Méthodes de mesure des caractéristiques d'antiparasitage des dispositifs de filtrage CEM passifs*

IEC 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire électrotechnique international (IEV)* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)

IEC 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60062, *Codes de marquage des résistances et des condensateurs*

IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-13, *Essais d'environnement – Partie 2-13: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-17, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité*

IEC 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

IEC 60068-2-21, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés*

IEC 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-45, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-45: Essais – Essai XA et guide: Immersion dans les solvants de nettoyage*

IEC 60068-2-58, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essai Td: Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de brasage des composants pour montage en surface (CMS).*

IEC 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Part 1: General requirements* (disponible en anglais seulement)

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas* (disponible à l'adresse <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60695-2-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

IEC 60695-2-12, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) pour matériaux*

IEC 60695-2-13, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai de température d'allumabilité au fil incandescent (GWIT) pour matériaux*

IEC 60695-10-2, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

IEC 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

IEC 60695-11-20, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-20: Flammes d'essai – Méthode d'essai à la flamme de 500 W*

ISO 80000-6, *Grandeurs et unités – Partie 6: Électromagnétisme*

3 Termes, définitions et conventions

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 Termes et définitions

3.1.1

bobine d'arrêt

inductance

construction qui utilise un ou plusieurs enroulements pour une impédance dépendant de la fréquence

3.1.2

tension assignée

U_R

valeur maximale efficace de la tension de service à la fréquence assignée ou valeur maximale de la tension de service continue qui peut être appliquée en permanence aux connexions de sortie de l'inductance

Note 1 à l'article: Puisque la tension assignée par rapport à une surface conductrice environnante est définie par le montage dans l'application, une inductance à un seul enroulement peut ne pas avoir une tension assignée.

3.1.3

température inférieure de catégorie

température minimale de surface pour laquelle l'inductance a été conçue pour un fonctionnement en continu

3.1.4

température supérieure de catégorie

T_c

température maximale de surface pour laquelle l'inductance a été conçue pour un fonctionnement en continu

3.1.5

température assignée

T_r

température ambiante maximale à laquelle une inductance peut transporter son courant assigné

3.1.6

courant assigné

I_r

valeur maximale efficace du courant de service à la fréquence assignée ou valeur maximale du courant continu de service qui permet un fonctionnement permanent de l'inductance à la température assignée

3.1.7

inductance nominale

L_n

valeur d'inductance pour laquelle l'inductance a été conçue et qui est en général indiquée sur le composant

3.1.8**perte d'insertion**

rapport d'une tension avant et après insertion du dispositif d'antiparasitage dans le circuit, tel que mesuré selon la CISPR 17

3.1.9**inductance isolée**

inductance dont toutes les parties sous tension, à l'exception des connexions de sortie, sont protégées contre tout contact avec les parties conductrices environnantes

3.1.10**inductance non isolée**

inductance dont au moins une partie métallique sous tension, autre qu'une connexion de sortie, n'est pas protégée contre le contact avec les parties conductrices environnantes

3.1.11**inductance de mode commun****bobine d'arrêt à courant compensé**

inductance ayant plusieurs enroulements sur un seul noyau, disposés de façon à ce que l'aimantation résultante induite par le courant symétrique, soit proche de zéro

3.1.12**inductance de terre**

inductance reliée en série au conducteur de protection d'un appareil donné

3.1.13**bobine d'arrêt pour ligne électrique**

inductance secteur

inductance destinée à être directement reliée au réseau d'alimentation électrique

3.1.14**distance d'isolement**

plus courte distance entre deux parties conductrices ou entre une partie conductrice et une surface accessible, mesurée dans l'air

3.1.15**ligne de fuite**

plus courte distance entre deux parties conductrices ou entre une partie conductrice et une surface accessible, mesurée sur la surface de l'isolateur

3.1.16**microenvironnement**

conditions à proximité immédiate des distances d'isolement ou des lignes de fuite considérées

3.1.17**degré de pollution**

niveau de pollution présent à l'emplacement auquel ou dans un produit sur lequel le mesurage de la distance d'isolement et de la ligne de fuite est effectué

3.2 Conventions

Dans les normes IEC, une valeur "assignée" (par exemple, une température assignée) est une valeur en dessous de laquelle un composant peut fonctionner en continu. Il s'agit d'une limite maximale qui peut ne pas être dépassée.

Une valeur "nominale" est une valeur qu'un composant possède généralement, par exemple une inductance nominale. Une valeur nominale a une limite de tolérance supérieure et inférieure dans la plage de laquelle la caractéristique concernée peut être mesurée.

4 Exigences générales

4.1 Généralités

Dans toute la mesure du possible, les unités, les symboles graphiques, les symboles littéraux ainsi que la terminologie utilisés doivent provenir des publications suivantes:

- IEC 60027,
- IEC 60050,
- IEC 60617,
- ISO 80000-6.

Lorsque d'autres éléments sont exigés, ils doivent être déduits conformément aux principes des documents énumérés ci-dessus.

4.2 Valeurs préférentielles

4.2.1 Généralités

En général, il n'existe pas de valeurs préférentielles pour l'inductance nominale, la tension assignée, le courant assigné ou la fréquence assignée car plusieurs applications exigent de nombreuses conceptions différentes. Des spécifications intermédiaires peuvent définir des valeurs préférentielles.

Les inductances conçues pour l'antiparasitage atténuent différemment les courants en mode commun et en mode différentiel. Elles peuvent être désignées inductance de mode commun ou inductance de mode différentiel selon l'utilisation principale pour laquelle elles sont conçues.

4.2.2 Courant assigné

Pour chaque inductance, le courant assigné I_r doit être attribué par le constructeur à l'une ou aux deux conditions suivantes:

- a) à l'air libre (I_{RO});
- b) avec un dissipateur thermique spécifié (I_{RH}).

4.2.3 Courant corrigé en fonction de la température

La Figure 2 représente la relation entre le courant appliqué et la température ambiante.

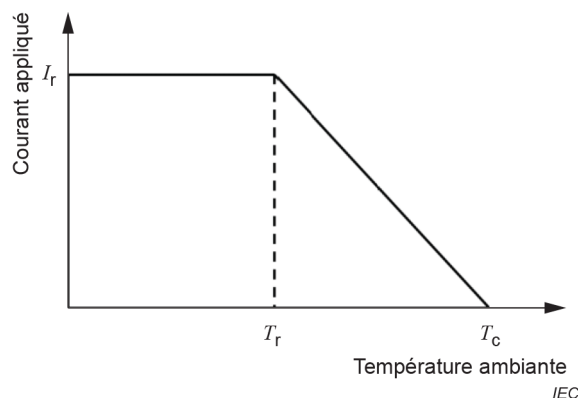


Figure 2 – Relation entre la température ambiante et le courant appliqué

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, il existe par hypothèse une correction linéaire du courant appliqué par rapport à la température ambiante jusqu'à un courant nul à la température supérieure de catégorie.

4.3 Informations à fournir dans une spécification particulière

4.3.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent être issues de la spécification particulière-cadre pertinente.

Elles ne doivent pas définir d'exigences inférieures à celles de la spécification générique ou intermédiaire. Les exigences plus sévères doivent être énumérées séparément lorsqu'elles sont spécifiées.

4.3.2 Plan d'encombrement et dimensions

L'inductance doit faire l'objet d'une illustration destinée à faciliter sa reconnaissance et sa comparaison avec d'autres. Les dimensions ainsi que les tolérances correspondantes qui affectent l'interchangeabilité et le montage, doivent être indiquées sur le plan. Toutes les dimensions doivent être indiquées en millimètres.

Les valeurs numériques doivent être données pour la longueur, la largeur et la hauteur du corps ou, pour les types de forme cylindrique, le diamètre du corps ainsi que la longueur et le diamètre des connexions de sortie. Si nécessaire, par exemple lorsqu'un certain nombre d'éléments (valeurs d'inductance/plages de tension) sont couverts par une spécification particulière, les dimensions et les tolérances correspondantes doivent figurer dans un tableau présenté sous le plan.

Lorsque la configuration est différente de celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit fournir les informations dimensionnelles permettant de décrire l'inductance de manière appropriée. Lorsque l'inductance n'est pas conçue pour être utilisée sur des cartes de circuits imprimés, cela doit être clairement indiqué dans la spécification particulière.

4.3.3 Montage

La spécification particulière doit préciser la méthode de montage à recommander en utilisation normale et la méthode obligatoire pour l'application des essais de vibrations et de chocs. L'inductance peut être conçue de manière telle que des dispositifs de montage particuliers sont exigés pour son utilisation. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les dispositifs de montage et ces derniers doivent être utilisés lors de l'application des essais de chocs et de vibrations. Le dissipateur thermique spécifié doit être utilisé lors de l'application de l'essai d'endurance.

4.3.4 Valeurs assignées et caractéristiques

Les valeurs assignées et les caractéristiques doivent être conformes aux articles pertinents de la présente spécification. Des caractéristiques supplémentaires peuvent être énumérées lorsqu'elles sont considérées comme nécessaires pour décrire de manière adéquate la conception et l'utilisation de l'inductance.

4.4 Inductances isolées

Les inductances isolées peuvent être construites soit avec un boîtier, soit avec des fils isolés dont l'isolation est une isolation principale, par exemple des fils TIW, des fils FIW, des fils isolés en PVC, des fils dans des manchons isolants, ou des fils similaires. Les fils isolés ou les matériaux isolants utilisés doivent être conformes aux normes IEC applicables.

Au lieu de satisfaire aux exigences en matière de distance d'isolement et de lignes de fuite à l'intérieur des inductances, les enroulements peuvent être isolés par enrobage ou avec des

manchons isolants ou peuvent être construits à partir de fils à isolation principale tels que les fils TIW, les fils FIW, les fils isolés en PVC, ou des fils similaires.

Les matériaux d'isolation utilisés entre les bornes et les enroulements, pour le boîtier ou l'enrobage, doivent être certifiés comme ayant une valeur assignée minimale de V-2, VTM-2 ou HF-2 conformément à l'IEC 60695-11-10 et à l'IEC 60695-11-20 (ou UL 94) à l'épaisseur minimale appropriée, qui est déterminée par la plus petite épaisseur d'isolation en contact direct avec un conducteur.

4.5 Marquage

Le marquage nécessaire selon les spécifications pertinentes doit être précisé dans la spécification particulière. Les écarts par rapport à ces exigences doivent être énumérés séparément et leur justification doit être expressément donnée dans la spécification particulière.

La spécification intermédiaire doit indiquer les critères d'identification et les autres informations qui doivent être marquées sur les inductances et l'emballage. L'ordre de priorité pour le marquage des composants de petite taille doit être spécifié. Lorsque les valeurs d'inductance, les tolérances ou la date de fabrication sont indiquées au moyen d'un code, la méthode doit être choisie parmi celles qui sont données dans l'IEC 60062.

5 Modes opératoires d'essai et de mesure

5.1 Généralités

La spécification pertinente doit décrire les essais à effectuer, les mesurages qui doivent être réalisés avant et après chaque essai ou sous-groupe d'essais ainsi que l'ordre selon lequel les essais doivent être réalisés. Les étapes de chaque essai doivent être réalisées dans l'ordre défini. Les conditions de mesure doivent être identiques pour les mesurages initiaux et finaux.

5.2 Conditions atmosphériques normales

Sauf spécification contraire, tous les essais et mesurages doivent être réalisés dans les conditions atmosphériques normales d'essai indiquées dans le Tableau 1:

Tableau 1 – Conditions atmosphériques normales

Température	15 °C à 35 °C;
Humidité relative:	25 % à 75 %;
Pression atmosphérique:	86 kPa à 106 kPa;

Avant d'effectuer les mesurages, les composants doivent être conditionnés à la température de mesure pendant une durée suffisante afin de permettre à l'ensemble du composant d'atteindre cette température. À cet égard, la durée spécifiée de reprise à la fin de l'essai donné est en général suffisante.

Lorsque des mesurages sont effectués à une température autre que la température spécifiée, les résultats doivent être corrigés en fonction de la température spécifiée. La température ambiante au cours des mesurages doit être indiquée dans le rapport d'essai. Lorsque les essais sont réalisés dans un ordre donné, les mesurages finaux d'un essai peuvent être utilisés comme les mesurages initiaux de l'essai suivant.

Au cours des mesurages, le composant ne doit pas être exposé aux courants d'air, au rayonnement solaire direct ou à d'autres influences susceptibles d'engendrer des erreurs.

Sauf indication contraire dans la spécification pertinente, la reprise doit aussi être effectuée dans les conditions atmosphériques normales. Pour les conditions de référence, les conditions d'arbitrage ou la reprise dans des conditions étroitement contrôlées, se référer à l'IEC 60068-1.

5.3 Examen visuel

L'état, la qualité d'exécution et la finition doivent être satisfaisants lorsqu'ils sont contrôlés par examen visuel. Le marquage, contrôlé par examen visuel, doit être lisible et doit être conforme aux exigences de la spécification particulière.

Les dimensions indiquées dans la spécification particulière doivent être vérifiées.

5.4 Résistance d'isolement

Sauf indication contraire dans la spécification pertinente, la résistance d'isolement doit être mesurée à la tension continue spécifiée dans le Tableau 2 suivant:

Tableau 2 – Tension de mesure pour les essais de résistance d'isolement

Tension assignée de l'inductance V	Tension de mesure V
$U_R < 10 \text{ V}$	$U_R \pm 10 \%$
$10 \leq U_R < 100 \text{ V}$	10 ± 1
$100 \leq U_R < 500 \text{ V}$	100 ± 15
$500 \leq U_R < 1\,000 \text{ V}$	500 ± 50
$1\,000 \leq U_R < 1\,500 \text{ V}$	$1\,000 \pm 100$

La résistance d'isolement doit être mesurée après application de la tension pendant $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$, sauf indication contraire dans la spécification particulière. La température à laquelle le mesurage est effectué doit être notée. Si cette température est différente de 20°C , elle peut être corrigée en la multipliant par le facteur de correction approprié.

La résistance d'isolement doit être mesurée entre les points de mesure définis dans le Tableau A.1.

La spécification particulière doit préciser:

- les essais et la tension de mesure pour chaque essai;
- la méthode d'application de la tension pour l'essai C;
- la durée d'application du courant électrique si elle est différente de 1 min;
- toute précaution particulière nécessaire pendant les mesurages;
- les éventuels facteurs de correction exigés pour les mesurages dans la plage de températures couverte par les conditions atmosphériques normales d'essai;
- la température de mesure si elle est différente des conditions atmosphériques normales d'essai;
- la valeur minimale de la résistance d'isolement pour les différents essais.

5.5 Essai de tension

La sécurité et la qualité de l'isolation des inductances selon le présent document sont vérifiées par l'essai de tension. L'essai de tension doit être effectué non seulement comme un essai d'homologation, mais aussi comme un essai individuel de série sur chaque composant fabriqué. Alors que l'essai de tension d'homologation (d'une durée de 1 min par exemple) peut être un

essai destructif, il convient que l'essai individuel de série ne dure pas plus longtemps que 2 s pour rester non destructif. Cependant, la répétition de l'essai de tension de tenue peut endommager les composants et il convient de l'éviter.

Les essais de tension d'homologation des inductances à courant alternatif doivent être effectués avec une tension alternative. Les inductances à courant continu doivent être soumises à l'essai avec une tension continue. Pour les essais individuels de série, les essais en courant alternatif ou en courant continu sont réputés sûrs, que les inductances à courant alternatif ou à courant continu soient utilisées.

La spécification particulière doit préciser:

- a) les tensions d'essai;
- b) la méthode d'application de la tension pour l'essai C;
- c) la durée d'application de la tension;
- d) d'autres exigences éventuelles.

La tension d'essai spécifiée est appliquée instantanément par le biais de la résistance interne de l'alimentation, pendant la durée indiquée dans la spécification particulière. Pour chacun des essais spécifiés, il ne doit y avoir aucun signe de contournement ou de claquage au cours de la période d'essai.

5.6 Inductance

L'inductance doit être mesurée à l'aide d'un dispositif de mesure d'impédance approprié. Selon l'Annexe A, l'inductance est mesurée entre 1 et 3 ou 2 et 4. Étant donné que la valeur mesurée de l'inductance peut dépendre du courant, de la fréquence et de la température, ces paramètres doivent être enregistrés dans le rapport d'essai et doivent demeurer constants pendant toute la durée de l'essai. Le courant ou la tension de mesure ainsi que la fréquence doivent être indiqués dans la spécification particulière. L'inductance mesurée doit être comprise dans les tolérances déclarées dans la spécification particulière.

5.7 Résistance

Lorsqu'une méthode de mesure en courant continu avec une tension appliquée inférieure à 10 V est utilisée, la résistance entre toute borne d'entrée et la borne de sortie correspondante doit être mesurée, la valeur obtenue ne doit pas dépasser la limite précisée dans la spécification particulière.

5.8 Perte d'insertion

La méthode de mesure doit être choisie parmi celles décrites dans la CISPR 17. La perte d'insertion est déterminée pour le mode commun avec un circuit asymétrique et pour le mode différentiel avec un circuit symétrique. Le mode normal avec un circuit asymétrique est facultatif. Les exigences doivent être fournies dans la spécification intermédiaire.

5.9 Échauffement

Les mesurages précisés dans la spécification particulière doivent être effectués avant l'essai d'échauffement.

Cet essai entraîne un échauffement interne de l'inductance dans des conditions assignées. Cet échauffement interne indique si les matériaux d'isolation des inductances sont conformes aux conditions thermiques applicables.

Les inductances doivent être soumises à un essai d'échauffement. Les inductances doivent être placées dans l'enceinte d'essai de façon qu'il n'y ait pas d'échauffement supplémentaire des inductances dû à un espacement insuffisant. En cas de doute, un espacement de 25 mm doit être utilisé.

Les inductances doivent être montées conformément aux indications du constructeur. Lorsque le constructeur spécifie un courant assigné à la fois dans des conditions à l'air libre et en présence d'un dissipateur thermique, l'essai doit être effectué à l'air libre.

Les éprouvettes doivent être introduites dans une enceinte d'essai à une température égale à la température assignée de l'inductance et le courant assigné doit être appliqué. Il ne doit pas y avoir de circulation d'air autre que celle produite par une convection naturelle due à l'échauffement de l'inductance. La durée de l'essai doit être suffisante pour permettre une stabilisation de la température de l'éprouvette.

Lorsque l'équilibre thermique est atteint, la température de l'élément ou des éléments de l'inductance doit être mesurée aux points chauds de l'isolation, comme cela est précisé dans la spécification pertinente.

Après reprise, les inductances doivent être soumises à un examen visuel. Il ne doit y avoir aucun dommage apparent.

5.10 Tension de choc

Cet essai s'applique aux inductances isolées et aux inductances à plus d'un enroulement seulement. Il doit être effectué en séquence avec l'essai d'endurance conformément à l'IEC 60060-1. La spécification pertinente définit les mesurages initiaux, les conditions et exigences d'essai.

5.11 Endurance

Les mesurages initiaux doivent être effectués, comme cela est précisé dans la spécification pertinente, avant l'essai d'endurance des inductances. Les inductances doivent être montées conformément aux indications du constructeur. Lorsque le constructeur spécifie un courant assigné à la fois dans des conditions à l'air libre et en présence d'un dissipateur thermique, l'essai doit être effectué à l'air libre.

La durée de cet essai, les valeurs de la tension ou du courant appliqué et les températures de l'enceinte auxquelles il convient de réaliser l'essai doivent être précisées dans la spécification particulière.

Les inductances doivent être placées dans l'enceinte d'essai de façon qu'il n'y ait pas d'échauffement supplémentaire des inductances dû à un espacement insuffisant.

En cas de doute:

- a) pour les inductances à dissipation thermique, aucune inductance n'est à moins de 25 mm d'une autre inductance;
- b) pour les inductances sans dissipation thermique, aucune inductance n'est à moins de 5 mm d'une autre inductance.

Les inductances ne doivent pas être échauffées par rayonnement direct et la circulation d'air dans l'enceinte doit permettre un maintien de la température à plus ou moins 3 °C par rapport à la température spécifiée de l'enceinte d'essai, en tout emplacement où les composants peuvent être placés.

Après la période spécifiée, la reprise des inductances doit être effectuée dans des conditions atmosphériques normales d'essai. Les inductances doivent ensuite être soumises à un examen visuel. Il ne doit y avoir aucun dommage apparent. Les mesurages précisés dans la spécification pertinente doivent ensuite être effectués. Une inductance doit être considérée comme ayant échoué lorsque les exigences de la spécification pertinente ne sont pas satisfaites au cours ou à la fin des essais.

Voir l'Annexe C pour un exemple de circuit approprié.

5.12 Robustesse des connexions de sortie

Les inductances à sorties doivent être soumises aux essais Ua1, Ub, Uc et Ud de l'IEC 60068-2-21. Les bornes à composants pour montage en surface (CMS) doivent être soumises aux essais Ua1 et Ue. Après chaque essai, les inductances doivent être soumises à un examen visuel.

5.13 Vibrations

Les mesurages précisés dans la spécification pertinente doivent être effectués avant l'essai.

Les inductances doivent être soumises à l'essai Fc de l'IEC 60068-2-6 en appliquant la méthode de montage et le degré de sévérité précisés dans la spécification pertinente.

Lorsque cela est indiqué dans la spécification particulière, au cours des dernières 30 min de l'essai de vibrations dans chaque direction du mouvement, un mesurage électrique doit être effectué afin de vérifier les contacts intermittents ou encore les circuits ouverts ou les courts-circuits. La méthode de mesure et les exigences doivent être précisées dans la spécification particulière. La durée de mesure doit être le temps nécessaire pour un balayage de la plage de fréquences, d'un extrême à l'autre.

Après l'essai, les inductances doivent être soumises à un examen visuel. Il ne doit y avoir aucun dommage apparent. Les mesurages précisés dans la spécification pertinente doivent ensuite être effectués.

5.14 Chocs

Les mesurages précisés dans la spécification pertinente doivent être effectués avant l'essai.

Les inductances doivent être soumises à l'essai Ea de l'IEC 60068-2-27 en appliquant la méthode de montage et le degré de sévérité précisés dans la spécification pertinente.

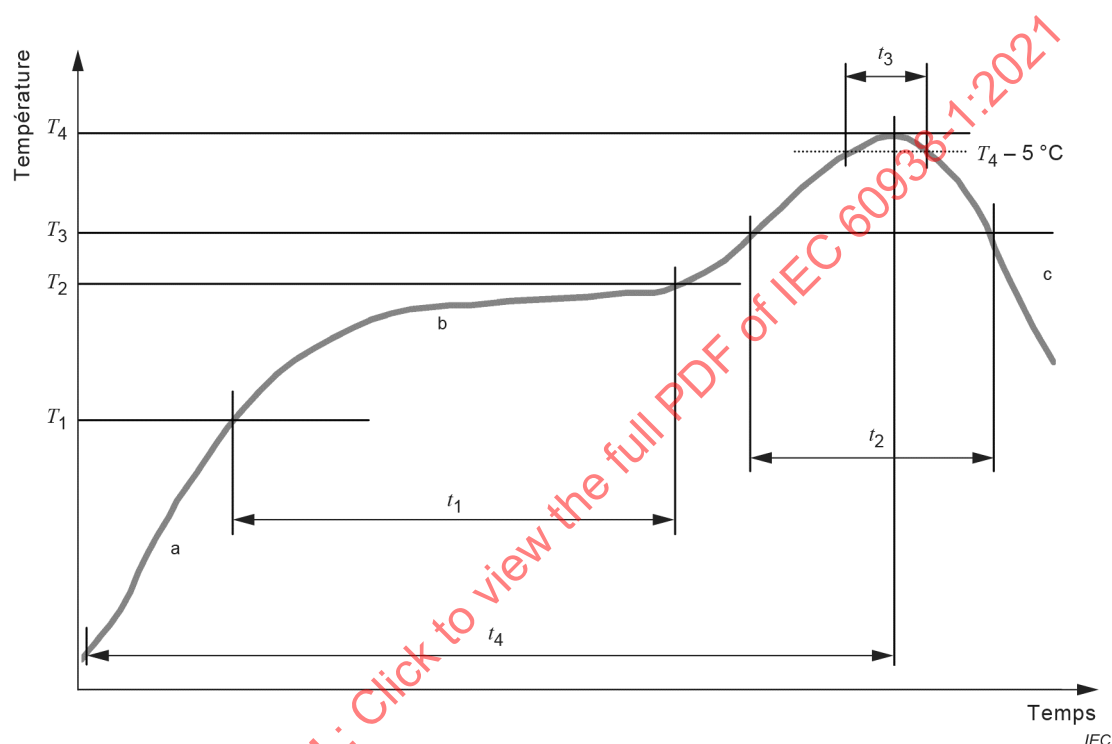
Après l'essai, les inductances doivent être soumises à un examen visuel. Il ne doit y avoir aucun dommage apparent. Les mesurages précisés dans la spécification pertinente doivent ensuite être effectués.

5.15 Résistance à la chaleur de soudage

Sauf indication contraire dans la spécification pertinente, les inductances doivent être soumises à l'un des essais suivants:

- a) Pour toutes les inductances avec des bornes enfichables (PTH - *pin through hole*) sauf celles du point b), la méthode 1 de l'essai Tb de l'IEC 60068-2-20 s'applique, avec
 - une durée d'immersion: de 5 s ou 10 s, comme cela est indiqué dans la spécification particulière;
 - une profondeur d'immersion par rapport au plan d'appui: $2 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ mm, en utilisant un écran d'isolation thermique d'une épaisseur de 1,5 mm $\pm$ 0,5 mm;
 - une température du bain de brasage: 260 °C $\pm$ 5 °C.
- b) Pour les inductances non destinées à être utilisées sur les cartes de circuits imprimés, comme cela est indiqué dans la spécification particulière, la méthode 1 de l'essai Tb de l'IEC 60068-2-20 doit s'appliquer, avec
 - une température du bain de brasage: 350 °C $\pm$ 10 °C;
 - une profondeur d'immersion par rapport au corps du composant: 3,5 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ mm.

- c) Pour toutes les inductances adaptées au brasage par refusion, par exemple avec des bornes CMS ou des bornes à refusion à trous traversants (THR - *through hole reflow*) également appelées bornes "Pin in Paste" (PIP), la méthode 2 de l'essai Td₂ de l'IEC 60068-2-58 s'applique, avec
- le profil des températures défini à la Figure 3 et dans le Tableau 3;
 - un à trois cycles de refusion, comme cela est indiqué dans la spécification particulière;
 - la température de l'échantillon d'essai qui doit être inférieure à 50 °C avant chaque cycle;
 - pour les composants PIP, la simulation de la refusion doit être réalisée sans soudure.



T_1 Température minimale de préchauffage

T_2 Température maximale de préchauffage

T_3 Température dite "liquidus"

T_4 Température de crête

t_1 Durée de préchauffage

t_2 Durée au-dessus de la température dite "liquidus"

t_3 Durée au-dessus de $(T_4 - 5\text{ °C})$

t_4 Temps de passage de la température ambiante à la température T_4

a Le gradient de température de la pente ascendante ne doit pas dépasser 3 K/s.

b Zone de préchauffage

c Le gradient de température de la pente descendante ne doit pas dépasser 6 K/s.

Figure 3 – Profil de température pour la simulation de la refusion

Tableau 3 – Températures pour la simulation de la refusion avec différents types d'alliages de pâtes à souder

Groupe	Nom de l'alliage	T_1 °C	T_2 °C	t_1^f s	T_3 °C	t_2^g s	T_4^a °C	$t_3^{b,a}$ s	t_4 s
1	Sn42Bi58				138				
2	Sn63Pb37A Sn60Pb40A	100	150	60 à 120	183	30 à 60 ^e 60 à 150	215 235	10 ± 1 20 ± 1 30 ± 1 40 ± 1	360 max
3	Sn96,5Ag3Cu,5	150	200		217		220 à 235 ^c	20 à 40 ^c	480 max
							230 à 260 ^e	5 max ^e 10 max ^e	
							245 250 260	20 ± 1 30 ± 1 ^d	

^a La combinaison de la température et du temps est déterminée par la masse thermique du composant et doit être indiquée dans la spécification pertinente. Pour de plus amples informations concernant la méthode de détermination des conditions d'essai applicables, voir l'IEC TR 60068-3-12.

La température de crête (T_4) mesurée à la surface supérieure du corps de l'éprouvette est définie comme maximale pour les essais de réception et minimale pour les essais de qualification.

^b La tolérance pour la durée au-dessus de ($T_4 - 5$ °C) est définie comme maximale pour les essais de réception et minimale pour les essais de qualification.

^c Les composants dont la masse thermique est élevée peuvent exiger cette sévérité; des informations détaillées doivent être fournies par la spécification pertinente.

^d Un temps t_3 plus contraignant de (40 ± 1) s est également utilisé pour certaines applications avec des cartes de circuits imprimés à haute densité sous boîtier / masse thermique élevée.

^e Applicable pour une sensibilité thermique élevée.

^f Selon la masse thermique des composants, le temps t_1 peut être prolongé.

^g Le temps t_2 dépend de la masse thermique des composants.

La période de reprise ne doit pas être inférieure à 1 h ni supérieure à 2 h, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

À l'issue de l'essai, les inductances doivent être soumises à un examen visuel. Il ne doit y avoir aucun dommage apparent et le marquage doit être lisible. Les inductances doivent ensuite être mesurées comme cela est précisé dans la spécification pertinente.

5.16 Soudabilité

5.16.1 Généralités

Cet essai ne doit pas être effectué sur les connexions de sortie que la spécification particulière décrit comme n'étant pas destinées à être soudées.

5.16.2 Préconditionnement

La spécification pertinente doit préciser si le vieillissement doit être appliqué ou non. L'une des procédures de vieillissement indiquées dans l'IEC 60068-2-20 doit être appliquée lorsqu'un vieillissement accéléré est exigé.