

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

QC 280100

**Fixed inductors for electromagnetic interference suppression –
Part 2: Sectional specification**

**Inductances fixes d'antiparasitage –
Partie 2: Spécification intermédiaire**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-2:1999



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 1999 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

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

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

QC 280100

**Fixed inductors for electromagnetic interference suppression –
Part 2: Sectional specification**

**Inductances fixes d'antiparasitage –
Partie 2: Spécification intermédiaire**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

V

ICS 29.100.10; 31.020

ISBN 2-8318-9906-0

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 General	6
1.1 Scope.....	6
1.2 Object	6
1.3 Normative references	6
1.4 Information to be given in a detail specification	7
1.4.1 General	7
1.4.2 Outline drawing and dimensions.....	7
1.4.3 Mounting.....	8
1.4.4 Ratings and characteristics	8
1.4.5 Marking	8
1.5 Definitions	8
1.6 Marking	8
2 Preferred ratings and characteristics.....	9
2.1 Climatic categories	9
2.2 Values of ratings.....	9
2.2.1 Rated inductance and tolerance	9
2.2.2 Rated voltage (U_R).....	9
2.2.3 Category voltage (U_C).....	9
2.2.4 Rated temperature.....	9
2.2.5 Rated current.....	9
2.2.6 Passive flammability	9
3 Quality assessment procedures	10
3.1 Primary stage of manufacture.....	10
3.2 Structurally similar inductors.....	10
3.3 Certified records of released lots	10
3.4 Qualification approval.....	10
3.4.1 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedures	10
3.5 Quality conformance inspection	13
3.5.1 Formation of inspection lots	13
3.5.2 Test schedule	14
3.5.3 Delayed delivery	14
4 Test and measurement procedures	14
4.1 Visual examination and check of dimensions.....	14
4.1.1 Dimensions (gauging)	14
4.1.2 Dimensions (detail).....	14
4.2 Voltage proof	14
4.3 Insulation resistance.....	15
4.4 Inductance.....	15
4.5 DC line resistance	15
4.6 Robustness of terminations.....	16
4.7 Resistance to soldering heat.....	16
4.7.1 Conditions	16
4.7.2 Final inspection, measurements and requirements	16
4.8 Solderability.....	16
4.9 Rapid change of temperature.....	16

4.10	Vibration	16
4.11	Bump	17
4.12	Shock	17
4.13	Container sealing	18
4.14	Climatic sequence	18
4.14.1	Initial measurements	18
4.14.2	Dry heat	18
4.14.3	Damp heat, cyclic, test Db, first cycle	18
4.14.4	Cold	18
4.14.5	Low air pressure	18
4.14.6	Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles	18
4.14.7	Final inspection, measurements and requirements	19
4.15	Damp heat, steady state	19
4.15.1	Final inspection, measurements and requirements	19
4.16	Temperature rise (applies only to inductors with a mass > 5 g)	19
4.16.1	Test method	19
4.16.2	Requirements	20
4.17	Impulse voltage (applies to inductors with more than one winding)	20
4.17.1	Initial measurements	20
4.17.2	Requirements	20
4.18	Endurance	20
4.18.1	Test conditions – Endurance current test	20
4.18.2	Test conditions – Endurance voltage test between terminations (applies to inductors with more than one winding)	21
4.19	Passive flammability (if applicable)	21
4.20	Component solvent resistance (if applicable)	21
4.21	Solvent resistance of marking (if applicable)	21
Annex A	(normative) Test schedule for safety tests only approval	22
Annex B	(normative) Test schedule for safety tests and performance tests for qualification approval, assessment level D	25
Annex C	(normative) Example of a suitable circuit for the endurance test voltage	30
Annex D	(normative) Declaration of design (confidential to the manufacturer and the certification body)	31
Annex E	(normative) Test methods for thyristor electromagnetic interference suppression inductors	32
Figure C.1	– Endurance test circuit	30
Figure E.1	– Test circuit for temperature rise	32
Figure E.2	– Test circuit for interference voltage attenuation	33
Table 1	– Sampling plan for safety tests only	12
Table 2	– Sampling plan for safety tests and performance tests, assessment level D	13
Table 3	– Measuring points	15
Table 4	– Acceleration	16
Table 5	– Sweep cycles	17
Table 6	– Preferred severities	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIXED INDUCTORS FOR ELECTROMAGNETIC
INTERFERENCE SUPPRESSION –****Part 2: Sectional 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60938-2 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1988.

This bilingual version, published in 2008-08, corresponds to the English version.

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

FDIS	Report on voting
40/1111/FDIS	40/1137/RVD

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

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

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

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

The QC number that appears on the front cover of this publication is the specification number in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-2:1999

FIXED INDUCTORS FOR ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SUPPRESSION –

Part 2: Sectional specification

1 General

1.1 Scope

This International Standard applies to fixed inductors designed for electromagnetic interference suppression and which fall within the scope of the generic specification, IEC 60938-1. It is restricted to fixed inductors for which safety tests are appropriate. This implies that inductors specified according to this specification will either be connected to mains supplies, when compliance with the mandatory tests of Table 1 is necessary, or used in other circuit positions where the equipment specification prescribes that some or all of these safety tests are required.

This standard applies to fixed inductors which will be connected to an a.c. mains or other supply with a nominal voltage not exceeding 1 000 V a.c. (r.m.s.) or d.c. between conductors and with a nominal frequency not exceeding 400 Hz.

1.2 Object

The object of this standard is to prescribe standard requirements for safety tests and standard ratings and characteristics, to select from IEC 60938-1 the appropriate methods of test and to give general performance requirements for suppression inductors. Test severities and performance requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification shall be of equal or higher performance level. In addition, the minimum requirements for safety tests specified herein always apply.

1.3 Normative references

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

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60063:1963, *Preferred number series for resistors and capacitors*

Amendment 1 (1967)

Amendment 2 (1977)

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

IEC 60085:1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*¹⁾

IEC 60279:1969, *Measurement of the winding resistance of an a.c. machine during operation at alternative voltage*²⁾

IEC 60294, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component having two axial terminations*

¹⁾ A new edition of this publication exists.

²⁾ Withdrawn

IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

IEC 60938-1:1999, *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression – Part 1: Generic specification*

IEC 60938-2-1:1999, *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression – Part 2-1: Blank detail specification – Inductors for which safety tests are required – Assessment level D*

IEC 60938-2-2:1999, *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression – Part 2-2: Blank detail specification – Inductors for which safety tests are required (only)*

CISPR 16-1-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus³⁾*

CISPR 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbances*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

1.4 Information to be given in a detail specification

1.4.1 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 in 1.8 of the detail specification and indicated in the test schedules, for example by an asterisk.

NOTE The information given in 1.4.2 may, for convenience, be presented in tabular form.

The information given in 1.4.2 to 1.4.5 shall be given in each detail specification and the values quoted shall preferably be selected from those given in the appropriate clause of this sectional specification.

1.4.2 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 upon the drawing. All dimensions shall be stated in millimetres.

Normally 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 described above, the detail specification shall state such dimensional information as will adequately describe the inductor. When the inductor is not designed for use on printed boards, this shall be clearly stated in the detail specification.

3) A new edition of this publication exists.

1.4.3 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting to be recommended for normal use and the method which is mandatory for the application of the vibration, bump and shock tests. The design of the inductor may 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 the bump, shock and vibration tests. The specified heat sink shall be used in the application of the endurance test.

1.4.4 Ratings and characteristics

The ratings and characteristics shall be in accordance with the relevant clauses of this specification.

1.4.4.1 Additional characteristics may be listed, when they are considered necessary to specify adequately the inductor for design and application purposes.

1.4.5 Marking

Deviations from 1.6 of this sectional specification, shall be specifically stated in the detail specification.

1.5 Definitions

For the purpose of this International Standard, the definitions in IEC 60938-1 apply.

1.6 Marking

1.6.1 The information given in the marking is normally selected from the following list; the relative importance of each item is indicated by its position in the list:

- a) manufacturer's name (or trade mark);
- b) manufacturer's type designation;
- c) recognized approval mark;
- d) rated inductance and tolerance;
- e) rated voltage;
- f) rated current;
- g) identification of terminations or circuit diagram;
- h) rated temperature;
- i) climatic category;
- j) year and month (or week) of manufacture (this may be in code form);
- k) reference to the detail specification.

1.6.2 Marking of the inductor may be omitted when the manufacturer considers that there is insufficient space, and this fact is recorded in the detail specification. When present, the marking shall be sufficient to provide a clear identification of the inductor. Any duplication of information in the marking on the inductor should be avoided.

1.6.3 The packaging containing the inductor(s) shall be clearly marked with all the information listed in 1.6.1, except g).

1.6.4 Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Climatic categories

Electromagnetic interference suppression inductors covered by this specification are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1. The lower and upper category temperatures and the duration of the damp heat, steady state test shall be selected from the following:

Lower category temperature: $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Upper category temperature: $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+155\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Duration of the damp heat, steady state test: 21 and 56 days.

The severities for the cold and dry heat tests are the lower and upper category temperatures respectively.

2.2 Values of ratings

2.2.1 Rated inductance and tolerance

Preferred values of rated inductance are values chosen from the E 6 series of preferred values given in IEC 60063.

The preferred tolerances on rated inductance are as follows:

$\pm 30\%$; -30% / $+50\%$.

2.2.2 Rated voltage (U_R)

Preferred values for rated voltages are:

AC inductors: 50 V, 125 V, 250 V, 400 V, 440 V, 480 V and 760 V.

DC inductors: 50 V, 160 V, 250 V and 500 V.

NOTE Electromagnetic interference suppression inductors are normally chosen to have their rated voltage equal to or greater than the nominal voltage of the supply system to which they are to be connected. It should, however, be borne in mind that the voltage of the system may rise up to 10 % above the nominal voltage.

2.2.3 Category voltage (U_C)

The category voltage is equal to the rated voltage, unless otherwise stated in the detail specification.

2.2.4 Rated temperature

The rated temperature shall not be lower than $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.5 Rated current

The preferred values of rated current are selected from the R10 series of ISO 3.

2.2.6 Passive flammability

When specified, the minimum category of passive flammability permitted is category C.

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

See 3.2 of IEC 60938-1.

3.2 Structurally similar inductors

Inductors are structurally similar when for their range of inductance values they have the following common characteristics:

- a) essentially the same materials;
- b) similar design features and manufacturing techniques;
- c) same rated voltage.

3.3 Certified records of released lots

When certified test records are requested by a purchaser, they shall be specified in the detail specification.

3.4 Qualification approval

The procedures for qualification approval testing for structurally similar inductors are given in 3.4 of IEC 60938-1.

3.4.1 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedures

3.4.1.1 Sampling

This standard covers procedures for qualification approval tests only. Two alternative test procedures are given, namely the full test procedure covering both safety tests and performance requirements, and a restricted test procedure covering safety tests.

Table 1 and Annex A form the schedule limited to tests for safety tests only approval. Prior to the approval testing for safety tests only it is necessary to submit to the certification body a declaration of design (Annex D) registering essential data and basic design details of the inductors for which approval is sought.

Table 2 and Annex B form the full schedule for safety tests and performance approval.

Each rated voltage shall be separately qualified. The total number of inductors of each rated voltage to be tested in each group is given in Table 1 or 2. For each rated voltage, the sample shall contain equal numbers of specimens of the highest and lowest inductance and the highest and lowest rated current in the range to be qualified. Where only one inductance value or rated current value is involved, the total number of inductors as stated in Table 1 or 2 shall be tested.

Spare specimens are permitted as follows:

- a) one per inductance/rated current combination which may be used to replace the permitted non-conforming items in group 0;
- b) one per inductance/rated current combination which may be used as replacements for specimens lost due to incidents not attributable to the manufacturer or the test sequence;
- c) the remainder of the spares may be required if it is necessary to repeat any test according to the provisions of Note 1 to Table 1 or 2;
- d) spares may be kept at the premises of the manufacturer instead of being sent to the testing station.

The number of samples given in group 0 assume that all groups are applicable. If this is not so the numbers may be reduced accordingly.

When additional groups are introduced into the qualification approval test schedule, the number of specimens required for group 0 shall be increased by the same number as that required for the additional groups.

3.4.1.2 Tests

The complete series of tests specified in either Table 1 or 2 is required for the approval of a series of structurally similar inductors of one rated voltage. The tests of each group shall be carried out in the order given.

The whole sample shall be subjected to the tests of group 0 and then divided for the other groups.

Non-conforming items found during the tests of group 0 shall not be used for the other groups.

"One non-conforming item" is counted when an inductor has not satisfied the whole or part of the tests of a group.

The approval is granted when the number of non-conformances does not exceed the specified number of permissible non-conforming items for each group or subgroup and the total number of permissible non-conformances indicated in Table 1 or 2.

NOTE Table 1 and Annex A or Table 2 and Annex B together form the fixed sample size test schedule, for which Table 1 or 2 includes the details for the sampling and permissible non-conforming items for the different tests or groups of tests, whereas Annexes A or B together with the details of test contained in Clause 4 give a complete summary of test conditions and performance requirements and indicate where, for example for the test method or conditions of test, a choice has to be made in the detail specification. The conditions of test and performance requirements for the fixed sample size test schedule shall be identical to those prescribed in the detail specification.

Table 1 – Sampling plan for safety tests only

Group	Test	Subclause of this publication	Number of specimens tested per rated voltage and for each mass group (2) n	Number of permissible non-conforming items per rated voltage	
				Per group c	Total c
0	Visual examinations Line resistance Inductance Voltage proof Insulation resistance Spares	4.1 4.5 4.4 4.2 4.3	40/22/10/5 4/2/2/1	1	0
1A	Dimensions (detail) Creepage distances and clearances Robustness of terminations Resistance to soldering heat (1) Component solvent resistance (if applicable) (5)	4.1.2 4.1.2 4.6 4.7 4.20	10/6/2/1	0	
2	Damp heat, steady state	4.15	18/10/4/2	0	
3A	Temperature rise (3) or Endurance current (4)	4.16 or 4.18	12/6/4/2	0	
3B	Impulse voltage (7)(8) Endurance voltage between line terminations (7)	4.17 4.18			
4	Passive flammability (5)	4.19	see 4.19	0	

NOTES to Tables 1 and 2:

NOTE 1 If applicable.

NOTE 2 The number of specimens indicated relate to the mass limits as follows:

≤5 g

>5 g and ≤250 g

>250 g and ≤1 500 g

>1 500 g respectively.

Where a range is qualified which contains inductors within more than one of the mass classifications listed above, the number of specimens selected shall be that for the classification in which the majority of the values in the range fall.

The numbers in group 0 exclude the numbers of specimens required for group 4.

NOTE 3 For inductors with a weight >5 g only.

NOTE 4 For inductors with a weight ≤5 g only.

NOTE 5 If required in the detail specification.

NOTE 6 Whichever is required in the detail specification.

NOTE 7 Applicable to inductors with more than one winding of different polarity.

NOTE 8 Applicable to inductors with earthed metal case, not connected to one of the line terminations.

NOTE 9 If one non-conforming item is obtained, all tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further non-conforming items are permitted. The non-conforming item obtained in the first sample shall be counted for the total non-conforming items permitted in the sixth column. Repetition of tests is permitted in one group only.

**Table 2 – Sampling plan for safety tests and performance tests,
assessment level D**

Group	Test	Subclause of this publication	Number of specimens tested per qualification (2) n	Number of permissible non-conforming items per qualification (2)	
				Per group c	Total c
0	Dimensions (gauging) Visual examinations DC line resistance Inductance Voltage proof Insulation resistance Spares	4.1 4.1 4.5 4.4 4.2 4.3	76/48/28/16 24/15/10/5	2/1/1/1	
1A	Dimensions (detail) Creepage distances and clearances Robustness of terminations Resistance to soldering heat (1) Component solvent resistance (5) Solderability (1) Solvent resistance of marking (5)	4.1.2 4.1.2 4.6 4.7 4.20 4.8 4.21	10/6/2/1	0 (9)	1/1/1/0
1B	Rapid change of temperature Vibration Bump or shock (6)	4.9 4.10 4.11 or 4.12	18/12/6/3	0 (9)	
1	Container sealing (5) Climatic sequence	4.13 4.14	28/18/8/4	0 (9)	
2	Damp heat, steady state	4.15	16/10/8/4	0 (9)	
3A	Temperature rise (3) or Endurance current (4)	4.16 or 4.18	12/8/4/4	0 (9)	
3B	Impulse voltage (7)(8) Endurance voltage between line terminations (7)	4.17 4.18	20/12/8/4	0	
4	Passive flammability (5)	4.19	See 4.19	0	
See notes to Tables 1 and 2 at the bottom of Table 1.					

3.5 Quality conformance inspection

3.5.1 Formation of inspection lots

a) Groups A and B inspection

These tests shall be carried out on a lot-by-lot basis using sampling plans appropriate to the given assessment level specified in the relevant blank detail specification.

Manufactured lots of separately identified inductors may be aggregated into inspection lots formed for such tests as are relevant to structural similarities between those manufactured lots.

b) Group C inspection

- Safety tests only approval

Re-qualification tests according to Annex A may be required by the certification body when a change of the design as given in Annex D is intended.

The certification body will be informed about the intended change(s) and decide whether re-qualification tests have to be performed.

- Full safety tests and performance approval

Periodic tests according to Annex B shall be carried out at the periodicities and on the numbers of specimens appropriate to the given assessment level specified in the relevant blank detail specification. In order to reduce the number of specimens required to carry out any single complete periodic test, the manufacturer may elect to have the tests of more than one subgroup carried out sequentially on the same specimens.

The specimens shall be representative of the inductors manufactured during each period. In subsequent periods other inductors in the approved range in production shall be tested with the aim of covering the whole range of the approval.

3.5.2 Test schedule

- Safety tests only approval

The test schedule for the lot-by-lot and periodic tests or criteria for re-qualification is given in Table 4 of the relevant blank detail specification, IEC 60938-2-2.

- Full safety tests and performance approval

The test schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in Table 4 of the relevant blank detail specification, IEC 60938-2-1.

3.5.3 Delayed delivery

When according to the procedures in 3.5.2 of IEC 60938-1, re-inspection has to be made, insulation resistance shall be checked as specified in group A inspection and solderability shall be checked according to group B inspection.

4 Test and measurement procedures

4.1 Visual examination and check of dimensions

Visual examination and check of dimensions shall be in accordance with 4.4 of IEC 60938-1.

4.1.1 Dimensions (gauging)

The dimensions indicated in the detail specification as being suitable for gauging shall be checked, and shall comply with the values prescribed in the detail specification.

When applicable, checks shall be made in accordance with IEC 60294.

4.1.2 Dimensions (detail)

Creepage distances and clearances shall comply with the values prescribed in Table 2 of IEC 60938-1. All other dimensions shall comply with the values prescribed in the detail specification.

4.2 Voltage proof

See 4.6 of IEC 60938-1 with the following details:

- a) the test voltage to be applied to mains inductors is given in Table 3:

Table 3 – Measuring points

Inductors for	Test A between terminations*	Test B – Internal insulation Test C – External insulation Test D** – Between windings and core
Alternating current	$4,3 U_R$ (d.c.)	$2 U_R + 1\,500$ V (a.c.) with a minimum of $2\,000$ V (a.c.)
Direct current	$3 U_R$ (d.c.)	$2 U_R + 1\,500$ V (d.c.)
* Applies only to inductors with more than one winding.		
** Test not required for insulated or non-insulated and self-supporting mountable inductors.		

- b) the method of applying the test voltage for test C shall be given in the detail specification. For qualification testing the foil method of 4.6.2.3 of IEC 60938-1, shall be used;
- c) for qualification approval and periodic testing the full test voltage shall be applied for 1 min. For quality conformance tests the detail specification may specify a shorter time;
- d) for d.c. tests the charge and discharge current shall not exceed $0,05$ A;
- e) for d.c. tests the time constant $R_1 \times C_S$ shall not exceed 1 s;
- f) for qualification approval a.c. tests, the voltage shall be supplied from a transformer.

The voltage shall be raised from near zero to the test voltage at a rate not faster than 150 V/s. The test time shall begin at the moment the test voltage is reached. For quality conformance tests, the detail specification may require the full test voltage to be applied directly.

NOTE Attention is drawn to the fact that repetition of the voltage proof test may damage the inductor.

4.3 Insulation resistance

See 4.5 of IEC 60938-1 with the following details:

- a) the measuring voltage shall be as prescribed in 4.5.2 of IEC 60938-1;
- b) the method of applying the test voltage for test C may be any of the methods specified in 4.5.2.1, 4.5.2.2 and 4.5.2.3 of IEC 60938-1. For qualification testing the foil method of 4.5.2.1 shall be used;
- c) the minimum value of insulation resistance with tests A, B and C shall be $6\,000$ M Ω .

4.4 Inductance

Unless otherwise stated in the detail specification, the following measuring conditions apply:

- a) the measuring frequency shall be chosen from the following:

$1\text{ MHz} \pm 20\%$	for	$L \leq 10\text{ }\mu\text{H}$
$100\text{ kHz} \pm 20\%$	for	$10\text{ }\mu\text{H} < L \leq 1\text{ mH}$
$10\text{ kHz} \pm 20\%$	for	$1\text{ mH} < L \leq 50\text{ mH}$
$50\text{ Hz to }120\text{ Hz}$	for	$L > 50\text{ mH}$
- b) the measuring current shall be $0,1\text{ mA} \pm 10\%$. For some inductance values it may be desirable to use other currents or frequencies. The values of the current or frequency shall be given in the detail specification.

4.5 DC line resistance

Using a d.c. 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 prescribed in the detail specification. The detail specification may specify precise points of connection between the terminals and the measuring instrument.

4.6 Robustness of terminations

See 4.9 of IEC 60938-1.

4.7 Resistance to soldering heat

See 4.10 of IEC 60938-1 with the following details:

Not applicable to inductors having leads with insulation length greater than 10 mm or with snap-on terminations.

4.7.1 Conditions

No pre-drying.

4.7.2 Final inspection, measurements and requirements

The inductors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements in Annex A or B.

4.8 Solderability

See 4.11 of IEC 60938-1 with the following details:

4.8.1 When the solder globule method is used the soldering time shall be less than 3 s.

4.8.2 The requirements are given in Annex B.

4.9 Rapid change of temperature

See 4.12 of IEC 60938-1 with the following details:

4.9.1 Number of cycles: 5.

Duration of exposure at the temperature limits:

- 1 h for mass group < 250 g;
- 3 h for mass group ≥ 250 g.

4.10 Vibration

See 4.13 of IEC 60938-1 with the following details:

4.10.1 One of the following severities of test Fc, as specified in the detail specification:

Displacement or acceleration, whichever is the lower acceleration as specified in Table 4.

Table 4 – Acceleration

Mass group	Amplitude or acceleration (whichever is the lower acceleration)
> 5 g	0,35 mm or 49 m/s ² (5 g)
≤ 5 g	0,75 mm or 98 m/s ² (10 g)

Over one of the following frequency ranges: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz, 10 Hz to 2 000 Hz.

The total number of sweep cycles to be applied in relation to the frequency ranges are as specified in Table 5.

Table 5 – Sweep cycles

Frequency Hz	Total number of sweep cycles
10 to 55	3×24
10 to 500	3×10
10 to 2 000	3×8

The detail specification shall specify the frequency range and shall also prescribe the mounting method to be used.

4.10.2 Final inspection and requirements

The inductors shall be visually examined and shall meet the requirements in Annex B.

4.11 Bump

See 4.14 of IEC 60938-1 with the following details:

4.11.1 The detail specification shall state whether the bump or the shock test applies.

One of the following severities shall be specified in the detail specification:

Total number of bumps: 1 000 or 4 000

Acceleration: 390 m/s^2 (40 g) or 98 m/s^2 (10 g)

Pulse duration: 6 ms 16 ms

The detail specification shall also prescribe the mounting method to be used.

4.11.2 Final inspection and requirements

The inductors shall be visually examined and meet the requirements in Annex B.

4.12 Shock

See 4.15 of IEC 60938-1 with the following details:

4.12.1 The detail specification shall state whether the bump or the shock test applies.

4.12.2 The detail specification shall state which of the preferred severities in Table 6 applies.
Pulse shape: half-sine.

Table 6 – Preferred severities

Peak acceleration m/s ² (g)	Corresponding duration of the pulse ms
294 (30)	18
490 (50)	11
981 (100)	6

The detail specification shall also prescribe the mounting method to be used.

4.12.3 Final inspection, measurements and requirements

The inductors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements in Annex B.

4.13 Container sealing

See 4.16 of IEC 60938-1.

4.14 Climatic sequence

See 4.17 of IEC 60938-1 with the following details:

4.14.1 Initial measurements

Not required.

4.14.2 Dry heat

No measurements are required at the upper category temperature.

4.14.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle

See 4.17.3 of IEC 60938-1.

4.14.4 Cold

No measurements are required at the lower category temperature.

4.14.5 Low air pressure

See 4.17.5 of IEC 60938-1 with the following details:

If required in the detail specification, the test shall be made at a room temperature of 15 °C to 35 °C and a pressure of 8,0 kPa, unless otherwise stated in the detail specification. The duration of the tests shall be 1 h.

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

4.14.6 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles

See 4.17.6 of IEC 60938-1.

4.14.7 Final inspection, measurements and requirements

After recovery the inductors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in Annex B.

4.15 Damp heat, steady state

See 4.18 of IEC 60938-1 with the following details:

4.15.1 Final inspection, measurements and requirements

After recovery the inductors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Annex A or B.

4.16 Temperature rise (applies only to inductors with a mass > 5 g)

The purpose of the test is to show that when the relevant temperature rise is added to the rated temperature, the maximum working temperature of the internal insulation (according to the requirements of IEC 60085), or of the inductive element(s) is not exceeded.

See 4.19 of IEC 60938-1 with the following details:

4.16.1 Test method

The inductor shall be placed in a chamber maintained at an ambient temperature as close as possible to the rated temperature. The rated a.c. current or a d.c. current equal to the r.m.s. value of the rated a.c. current shall be applied.

After thermal equilibrium has been reached the internal temperature of the inductor shall be determined by evaluating the change of resistance of the inductor series resistance.

The internal temperature T_2 at thermal equilibrium shall be calculated from the measured resistance R_2 between the input and the output terminals at the temperature T_2 and its measured resistance R_1 at the test chamber temperature at the start of the test T_1 using the formula:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (235 + T_1) - (T_3 - T_1) - 235 \text{ (for copper)}$$

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (225 + T_1) - (T_3 - T_1) - 225 \text{ (for aluminium)}$$

where T_3 is the temperature of the test chamber at the end of the test and T_1 , T_2 and T_3 are expressed in degrees Celsius.

Where other metals are used for the inductor windings, the appropriate formula shall be stated in the detail specification.

The resistance R_2 is measured either after switching off the supply, or without interruption of the supply by means of the superposition method, which consists of injecting into the winding a d.c. current of low value superposed on the load current. (The use of superposed d.c. current for the measurement of the resistances of a.c. machines is described in IEC 60279.)

NOTE As T_2 is intended to be the internal temperature when the inductor is operating in an ambient of the rated temperature T_1 , the factor $(T_3 - T_1)$ is introduced to correct for any change of temperature of the ambient temperature which may occur during the course of the test.

4.16.2 Requirements

The internal temperature T_2 shall not exceed the temperature specified in the detail specification. The detail specification may not specify a temperature higher than specified in IEC 60085 for the lowest class of insulation contained within the inductor.

4.17 Impulse voltage (applies to inductors with more than one winding)

This test is to be carried out as a sequence with the endurance test described in 4.18.2 according to Clause 18 of IEC 60060-1.

Test conditions

Inductors shall be submitted to an impulse voltage test with a full 1,2/50 μ s wave according to IEC 60060-1. Three pulses of the same polarity shall be applied to each inductor. The time between impulses shall not be less than 10 s. The impulses shall be applied across the same terminals as the subsequent endurance test voltage prescribed in 4.18. The crest voltage shall be 4 kV between terminations of different polarity and 5 kV between terminations and case.

4.17.1 Initial measurements

Initial measurements have been made in group 0 of Annexes A and B.

4.17.2 Requirements

There shall be no permanent breakdown or flashover.

4.18 Endurance

This test shall be carried out within one week of the completion of the impulse voltage test.

See 4.20 of IEC 60938-1, with the following details:

4.18.1 Test conditions – Endurance current test

This test is not applicable to inductors of mass greater than 5 g. See Table 2, Notes 4, 5 and 6.

The inductors shall be mounted in the test chamber using such heat-sinking arrangements specified by the detail specification as appropriate for normal use with the inductor at the current and temperature specified in the test.

After the chamber has been stabilized at the rated temperature, the test current of 1,1 times rated current shall be passed through the inductors. The frequency of the test current shall be 50 Hz unless the detail specification specifies that the rated frequency shall be used.

NOTE A fuse or other suitable device may be connected in the circuit of each inductor to indicate if failure occurs.

After 1 000 h, the inductors shall be allowed to recover for 1 h to 26 h and shall then meet the requirements of 4.18.3.

4.18.2 Test conditions – Endurance voltage test between terminations (applies to inductors with more than one winding)

The inductors shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at the upper category temperature. The voltage applied shall be $1,25 U_R$ at rated frequency, except that once every hour the voltage shall be increased to 1 000 V r.m.s. 50 Hz (or rated frequency if this is specified in the detail specification) for 0,1 s. Each of these voltages shall be applied to each inductor, individually across the terminals designed to be connected to the mains supply through a resistor of $47 \Omega \pm 5 \%$. For frequencies of test voltages above 100 Hz, a resistor of lower value than 47Ω may be prescribed by the detail specification. A suitable circuit is shown in Annex C.

The test circuit should be designed so that voltage transients and current surges are avoided during switching. This may be achieved by discharging the capacitance of the inductor before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over to 1 000 V and back does not exceed 30 s.

NOTE A fuse or other suitable device may be connected in the circuit of each inductor to indicate if failure occurs.

After 1 000 h, the inductors shall be allowed to recover for 1 h to 26 h and shall then meet the requirements of 4.18.3.

4.18.3 Final inspection, measurements and requirements

The inductors shall be visually examined according to 4.1. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.2 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 5. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.3.

The value shall exceed 3 000 M Ω .

The d.c. line resistance shall be measured according to 4.5.

The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

4.19 Passive flammability (if applicable)

See 4.21 of IEC 60938-1.

The requirements are those given in IEC 60938-1 for the category of flammability prescribed in the detail specification.

4.20 Component solvent resistance (if applicable)

See 4.24 of IEC 60938-1.

The initial and final measurements shall be prescribed in the detail specification.

4.21 Solvent resistance of marking (if applicable)

See 4.23 of IEC 60938-1.

The requirements are as in 4.23 of IEC 60938-1.

Annex A (normative)

Test schedule for safety tests only approval

Subclause number and test (see Note 1)	D or ND (see Note 2)	Conditions of test (see Note 1)	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements (see Note 1)
Group 0	ND		See Tables 1 or 2	
4.1.1 Dimensions (gauging)				See detail specification
4.1 Visual examination				No visible damage Legible marking
4.5 DC line resistance				See detail specification
4.4 Inductance				Within specified tolerance
4.2 Voltage proof		See Table 3 See detail specification for the method Foil method duration: 1 min		No breakdown or flashover
4.3 Insulation resistance		See detail specification for the method		As in 4.3
Group 1A	D		See Tables 1 or 2	
4.1.2 Dimensions (detail)				See detail specification and 4.1.2
Creepage distances and clearances		For method and severity: see detail specification		
4.6 Robustness of terminations		See detail specification for the method (1A or 1B)		No visible damage
4.7 Resistance to soldering heat (if applicable)		For method 1A: Immersion time: 10 s, unless otherwise specified in the detail specification		
4.20 Component solvent resistance (if applicable)				
4.7.2 Final measurements		DC line resistance Voltage proof at 66 % of value in Table 3 Visual examination		As in group 0 No breakdown or flashover No visible damage

Subclause number and test (see Note 1)	D or ND (see Note 2)	Conditions of test (see Note 1)	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements (see Note 1)
Group 2 4.15 Damp heat, steady state 4.15.1 Final measurement	D	Recovery: 1 h to 26 h Visual examination DC line resistance Inductance Voltage proof Voltage: 66 % of voltage applied in group 0 A polarizing voltage shall be applied if specified in the detail specification Insulation resistance	See Tables 1 or 2 ↓ See Tables 1 or 2 ↓	No visible damage Legible marking As in group 0 Within ± 30 % of value measured in group 0 No breakdown or flashover ≥ 50 % of value in 4.3
Group 3A 4.16 Temperature rise (inductors with mass > 5 g only) 4.16.1 Test conditions 4.16.2 Final measurements 4.18.1 Endurance, current (inductors with mass ≤ 5 g only)	D	Duration: until thermal equilibrium has been reached Current: rated current Ambient temperature: rated temperature Internal temperature Duration: 1 000 h Current: $1,1 \times$ rated current Recovery: 1 h to 26 h	See Tables 1 or 2 ↓ ↓	As in 4.16.2
Group 3B (inductors with more than one winding only) 4.17 Impulse voltage 4.18.2 Endurance, voltage between line terminations	D	3 impulses, full wave Crest voltage: see 4.17.1 Duration: 1 000 h Voltage and temperature, see 4.18.2	See Tables 1 or 2 ↓	No breakdown or flashover

Subclause number and test (see Note 1)	D or ND (see Note 2)	Conditions of test (see Note 1)	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements (see Note 1)
Group 3 4.18.3 Final measurements		Recovery: 1 h to 26 h Visual examination DC line resistance Voltage proof Voltage: 66 % of voltage applied in group 0 Insulation resistance	See Tables 1 or 2 ↓	No visible damage Legible marking As for group 0 No breakdown or flashover ≥ 50 % of values in 4.3
Group 4 4.19 Passive flammability (if required in the detail specification)	D		See Tables 1 or 2 ↓	As in 4.19
NOTE 1 Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4 .				
NOTE 2 In this table, D = destructive, ND = non-destructive.				

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-2:1999

Annex B (normative)

Test schedule for safety tests and performance tests for qualification approval, assessment level D

Subclause number and test (see Note 1)	D or ND (see Note 2)	Conditions of test (see Note 1)	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements (see Note 1)
Group 0	ND		See Tables 1 or 2	
4.1.1 Dimensions (gauging)				See detail specification
4.1 Visual examination				No visible damage Legible marking
4.5 DC line resistance				See detail specification
4.4 Inductance				Within specified tolerance
4.2 Voltage proof		See Table 3 See detail specification for the method Foil method duration: 1 min		No breakdown or flashover
4.3 Insulation resistance		See detail specification for the method		As in 4.3
Group 1A	D		See Tables 1 or 2	
4.1.2 Dimensions (detail)				See detail specification and 4.1.2
4.6 Robustness of terminations		For method and severity: see detail specification		No visible damage
4.7 Resistance to soldering heat (if applicable)		See detail specification for the method (1A or 1B) For method 1A: Immersion time: 10 s, unless otherwise specified in the detail specification		
4.20 Component solvent resistance (if applicable)				
4.7.2 Final measurements		Visual examination DC line resistance		No visible damage As in group 0

Subclause number and test (see Note 1)	D or ND (see Note 2)	Conditions of test (see Note 1)	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements (see Note 1)
Group 1B			See Tables 1 or 2	
4.8 Solderability (if applicable)		See detail specification for the method		Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations, or solder shall flow within 3 s, as applicable
4.21 Solvent resistance of the marking (if applicable)				
4.9 Rapid change of temperature		θ_A = Lower category temperature θ_B = Upper category temperature Five cycles Duration $t = \dots$ h, see 4.9.1 Visual examination		No visible damage
4.10 Vibration		For mounting method see detail specification Frequency range: from... Hz to... Hz Total number of sweep cycles:... Visual examination		No visible damage
4.10.2 Final inspection				
4.11 Bump, (or shock, see 4.12)		For mounting method see detail specification Number of bumps:... Acceleration:... m/s^2 Duration of pulse:... ms Visual examination		No visible damage
4.12 Shock, (or bump, see 4.11)		For mounting method see detail specification Acceleration:... m/s^2 Duration of pulse:... ms		
4.11.2 Final measurements		Visual examination		No visible damage
or				
4.12.3		DC line resistance		As in group 0

Subclause number and test (see Note 1)	D or ND (see Note 2)	Conditions of test (see Note 1)	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements (see Note 1)
Group 1	D		See Tables 1 or 2	
4.13 Container sealing (if required in the detail specification)		Test Qc or Qd as prescribed in the detail specification		No leakage
4.14 Climatic sequence				
4.14.2 Dry heat		Temperature: upper category temperature Duration: 16 h		
4.14.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle				
4.14.4 Cold		Temperature: lower category temperature Duration: 2 h		
4.14.5 Low air pressure (if required in the detail specification)		Air pressure 8,0 kPa unless otherwise stated in the detail specification Duration: 1 h Visual examination		No permanent breakdown, flashover, harmful deformation of the case
4.14.6 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles		Recovery: 1 h to 26 h		
4.14.7 Final measurement		Visual examination DC line resistance Inductance Voltage proof Voltage: 66 % of voltage applied in group 0 Insulation resistance		No visible damage Legible marking As in group 0 Within ± 30 % of value measured in group 0 No breakdown or flashover ≥ 50 % of values in 4.3

Subclause number and test (see Note 1)	D or ND (see Note 2)	Conditions of test (see Note 1)	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements (see Note 1)
Group 2 4.15 Damp heat, steady state 4.15.1 Final measurements	D	Recovery: 1 h to 26 h Visual examination DC line resistance Inductance Voltage proof Voltage: 66 % of voltage applied in group 0 A polarizing voltage shall be applied if specified in the detail specification Insulation resistance	See Tables 1 or 2 ↓	No visible damage Legible marking As in group 0 Within +/- 30 % of value measured in group 0 No breakdown or flashover ≥ 50 % of value in 4.3
Group 3A 4.16 Temperature rise (inductors with mass > 5 g only) 4.16.1 Test conditions 4.16.2 Final measurements 4.18.1 Endurance, current (inductors with mass ≤ 5 g only)	D	Duration: until thermal equilibrium has been reached Current: rated current Ambient temperature: rated temperature Internal temperature Duration: 1 000 h Current: 1,1 × rated current Recovery: 1 h to 26 h	See Tables 1 or 2 ↓ See Tables 1 or 2 ↓	As in 4.16.2
Group 3B (inductors with more than one winding only) 4.17 Impulse voltage 4.18.2 Endurance, voltage between line terminations	D	3 impulses, full wave Crest voltage: see 4.17.1 Duration: 1 000 h Voltage and temperature, see 4.18.2	See Tables 1 or 2 ↓	No breakdown or flashover

Subclause number and test (see Note 1)	D or ND (see Note 2)	Conditions of test (see Note 1)	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements (see Note 1)
Group 3 4.18.3 Final measurements		Recovery: 1 h to 26 h Visual examination DC line resistance Voltage proof Voltage: 66 % of voltage applied in group 0 Insulation resistance Inductance	See Tables 1 or 2 ↓	No visible damage Legible marking As for group 0 No breakdown or flashover See 4.18.3 Within +/- 30 % of value measured in group 0
Group 4 4.19 Passive flammability (if required in the detail specification)	D		See Tables 1 or 2 ↓	As in 4.19
NOTE 1 Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4.				
NOTE 2 In this table, D = destructive, ND = non-destructive.				

Annex C (normative)

Example of a suitable circuit for the endurance test voltage

The test prescribed in 4.18.2 may be carried out with the following circuit:

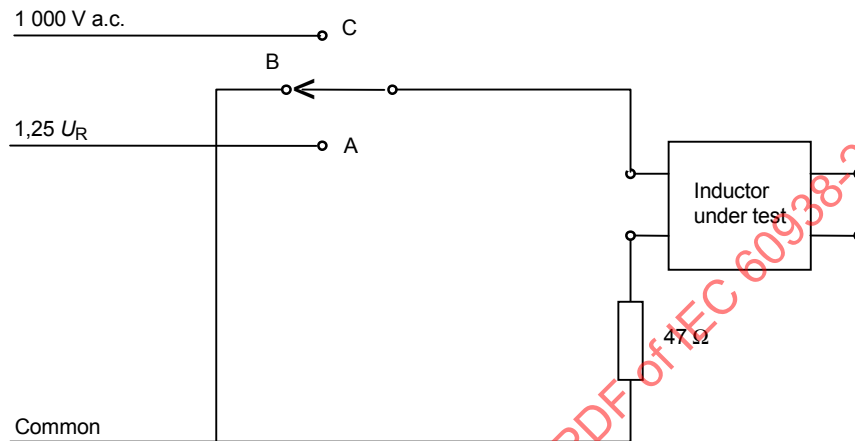


Figure C.1 – Endurance test circuit

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 the 1 000 V 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 must be fulfilled:

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

Annex D

(normative)

Declaration of design

(confidential to the manufacturer and the certification body)

The purpose of this description is to register essential data and the basic design of the inductors for which approval is sought. The completed form shall be submitted to the relevant certification body prior to any approval testings; its circulation to the other parties is left to the decision of the manufacturer.

Changes of the declared design are permitted only after notifying the certification body in writing.

In this case, the certification body will decide on necessary steps to be taken. As a maximum, a complete re-qualification may be required.

Registration number: (to be allocated by the certification body)

- 1 Applicant:
- 2 Manufacturer:
- 3 Manufacturing site:
- 4 Type designation:
- 5 Circuit diagram:
- 6 Identification of materials
 - 6.1 Encapsulation (if applicable)
 - 6.2 Insulation sleeve (if applicable)
 - 6.3 Core
 - 6.4 Wire
 - 6.5 Others
- 7 Constructional details:

Location

Date

Signature

Annex E (normative)

Test methods for thyristor electromagnetic interference suppression inductors

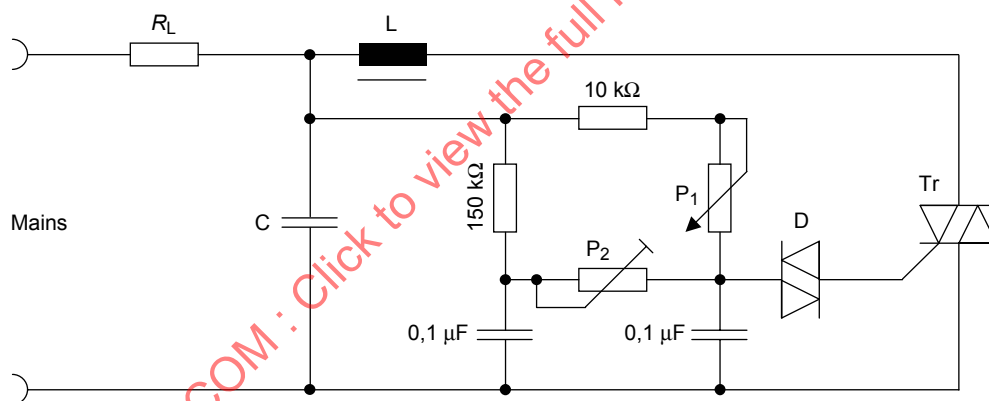
E.1 Inductance

The inductance of thyristor electromagnetic interference suppression inductors shall be measured at a frequency of $100 \text{ kHz} \pm 20 \text{ kHz}$, unless otherwise specified in the detail specification.

E.2 Temperature rise

The temperature rise of thyristor electromagnetic interference suppression inductors shall be measured under the following conditions, using the phase control circuit of Figure E.1.

- At a gating angle of 0° (thyristor short circuit), adjust R_L to achieve the rated current.
- Adjust the gating angle until the highest temperature rise is reached.



Key

- R_L rated load (ohm resistive load)
- L thyristor electromagnetic interference suppression inductor (DUT)
- C interference suppression capacitor
- D bidirectional trigger diode (ignition-voltage: approximately 32 V)
- Tr bi-polar thyristor (triac)
- P_1 500 kΩ potentiometer for setting the gating angle
- P_2 100 kΩ variable resistor for adjusting the smallest angle

Figure E.1 – Test circuit for temperature rise

E.3 Voltage attenuation

E.3.1 Definition of the interference voltage attenuation a_{ws}

The effective interference voltage attenuation a_{ws} is the attenuation of the thyristor electromagnetic interference suppression inductor together with one capacitor for interference suppression inserted in a defined phase controlled modulator circuit.

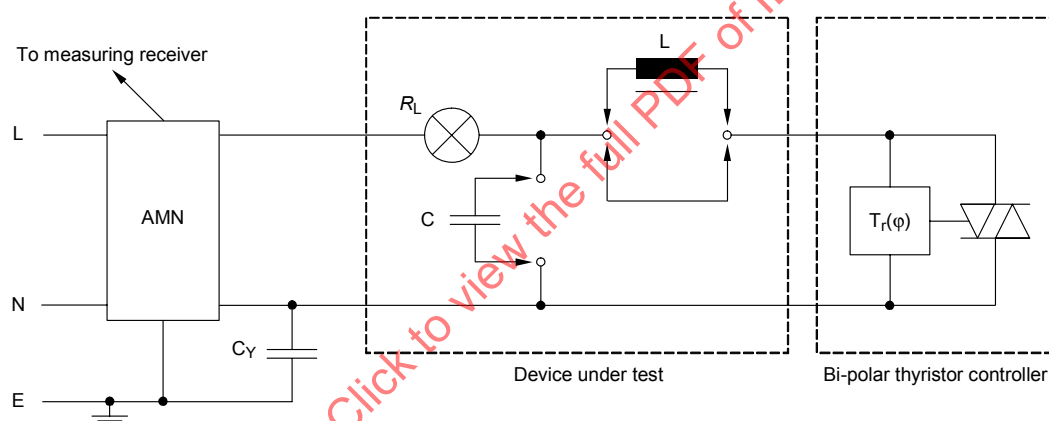
E.3.2 Measurement of a_{ws}

The effective interference voltage attenuation a_{ws} shall be measured as the ratio (in dB) between the interference voltage U_{st} with and without EMI suppression components L and C, using the test circuit of Figure E.2 and a quasi-peak measuring receiver according to CISPR 16-1-1:2003.

- At a gating angle of 0° (thyristor short circuit) and with L replaced by a short circuit and C by an open circuit, adjust R_L to achieve the rated current.
- At a measurement frequency of 160 kHz, adjust the gating angle until the highest disturbance voltage (U_{st1}) is achieved.
- Insert the inductor under test (L) and the capacitor (C). Record the value selected for C.
- Without changing the gating angle or measurement frequency, measure the disturbance voltage (U_{st2}), and calculate $a_{ws} (= 20 \cdot \log_{10}(U_{st1}/U_{st2})$ dB).

NOTE 1 The capacitor (C) will normally be in the range 0,1 μ F to 0,22 μ F.

NOTE 2 If, in place of the bi-polar thyristor (triac), a unipolar thyristor is used, different values are obtained. This special case should be indicated. In worst cases, the test results are dependent on the thyristor characteristic; in critical cases, the manufacturer should indicate the quenching time and the maximum permitted return current.



Key

- L thyristor electromagnetic interference suppression inductor
- C interference suppression capacitor
- AMN artificial V-mains network 50 Ω / 50 μ H + 5 Ω (if not otherwise specified) according to CISPR 16-1-2: 2003
- $T_r(\varphi)$ phase controlled modulator
- R_L rated load (resistive, for example, a light bulb)
- C_Y capacitor(s) $\geq 0,22 \mu$ F of capacitor class Y according to IEC 60384-14

Caution: High leakage current! Ensure that the circuit is properly earthed before power is applied.

Figure E.2 – Test circuit for interference voltage attenuation

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
1 Généralités	38
1.1 Domaine d'application	38
1.2 Objet	38
1.3 Références normatives	38
1.4 Informations à fournir dans une spécification particulière	39
1.4.1 Généralités	39
1.4.2 Plan d'encombrement et dimensions	39
1.4.3 Montage	40
1.4.4 Valeurs limites et caractéristiques	40
1.4.5 Marquage	40
1.5 Définitions	40
1.6 Marquage	40
2 Valeurs limites et caractéristiques préférentielles	41
2.1 Catégories climatiques	41
2.2 Valeurs limites	41
2.2.1 Inductance assignée et tolérances correspondantes	41
2.2.2 Tension assignée (U_R)	41
2.2.3 Tension de catégorie (U_C)	42
2.2.4 Température assignée	42
2.2.5 Courant assigné	42
2.2.6 Inflammabilité passive	42
3 Procédures d'assurance de la qualité	42
3.1 Stade primaire de fabrication	42
3.2 Inductances de structure similaire	42
3.3 Enregistrements d'essais certifiés de lots libérés	42
3.4 Homologation	42
3.4.1 Homologation sur la base de procédures à effectif d'échantillons fixe	42
3.5 Contrôle de la conformité de la qualité	46
3.5.1 Constitution des lots de contrôle	46
3.5.2 Programme d'essai	46
3.5.3 Livraison retardée	46
4 Modes opératoires d'essai et de mesure	46
4.1 Examen visuel et vérification des dimensions	46
4.1.1 Dimensions (passage au calibre)	47
4.1.2 Dimensions (détaillées)	47
4.2 Tension de tenue	47
4.3 Résistance d'isolement	48
4.4 Inductance	48
4.5 Résistance de ligne c.c.	48
4.6 Robustesse des connexions de sortie	48
4.7 Résistance à la chaleur de soudage	48
4.7.1 Conditions	48
4.7.2 Contrôle final, mesures et exigences	49
4.8 Soudabilité	49
4.9 Variations rapides de température	49
4.10 Vibrations	49

4.11	Secousses.....	50
4.12	Chocs.....	50
4.13	Étanchéité du conteneur.....	51
4.14	Séquence climatique.....	51
4.14.1	Mesures initiales.....	51
4.14.2	Chaleur sèche.....	51
4.14.3	Essai cyclique Db de chaleur humide, premier cycle.....	51
4.14.4	Froid.....	51
4.14.5	Basse pression atmosphérique.....	51
4.14.6	Essai cyclique Db de chaleur humide, cycles restants.....	52
4.14.7	Contrôle final, mesures et exigences.....	52
4.15	Chaleur humide, essai continu.....	52
4.15.1	Contrôle final, mesures et exigences.....	52
4.16	Echauffement (applicable uniquement aux inductances de masse > 5 g).....	52
4.16.1	Méthode d'essai.....	52
4.16.2	Exigences.....	53
4.17	Tension de choc (applicable aux inductances ayant plusieurs enroulements).....	53
4.17.1	Mesures initiales.....	53
4.17.2	Exigences.....	53
4.18	Endurance.....	53
4.18.1	Conditions d'essai – Essai de courant d'endurance.....	53
4.18.2	Conditions d'essai – Essai de tension d'endurance entre connexions de sortie (applicable aux inductances ayant plusieurs enroulements).....	54
4.19	Inflammabilité passive (le cas échéant).....	55
4.20	Résistance des composants aux solvants (le cas échéant).....	55
4.21	Résistance du marquage aux solvants (le cas échéant).....	55
Annexe A (normative) Programme d'essai d'homologation – Essais de sécurité uniquement.....		56
Annexe B (normative) Programme d'essai d'homologation – Essais de sécurité et de performance pour homologation, niveau d'évaluation D.....		59
Annexe C (normative) Exemple de circuit adapté à la tension d'essai d'endurance.....		64
Annexe D (normative) Déclaration de modèle (de caractère confidentiel pour le constructeur et l'organisme de certification).....		65
Annexe E (normative) Méthodes d'essai pour les inductances d'antiparasitage à thyristor.....		66
Figure C.1 – Circuit d'essai d'endurance.....		64
Figure E.1 – Circuit d'essai d'échauffement.....		66
Figure E.2 – Circuit d'essai d'affaiblissement de la tension de perturbation.....		67
Tableau 1 – Plan d'échantillonnage pour les essais de sécurité uniquement.....		44
Tableau 2 – Plan d'échantillonnage pour les essais de sécurité et les essais de performance, niveau d'évaluation D.....		45
Tableau 3 – Points de mesure.....		47
Tableau 4 – Accélération.....		49
Tableau 5 – Cycles de balayage.....		50
Tableau 6 – Degrés de sévérité préférentiels.....		51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INDUCTANCES FIXES D'ANTIPARASITAGE –

Partie 2: Spécification intermédiaire

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60938-2 a été établie par le comité d'études 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1988.

La présente version bilingue, publiée en 2008-08, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 40/1111/FDIS et 40/1137/RVD.

Le rapport de vote 40/1137/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la CEI 60938, sous le titre général: *Inductances fixes d'antiparasitage*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le numéro QC qui figure sur la page de couverture de la présente publication est le numéro de la spécification dans le système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques et matériels associés (IECQ).

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-2:1999

INDUCTANCES FIXES D'ANTIPARASITAGE –

Partie 2: Spécification intermédiaire

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique à des inductances fixes conçues pour s'opposer aux perturbations électromagnétiques et s'inscrivant dans le domaine d'application de la spécification générique CEI 60938-1. Elle se limite à des inductances fixes pour lesquelles des essais de sécurité sont souhaitables. Cela signifie que les inductances décrites conformément à la présente spécification seront, soit reliées à l'alimentation secteur, auquel cas les essais obligatoires du Tableau 1 sont exigés, soit utilisées en d'autres positions du circuit pour lesquelles la spécification applicable à l'équipement indique que certains ou l'ensemble de ces essais de sécurité sont exigés.

La présente norme s'applique à des inductances fixes qui seront connectées au secteur d'alimentation en courant alternatif ou à une autre source d'alimentation d'une tension nominale d'au maximum 1 000 V c.a. (efficace) ou c.c. entre conducteurs et d'une fréquence nominale d'au maximum 400 Hz.

1.2 Objet

La présente norme a pour objet de prescrire des exigences normalisées d'essais de sécurité ainsi que des valeurs limites et des caractéristiques normalisées, permettant de choisir à partir de la CEI 60938-1 les méthodes d'essai appropriées et de fournir des exigences générales de performance applicables aux inductances d'antiparasitage. Les degrés de sévérité des essais et les exigences de performance prescrits dans des spécifications particulières faisant référence à la présente spécification intermédiaire doivent être d'un niveau au moins égal aux présentes. En outre, les exigences minimales des essais de sécurité spécifiés dans le présent document sont toujours applicables.

1.3 Références normatives

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

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60068-1, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

CEI 60063:1963, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs*
Amendement 1 (1967)
Amendement 2 (1977)

CEI 60085:1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*¹⁾

¹⁾ Il existe une nouvelle édition de cette publication.

CEI 60279:1969, *Mesure de la résistance des enroulements d'une machine à courant alternatif en fonctionnement sous tension alternative*²⁾

CEI 60294, *Mesure des dimensions d'un composant cylindrique à deux sorties axiales*

CEI 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

CEI 60938-1:1999, *Inductances fixes d'antiparasitage – Partie 1: Spécification générique*

CEI 60938-2-1:1999, *Inductances fixes d'antiparasitage – Partie 2-1: Spécification particulière cadre – Inductances nécessitant des tests de sécurité – Niveau d'évaluation D*

CEI 60938-2-2:1999, *Inductances fixes d'antiparasitage – Partie 2-2: Spécification particulière cadre – Inductances nécessitant des tests de sécurité (uniquement)*

CISPR 16-1-1:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*³⁾

CISPR 16-1-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites*

ISO 3:1973, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

1.4 Informations à fournir dans une spécification particulière

1.4.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent dériver de la spécification particulière cadre pertinente.

Elles ne doivent pas prescrire d'exigences inférieures à celles de la spécification générique ou intermédiaire. Lorsque des exigences plus sévères sont prescrites, elles doivent être énumérées en 1.8 dans la spécification particulière et indiquées dans les programmes d'essai, par exemple par un astérisque.

NOTE Il est admis que pour des raisons de commodité, les informations données en 1.4.2 soient présentées sous forme de tableau.

Les informations données de 1.4.2 à 1.4.5 doivent être indiquées dans chaque spécification particulière et les valeurs mentionnées doivent être de préférence choisies parmi celles qui figurent dans l'article ou le paragraphe approprié de la présente spécification intermédiaire.

1.4.2 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 cotes doivent être indiquées en millimètres.

²⁾ Retirée

³⁾ Il existe une nouvelle édition de cette publication.

En général, 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 de points (valeurs d'inductance/domaines de tension) sont couverts par les spécifications particulières, 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.

1.4.3 Montage

La spécification particulière doit prescrire la méthode de montage à recommander en utilisation normale et la méthode obligatoire pour l'application des essais de vibrations, de secousses et de chocs. L'inductance peut être conçue de manière telle que des dispositifs de montage particuliers sont nécessaires pour l'utiliser. 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 secousses, de chocs et de vibrations. Le dissipateur thermique spécifié doit être utilisé lors de l'application de l'essai d'endurance.

1.4.4 Valeurs limites et caractéristiques

Les valeurs limites et les caractéristiques doivent être conformes aux articles pertinents de la présente spécification.

1.4.4.1 Il est admis d'énumérer des caractéristiques supplémentaires lorsque celles-ci sont considérées nécessaires pour décrire de manière adéquate la conception et l'utilisation de l'inductance.

1.4.5 Marquage

Les écarts par rapport aux exigences de 1.6 de la présente spécification intermédiaire doivent être expressément indiqués dans la spécification particulière.

1.5 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions de la CEI 60938-1 s'appliquent.

1.6 Marquage

1.6.1 Les informations fournies par le marquage sont en général choisies à partir de la liste suivante; l'importance relative de chaque élément d'information est indiquée par sa position dans la liste:

- a) le nom du constructeur (ou la marque);
- b) la désignation du type du fabricant;
- c) la marque d'homologation reconnue;
- d) l'inductance assignée et les tolérances correspondantes;
- e) la tension assignée;
- f) le courant assigné;
- g) l'identification des connexions de sortie ou le schéma de circuit;
- h) la température assignée;
- i) la catégorie climatique;

- j) l'année et le mois (ou la semaine) de fabrication (cette information peut être fournie sous forme de code);
- k) la référence à la spécification particulière;

1.6.2 Il est admis d'omettre le marquage de l'inductance si le constructeur considère qu'il n'y a pas suffisamment d'espace; ce fait est alors enregistré dans la spécification particulière. Lorsqu'il est présent, le marquage doit être suffisant pour fournir une identification claire et précise de l'inductance. Il convient d'éviter toute duplication d'informations dans le marquage de l'inductance.

1.6.3 L'emballage contenant la ou les inductances doit être clairement marqué de l'ensemble des informations énumérées en 1.6.1, à l'exception du point g).

1.6.4 Tout marquage supplémentaire doit être appliqué de façon à ce qu'aucune confusion ne soit possible.

2 Valeurs limites et caractéristiques préférentielles

2.1 Catégories climatiques

Les inductances d'antiparasitage objet de la présente spécification sont classées par catégorie climatique conformément aux règles générales données dans la CEI 60068-1. Les températures inférieures et supérieures de catégorie ainsi que la durée de l'essai continu de chaleur humide doivent être choisies parmi les suivantes:

Température inférieure de catégorie: -65°C , -55°C , -40°C , -25°C et -10°C .

Température supérieure de catégorie: $+85^{\circ}\text{C}$, $+100^{\circ}\text{C}$, $+125^{\circ}\text{C}$ et $+155^{\circ}\text{C}$.

Durée de l'essai continu de chaleur humide: 21 et 56 jours.

Les degrés de sévérité pour les essais de froid et de chaleur sèche sont respectivement les températures inférieures et supérieures de catégorie.

2.2 Valeurs limites

2.2.1 Inductance assignée et tolérances correspondantes

Les valeurs préférentielles de l'inductance assignée sont choisies à partir de la série E 6 de valeurs normales données dans la CEI 60063.

Les tolérances préférentielles de l'inductance assignée sont les suivantes:

$\pm 30\%$; -30% / $+50\%$.

2.2.2 Tension assignée (U_R)

Les valeurs normales pour les tensions assignées sont les suivantes:

Inductances c.a.: 50 V, 125 V, 250 V, 400 V, 440 V, 480 V et 760 V.

Inductances c.c.: 50 V, 160 V, 250 V et 500 V.

NOTE Les inductances d'antiparasitage sont en général choisies pour que leur tension assignée soit supérieure ou égale à la tension nominale du circuit d'alimentation auquel elles sont connectées. Il convient cependant de garder à l'esprit que la tension du circuit peut aller jusqu'à 10 % au-dessus de la tension nominale.

2.2.3 Tension de catégorie (U_C)

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la tension de catégorie est égale à la tension assignée.

2.2.4 Température assignée

La température assignée ne doit pas être inférieure à +40 °C.

2.2.5 Courant assigné

Les valeurs normales du courant assigné sont choisies à partir de la série R10 de l'ISO 3.

2.2.6 Inflammabilité passive

Lorsque cela est spécifié, la catégorie minimale d'inflammabilité passive admise est la catégorie C.

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Stade primaire de fabrication

Voir 3.2 de la CEI 60938-1.

3.2 Inductances de structure similaire

Les inductances sont de structure similaire lorsque, pour leur plage de valeurs d'inductance, elles ont les caractéristiques communes suivantes:

- a) elles sont essentiellement conçues avec les mêmes matériaux;
- b) elles ont des caractéristiques de conception ainsi que des techniques de fabrication similaires;
- c) elles ont la même tension assignée.

3.3 Enregistrements d'essais certifiés de lots libérés

Lorsque des enregistrements d'essais certifiés sont demandés par un acheteur, ils doivent être prescrits dans la spécification particulière.

3.4 Homologation

Les modes opératoires des essais d'homologation pour des inductances de structure similaire sont donnés au Paragraphe 3.4 de la CEI 60938-1.

3.4.1 Homologation sur la base de procédures à effectif d'échantillons fixe

3.4.1.1 Echantillonnage

La présente norme couvre uniquement des modes opératoires d'essai d'homologation. Elle donne deux possibilités de modes opératoires d'essai, à savoir le mode opératoire d'essai complet qui couvre à la fois les essais de sécurité et les exigences de performance et un mode opératoire d'essai restreint qui ne couvre que les essais de sécurité.

Le Tableau 1 et l'Annexe A constituent le programme d'essai d'homologation comportant les essais de sécurité uniquement. Avant les essais d'homologation des essais de sécurité uniquement, il est nécessaire de soumettre à l'organisme de certification une déclaration de modèle (Annexe D) récapitulant les données essentielles et les détails fondamentaux de la conception des inductances dont l'homologation est demandée.

Le Tableau 2 et l'Annexe B constituent le programme complet des essais d'homologation comportant les essais de sécurité et de performance.

Chaque tension assignée doit être qualifiée séparément. Le nombre total d'inductances de chaque tension assignée à soumettre aux essais dans chaque groupe est indiqué dans le Tableau 1 ou le Tableau 2. Pour chaque tension assignée, l'échantillon doit comporter des nombres égaux d'éprouvettes auxquelles sont associées les valeurs d'inductance maximale et minimale, ainsi que les valeurs de courant assigné maximale et minimale, dans la gamme soumise à homologation. Lorsque l'homologation concerne une seule valeur d'inductance ou de courant assigné, le nombre total d'inductances indiqué dans le Tableau 1 ou le Tableau 2 doit être soumis aux essais.

Il est admis d'utiliser des éprouvettes de réserve dans les conditions suivantes:

- a) une éprouvette de réserve par combinaison d'inductance/courant assigné qui peut être utilisée en remplacement des articles non conformes autorisés pour le groupe 0;
- b) une éprouvette de réserve par combinaison d'inductance/courant assigné qui peut être utilisée en remplacement d'éprouvettes endommagées du fait d'accidents non imputables au constructeur ou à la séquence d'essai;
- c) les autres éprouvettes de réserve peuvent se révéler nécessaires s'il faut recommencer l'un des essais conformément aux dispositions de la Note 1 du Tableau 1 ou du Tableau 2;
- d) il est admis de conserver les éprouvettes de réserve dans les locaux du constructeur au lieu de les envoyer à la station d'essai.

Le nombre d'échantillons indiqué pour le groupe 0 suppose que tous les groupes sont applicables. Si tel n'est pas le cas, les nombres d'échantillons indiqués peuvent être réduits en conséquence.

Lorsque des groupes supplémentaires sont introduits dans le programme d'essai d'homologation, le nombre d'éprouvettes exigé pour le groupe 0 doit être augmenté de la même quantité que celle exigée pour les groupes supplémentaires.

3.4.1.2 Essais

La série d'essais complète spécifiée dans le Tableau 1 ou le Tableau 2 est exigée pour l'homologation d'une série d'inductances de structure similaire d'une seule tension assignée. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans leur ordre indiqué.

L'ensemble de l'échantillon doit être soumis aux essais du groupe 0 et ensuite divisé pour les autres groupes.

Les articles qui se révèlent non conformes au cours des essais du groupe 0 ne doivent pas être utilisés pour les autres groupes.

On considère un "article non conforme" lorsqu'une inductance n'a pas satisfait à tout ou partie des essais d'un groupe.

L'homologation est octroyée lorsque le nombre de non-conformités ne dépasse pas le nombre spécifié d'articles non conformes admissibles pour chaque groupe ou sous-groupe et le nombre total de non-conformités admissibles indiqué dans le Tableau 1 ou le Tableau 2.

NOTE Le Tableau 1 et l'Annexe A ou le Tableau 2 et l'Annexe B constituent ensemble le programme d'essai à effectif d'échantillons fixe pour lequel le Tableau 1 ou le Tableau 2 fournit les informations détaillées d'échantillonnage et d'articles non conformes admissibles pour les différents essais ou groupes d'essais, tandis que les Annexes A ou B associées aux informations détaillées d'essais de l'Article 4 fournissent un résumé complet des conditions d'essai et des exigences de performance et indiquent les choix correspondants, par exemple pour la méthode d'essai ou les conditions d'essai, de la spécification particulière. Les conditions d'essai et les exigences de performance pour le programme d'essai à effectif d'échantillons fixe doivent être identiques à celles prescrites dans la spécification particulière.

Tableau 1 – Plan d'échantillonnage pour les essais de sécurité uniquement

Groupe	Essai	Paragraphe de la présente publication	Nombre d'éprouvettes soumises aux essais par valeur de tension assignée et pour chaque groupe de masse (2) n	Nombre d'articles non conformes admissibles par tension assignée	
				Par groupe c	Total c
0	Examens visuels Résistance de ligne Inductance Tension de tenue Résistance d'isolement Pièces de réserve	4.1 4.5 4.4 4.2 4.3	40/22/10/5 4/2/2/1	1	
1A	Dimensions (détaillées) Lignes de fuite et distances d'isolement Robustesse des connexions de sortie Résistance à la chaleur de soudage (1) Résistance des composants aux solvants (le cas échéant) (5)	4.1.2 4.1.2 4.6 4.7 4.20	10/6/2/1	0	0
2	Chaleur humide, essai continu	4.15	18/10/4/2	0	
3A 3B	Echauffement (3) ou Courant d'endurance (4) Tension de choc (7)(8) Tension d'endurance entre connexions de ligne (7)	4.16 ou 4.18 4.17 4.18	12/6/4/2	0	
4	Inflammabilité passive (5)	4.19	Voir 4.19	0	

NOTES des Tableaux 1 et 2:

NOTE 1 Le cas échéant.

NOTE 2 Le nombre d'éprouvettes indiqué correspond aux limites de masse suivantes:

≤ 5 g

> 5 g et ≤ 250 g

> 250 g et ≤ 1 500 g

> 1 500 g respectivement.

Lorsque la gamme homologuée comporte des inductances de plusieurs des classes de masses énumérées ci-dessus, le nombre d'éprouvettes choisi doit correspondre à la classe des valeurs majoritaires de la gamme.

Les nombres dans le groupe 0 ne tiennent pas compte des nombres d'éprouvettes exigés pour le groupe 4.

NOTE 3 Uniquement pour des inductances d'une masse > 5 g.

NOTE 4 Uniquement pour des inductances d'une masse ≤ 5 g.

NOTE 5 Si cela est exigé dans la spécification particulière.

NOTE 6 Selon ce qui est exigé dans la spécification particulière.

NOTE 7 Applicable aux inductances à plusieurs enroulements de polarité différente.

NOTE 8 Applicable aux inductances à boîtier métallique mis à la terre, non reliées à l'une des connexions de ligne.

NOTE 9 Si un article non conforme est obtenu, tous les essais du groupe doivent être recommencés sur un nouvel échantillon; par la suite, aucun autre article non conforme n'est admis. L'article non conforme obtenu dans le premier échantillon doit être comptabilisé pour le nombre total d'articles non conformes admissibles indiqué dans la sixième colonne. Il est admis de recommencer les essais pour un groupe uniquement.

Tableau 2 – Plan d'échantillonnage pour les essais de sécurité et les essais de performance, niveau d'évaluation D

Groupe	Essai	Paragraphe de la présente publication	Nombre d'éprouvettes soumises à l'essai par homologation (2) n	Nombre d'articles non conformes admissibles par homologation (2)	
				Par groupe c	Total c
0	Dimensions (passage au calibre) Examens visuels Résistance de ligne c.c. Inductance Tension de tenue Résistance d'isolement Pièces de réserve	4.1 4.1 4.5 4.4 4.2 4.3	76/48/28/16 24/15/10/5	2/1/1/1	
1A	Dimensions (détaillées) Lignes de fuite et distances d'isolement Robustesse des connexions de sortie Résistance à la chaleur de soudage (1) Résistance des composants aux solvants (5)	4.1.2 4.1.2 4.6 4.7 4.20	10/6/2/1	0 (9)	1/1/1/0
1B	Soudabilité (1) Résistance du marquage aux solvants (5) Variations rapides de température Vibrations Secousses ou chocs (6)	4.8 4.21 4.9 4.10 4.11 ou	18/12/6/3	0 (9)	
1	Etanchéité du conteneur (5) Séquence climatique	4.12 4.13 4.14	28/18/8/4	0 (9)	
2	Chaleur humide, essai continu	4.15	16/10/8/4	0 (9)	
3A	Echauffement (3) ou Courant d'endurance (4)	4.16 ou 4.18	12/8/4/4	0 (9)	
3B	Tension de choc (7)(8) Tension d'endurance entre connexions de ligne (7)	4.17 4.18	20/12/8/4	0	
4	Inflammabilité passive (5)	4.19	Voir 4.19	0	
Voir les notes des Tableaux 1 et 2 en bas du Tableau 1.					

3.5 Contrôle de la conformité de la qualité

3.5.1 Constitution des lots de contrôle

a) Contrôle des groupes A et B

Ces essais doivent être effectués par lot, en utilisant des plans d'échantillonnage appropriés pour le niveau d'évaluation donné, tel que précisé dans la spécification particulière cadre pertinente.

Les lots fabriqués d'inductances identifiées séparément peuvent être cumulés en des lots de contrôle constitués pour les essais qui sont applicables aux similarités structurelles entre lesdits lots fabriqués.

b) Contrôle du groupe C

- homologation des essais de sécurité uniquement

Des essais de renouvellement de l'homologation, conformément à l'Annexe A, peuvent être exigés par l'organisme de certification lorsqu'il est prévu une modification de la conception comme indiqué à l'Annexe D.

L'organisme de certification sera informé de la ou des modifications prévues et décidera s'il est nécessaire d'effectuer de nouveaux essais d'homologation.

- Homologation complète d'essais de sécurité et de performance

Des essais périodiques conformément à l'Annexe B doivent être réalisés selon des fréquences et en utilisant le nombre d'éprouvettes correspondant au niveau d'évaluation donné, tel que précisé dans la spécification particulière cadre pertinente. Afin de réduire le nombre d'éprouvettes nécessaire à la réalisation de tout essai périodique complet, le constructeur peut choisir de réaliser séquentiellement, sur les mêmes éprouvettes, les essais de plusieurs sous-groupes.

Les éprouvettes doivent être représentatives des inductances fabriquées au cours de chaque période. Pour les périodes suivantes, d'autres inductances de la gamme homologuée en production doivent être soumises aux essais afin de couvrir l'ensemble de la gamme d'homologation.

3.5.2 Programme d'essai

- Homologation des essais de sécurité uniquement

Le programme des essais par lot et périodiques ou les critères de renouvellement de l'homologation sont donnés dans le Tableau 4 de la spécification particulière cadre pertinente, la CEI 60938-2-2.

- Homologation complète d'essais de sécurité et de performance

Le programme des essais par lot et périodiques pour le contrôle de la conformité de la qualité est fourni dans le Tableau 4 de la spécification particulière cadre pertinente, la CEI 60938-2-1.

3.5.3 Livraison retardée

Lorsque, conformément aux procédures décrites au Paragraphe 3.5.2 de la CEI 60938-1, un nouveau contrôle doit être effectué, la résistance d'isolement doit être vérifiée comme prescrit pour le contrôle de groupe A et la soudabilité doit être vérifiée conformément aux exigences de contrôle du groupe B.

4 Modes opératoires d'essai et de mesure

4.1 Examen visuel et vérification des dimensions

L'examen visuel et le contrôle dimensionnel doivent être effectués conformément au Paragraphe 4.4 de la CEI 60938-1.

4.1.1 Dimensions (passage au calibre)

Les dimensions indiquées dans la spécification particulière comme étant convenables pour le passage au calibre doivent être vérifiées et doivent être conformes aux valeurs prescrites dans la spécification particulière.

Le cas échéant, les vérifications doivent être effectuées conformément à la CEI 60294.

4.1.2 Dimensions (détaillées)

Les lignes de fuite et les distances d'isolement doivent être conformes aux valeurs prescrites dans le Tableau 2 de la CEI 60938-1. Toutes les autres cotes doivent être conformes aux valeurs prescrites dans la spécification particulière.

4.2 Tension de tenue

Se reporter au Paragraphe 4.6 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les éléments de détail suivants:

- a) la tension d'essai à appliquer aux inductances secteur est donnée dans le Tableau 3:

Tableau 3 – Points de mesure

Inductances pour	Essai A entre connexions de sorties*	Essai B – Isolation interne) Essai C – Isolation externe Essai D** – Entre enroulements et noyau
Courant alternatif	$4,3 U_R$ (c.c.)	$2 U_R + 1\,500$ V (c.a.) avec un minimum de $2\,000$ V (c.a.)
Courant continu	$3 U_R$ (c.c.)	$2 U_R + 1\,500$ V (c.c.)
* S'applique uniquement aux inductances ayant plusieurs enroulements.		
** Essai non requis pour des inductances installables autonomes isolées ou non isolées.		

- b) la méthode d'application de la tension pour l'essai C doit être indiquée dans la spécification particulière. Pour les essais de qualification, la méthode de la feuille métallique décrite au Paragraphe 4.6.2.3 de la CEI 60938-1 doit être utilisée;
- c) pour les essais d'homologation et les essais périodiques, la pleine tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min. Pour les essais de conformité de la qualité, la spécification particulière peut prescrire une durée plus courte;
- d) pour les essais c.c., le courant de charge et de décharge ne doit pas dépasser 0,05 A;
- e) pour les essais c.c., la constante de temps $R_1 \times C_S$ ne doit pas dépasser 1 s;
- f) pour les essais c.a. d'homologation de la tension, la tension doit être fournie à partir d'un transformateur.

La tension doit augmenter graduellement d'une valeur proche de zéro jusqu'à la tension d'essai, à un taux d'au maximum 150 V/s. La durée d'essai doit être calculée à partir du moment où la tension d'essai est atteinte. Pour les essais de conformité de la qualité, la spécification particulière peut exiger que la pleine tension d'essai soit directement appliquée.

NOTE L'attention est attirée sur le fait que la répétition de l'essai de tension de tenue risque d'endommager l'inductance.

4.3 Résistance d'isolement

Se reporter au Paragraphe 4.5 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

- a) la tension de mesure doit être telle que prescrite dans le Paragraphe 4.5.2 de la CEI 60938-1;
- b) la méthode d'application de la tension pour l'essai C peut être l'une des méthodes spécifiées aux Paragraphes 4.5.2.1, 4.5.2.2 et 4.5.2.3 de la CEI 60938-1. Pour les essais de qualification, la méthode de la feuille métallique décrite en 4.5.2.1 doit être utilisée;
- c) la valeur minimale de la résistance d'isolement pour les essais A, B et C doit être de 6 000 MΩ.

4.4 Inductance

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, les conditions de mesure suivantes s'appliquent:

- a) la fréquence de mesure doit être choisie parmi les suivantes:

1 MHz ± 20 %	pour	$L \leq 10 \mu\text{H}$
100 kHz ± 20 %	pour	$10 \mu\text{H} < L \leq 1 \text{ mH}$
10 kHz ± 20 %	pour	$1 \text{ mH} < L \leq 50 \text{ mH}$
50 Hz à 120 Hz	pour	$L > 50 \text{ mH}$

- b) le courant de mesure doit être de 0,1 mA ± 10 %. Pour certaines valeurs d'inductance, il peut être souhaitable d'utiliser d'autres valeurs de courant ou de fréquence. Les valeurs de courant ou de fréquence doivent être indiquées dans la spécification particulière.

4.5 Résistance de ligne c.c.

Lorsqu'on utilise une méthode de mesure en courant continu, avec une tension appliquée inférieure à 10 V, la résistance entre toute borne d'entrée et la borne de sortie correspondante doit être mesurée, la valeur obtenue ne devant pas dépasser la limite prescrite dans la spécification particulière. La spécification particulière peut indiquer des points précis de connexion entre les bornes et l'instrument de mesure.

4.6 Robustesse des connexions de sortie

Voir le Paragraphe 4.9 de la CEI 60938-1.

4.7 Résistance à la chaleur de soudage

Se reporter au Paragraphe 4.10 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

Non applicable aux inductances ayant des conducteurs de longueur d'isolation supérieure à 10 mm ou des connexions de sortie à enclenchement.

4.7.1 Conditions

Pas de préséchage.

4.7.2 Contrôle final, mesures et exigences

Les inductances doivent faire l'objet d'un examen visuel, être mesurées et satisfaire aux exigences de l'Annexe A ou de l'Annexe B.

4.8 Soudabilité

Se reporter au Paragraphe 4.11 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.8.1 Lorsque la méthode de la gouttelette de soudure est utilisée, la durée de soudure doit être inférieure à 3 s.

4.8.2 Les exigences correspondantes sont données à l'Annexe B.

4.9 Variations rapides de température

Se reporter au Paragraphe 4.12 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.9.1 Nombre de cycles: 5.

Durée d'exposition aux températures limites:

- 1 h pour un groupe de masse < 250 g;
- 3 h pour un groupe de masse ≥ 250 g.

4.10 Vibrations

Se reporter au Paragraphe 4.13 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.10.1 Un des degrés de sévérité suivants de l'essai F.C., comme prescrit dans la spécification particulière:

Déplacement ou accélération selon que l'un ou l'autre donne la valeur d'accélération la plus faible, comme prescrit dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Accélération

Groupe de masse	Amplitude ou accélération (selon celle qui donne la valeur d'accélération la plus faible)
> 5 g	0,35 mm ou 49 m/s ² (5 g)
≤ 5 g	0,75 mm ou 98 m/s ² (10 g)

Sur l'une des gammes de fréquences suivantes: 10 Hz à 55 Hz, 10 Hz à 500 Hz, 10 Hz à 2 000 Hz.

Le nombre total de cycles de balayage à appliquer en fonction des gammes de fréquences est indiqué dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Cycles de balayage

Fréquence Hz	Nombre total de cycles de balayage
10 à 55	3 × 24
10 à 500	3 × 10
10 à 2 000	3 × 8

La spécification particulière doit indiquer la gamme de fréquences et doit également prescrire la méthode de montage à utiliser.

4.10.2 Contrôle final et exigences

Les inductances doivent faire l'objet d'un examen visuel et doivent satisfaire aux exigences de l'Annexe B.

4.11 Secousses

Se reporter au Paragraphe 4.14 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.11.1 La spécification particulière doit indiquer s'il faut appliquer l'essai de secousse ou de choc.

La spécification particulière doit prescrire l'un des degrés de sévérité suivants:

Nombre total de secousses: 1 000 ou 4 000
 Accélération: 390 m/s² (40 g) ou 98 m/s² (10 g)
 Durée d'impulsion: 6 ms 16 ms

La spécification particulière doit également prescrire la méthode de montage à utiliser.

4.11.2 Contrôle final et exigences

Les inductances doivent faire l'objet d'un examen visuel et satisfaire aux exigences de l'Annexe B.

4.12 Chocs

Se reporter au Paragraphe 4.15 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.12.1 La spécification particulière doit indiquer s'il faut appliquer l'essai de secousse ou de choc.

4.12.2 La spécification particulière doit indiquer lequel des degrés de sévérité préférentiels du Tableau 6 s'applique. Forme d'impulsion: semi-sinusoïdale.

Tableau 6 – Degrés de sévérité préférentiels

Accélération de crête m/s ² (g)	Durée d'impulsion correspondante ms
294 (30)	18
490 (50)	11
981 (100)	6

La spécification particulière doit également prescrire la méthode de montage à utiliser.

4.12.3 Contrôle final, mesures et exigences

Les inductances doivent faire l'objet d'un examen visuel, être mesurées et satisfaire aux exigences de l'Annexe B.

4.13 Etanchéité du conteneur

Voir le Paragraphe 4.16 de la CEI 60938-1.

4.14 Séquence climatique

Se reporter au Paragraphe 4.17 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.14.1 Mesures initiales

Non exigées.

4.14.2 Chaleur sèche

Aucune mesure n'est exigée à la température supérieure de catégorie.

4.14.3 Essai cyclique Db de chaleur humide, premier cycle

Voir le Paragraphe 4.17.3 de la CEI 60938-1.

4.14.4 Froid

Aucune mesure n'est exigée à la température inférieure de catégorie.

4.14.5 Basse pression atmosphérique

Se reporter au Paragraphe 4.17.5 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

Si cela est exigé dans la spécification particulière, l'essai doit être réalisé à une température ambiante de 15 °C à 35 °C et à une pression de 8,0 kPa, sauf si la spécification particulière indique d'autres conditions d'essai. L'essai doit durer 1 h.

Pendant et après l'essai, il ne doit y avoir aucune trace de contournement ou de claquage permanent ou de déformation préjudiciable du boîtier.

4.14.6 Essai cyclique Db de chaleur humide, cycles restants

Voir le Paragraphe 4.17.6 de la CEI 60938-1.

4.14.7 Contrôle final, mesures et exigences

Après récupération, les inductances doivent faire l'objet d'un examen visuel, être mesurées et satisfaire aux exigences de l'Annexe B.

4.15 Chaleur humide, essai continu

Se reporter au Paragraphe 4.18 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.15.1 Contrôle final, mesures et exigences

Après récupération, les inductances doivent faire l'objet d'un examen visuel, être mesurées et satisfaire aux exigences de l'Annexe A ou de l'Annexe B.

4.16 Echauffement (applicable uniquement aux inductances de masse > 5 g)

Cet essai a pour objectif de démontrer que, lorsque l'échauffement concerné s'ajoute à la température assignée, la température maximale de fonctionnement de l'isolation interne (conformément aux exigences de la CEI 60085), ou du ou des éléments inductifs, n'est pas dépassée.

Se reporter au Paragraphe 4.19 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.16.1 Méthode d'essai

L'inductance doit être placée dans une enceinte maintenue à une température ambiante aussi proche que possible de la température assignée. Un courant alternatif ou continu assigné égal à la valeur efficace du courant alternatif assigné doit être appliqué.

Une fois l'équilibre thermique atteint, la température interne de l'inductance doit être déterminée en évaluant la variation de la résistance série de l'inductance.

La température interne T_2 , à l'équilibre thermique, doit être calculée à partir de la résistance R_2 mesurée entre les bornes d'entrée et de sortie à la température T_2 et sa résistance R_1 , mesurée à la température de l'enceinte d'essai au début de l'essai, T_1 , en utilisant la formule suivante:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (235 + T_1) - (T_3 - T_1) - 235 \text{ (pour le cuivre)}$$

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (225 + T_1) - (T_3 - T_1) - 225 \text{ (pour l'aluminium)}$$

où T_3 est la température de l'enceinte d'essai à la fin de l'essai et T_1 , T_2 et T_3 sont exprimées en degrés Celsius.

Lorsque d'autres métaux sont utilisés pour les enroulements de l'inductance, la formule appropriée doit être indiquée dans la spécification particulière.

La résistance R_2 est mesurée soit après mise hors tension, soit sans interruption de l'alimentation en utilisant la méthode de superposition qui consiste à injecter dans l'enroulement un courant continu de faible valeur superposé au courant de charge. (L'utilisation du courant continu superposé pour mesurer les résistances de machines à courant alternatif est décrite dans la CEI 60279.)

NOTE T_2 étant considérée comme la température interne lorsque l'inductance fonctionne à une température ambiante assignée T_1 , le facteur $(T_3 - T_1)$ est utilisé pour corriger une éventuelle variation de température ambiante qui peut apparaître au cours de l'essai.

4.16.2 Exigences

La température interne T_2 ne doit pas dépasser la température indiquée dans la spécification particulière. Il est admis que la spécification particulière ne prescrive pas une température supérieure à celle indiquée dans la CEI 60085 pour la classe d'isolation la plus basse contenue dans l'inductance.

4.17 Tension de choc (applicable aux inductances ayant plusieurs enroulements)

Cet essai doit être effectué en séquence avec l'essai d'endurance décrit en 4.18.2 conformément à l'Article 18 de la CEI 60060-1.

Conditions d'essai

Les inductances doivent être soumises à un essai de tension de choc avec une onde pleine de 1,2/50 μ s conformément à la CEI 60060-1. Trois impulsions de même polarité doivent être appliquées à chaque inductance. La durée entre les impulsions ne doit pas être inférieure à 10 s. Les impulsions doivent être appliquées entre les mêmes bornes que celles utilisées pour la tension de l'essai d'endurance suivant, prescrite en 4.18. La tension de crête doit être de 4 kV entre les connexions de sortie de polarité différente et de 5 kV entre les connexions de sortie et le boîtier.

4.17.1 Mesures initiales

Les mesures initiales ont été effectuées pour le groupe 0 des Annexes A et B.

4.17.2 Exigences

Il ne doit pas y avoir de claquage ou de contournement permanent.

4.18 Endurance

Cet essai doit être effectué dans la semaine qui suit l'achèvement de l'essai de tension de choc.

Se reporter au Paragraphe 4.20 de la CEI 60938-1 auquel s'ajoutent les points de détail suivants:

4.18.1 Conditions d'essai – Essai de courant d'endurance

Cet essai ne s'applique pas aux inductances d'une masse supérieure à 5 g. Voir les Notes 4, 5 et 6 du Tableau 2.

Les inductances doivent être montées dans l'enceinte d'essai en utilisant les dispositifs de dissipation thermique indiqués dans la spécification particulière comme il convient pour une utilisation normale, le courant et la température de l'inductance étant spécifiés dans l'essai.

Une fois l'enceinte stabilisée à la température assignée, le courant d'essai égal à 1,1 fois le courant assigné doit être appliqué aux inductances. La fréquence du courant d'essai doit être de 50 Hz, sauf si la spécification particulière indique que la fréquence assignée doit être utilisée.

NOTE Un fusible ou tout autre dispositif approprié peut être connecté au circuit de chaque inductance pour indiquer les éventuelles défaillances.

Après 1 000 h, on doit permettre aux inductances de récupérer pendant 1 h à 26 h. Celles-ci doivent ensuite satisfaire aux exigences de 4.18.3.

4.18.2 Conditions d'essai – Essai de tension d'endurance entre connexions de sortie (applicable aux inductances ayant plusieurs enroulements)

Les inductances doivent être soumises à un essai d'endurance de 1 000 h à la température supérieure de catégorie. La tension appliquée doit être de $1,25 U_R$ à la fréquence assignée et à cela s'ajoute le fait que toutes les heures la tension doit être portée à 1 000 V eff. 50 Hz (ou à la fréquence assignée si celle-ci est indiquée dans la spécification particulière) pendant 0,1 s. Chacune de ces tensions doit être appliquée à chaque inductance individuellement entre les bornes destinées à être branchées à l'alimentation principale par l'intermédiaire d'une résistance de $47 \Omega \pm 5 \%$. Pour les fréquences de tensions d'essai supérieures à 100 Hz, une résistance de valeur inférieure à 47Ω peut être prescrite dans la spécification particulière. Un circuit approprié est illustré à l'Annexe C.

Il convient que le circuit d'essai soit conçu de manière à éviter les transitoires de tension et les pointes de courant en cours de commutation. Cela peut être réalisé en déchargeant la capacité de l'inductance avant commutation sur la nouvelle tension, à condition que la durée totale nécessaire au passage à 1 000 V et retour ne dépasse pas 30 s.

NOTE Un fusible ou tout autre dispositif approprié peut être connecté au circuit de chaque inductance pour indiquer les éventuelles défaillances.

Après 1 000 h, on doit permettre aux inductances de récupérer pendant 1 h à 26 h. Celles-ci doivent ensuite satisfaire aux exigences de 4.18.3.

4.18.3 Contrôle final, mesures et exigences

Les inductances doivent faire l'objet d'un examen visuel conformément à 4.1. Il ne doit y avoir aucun dommage visible et tout marquage doit être lisible.

L'essai de tension de tenue conformément à 4.2 doit être effectué à 66 % de la tension, comme spécifié dans le Tableau 5. Il ne doit pas y avoir de claquage ou de contournement permanent.

La résistance d'isolement doit être mesurée conformément à 4.3.

La valeur obtenue doit être supérieure à 3 000 M Ω .

La résistance de ligne en courant continu doit être mesurée conformément à 4.5.

La valeur doit s'inscrire dans les limites initiales prescrites dans la spécification particulière.

4.19 Inflammabilité passive (le cas échéant)

Voir le Paragraphe 4.21 de la CEI 60938-1.

Les exigences sont celles prescrites dans la CEI 60938-1 pour la catégorie d'inflammabilité indiquée dans la spécification particulière.

4.20 Résistance des composants aux solvants (le cas échéant)

Voir le Paragraphe 4.24 de la CEI 60938-1.

Les mesures initiales et finales doivent être prescrites dans la spécification particulière.

4.21 Résistance du marquage aux solvants (le cas échéant)

Voir le Paragraphe 4.23 de la CEI 60938-1.

Les exigences applicables sont celles données au Paragraphe 4.23 de la CEI 60938-1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60938-2:1999