

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Passive filter units for electromagnetic interference suppression –
Part 3: Passive filter units for which safety tests are appropriate**

**Filtres passifs d'antiparasitage –
Partie 3: Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-3:2015



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Passive filter units for electromagnetic interference suppression –
Part 3: Passive filter units for which safety tests are appropriate**

**Filtres passifs d'antiparasitage –
Partie 3: Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.160

ISBN 978-2-8322-2807-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 General.....	9
1.1 Scope.....	9
1.2 Normative references.....	9
1.3 Information to be given in a detail specification.....	11
1.3.1 General.....	11
1.3.2 Outline drawing and dimensions.....	11
1.3.3 Mounting.....	11
1.3.4 Ratings and characteristics.....	12
1.3.5 Marking.....	12
1.4 Terms and definitions.....	12
1.5 Marking.....	17
1.5.1 General.....	17
1.5.2 Coding.....	18
1.5.3 Marking details.....	18
1.5.4 Marking of filters.....	18
1.5.5 Marking of packaging.....	18
1.5.6 Additional marking.....	18
1.6 Components.....	18
1.7 Overcurrent protective devices.....	18
1.8 Wiring and Insulation.....	19
1.8.1 General.....	19
1.8.2 Sleeving, tubing and wire insulation.....	19
1.8.3 Properties of insulation material.....	19
1.9 Protective Bonding Conductors.....	19
1.10 Corrosion.....	20
2 Preferred ratings and characteristics.....	20
2.1 Preferred characteristics.....	20
2.1.1 General.....	20
2.1.2 Preferred climatic categories.....	20
2.2 Preferred values of ratings.....	20
2.2.1 Rated voltage (U_R).....	20
2.2.2 Rated temperature.....	20
2.2.3 Passive flammability.....	20
3 Test plan for safety tests.....	21
3.1 Structurally similar filters.....	21
3.2 Safety approval procedure.....	21
3.2.1 General.....	21
3.2.2 Sampling.....	21
3.2.3 Tests.....	22
3.3 Requalification tests.....	22
4 Test and measurement procedures.....	24
4.1 General.....	24
4.1.1 General.....	24
4.1.2 Standard atmospheric conditions.....	24
4.1.3 Standard atmospheric conditions for testing.....	24
4.1.4 Recovery conditions.....	25

4.1.5	Referee conditions	25
4.1.6	Reference conditions	25
4.1.7	Drying.....	26
4.2	Visual examination and check of dimensions	26
4.2.1	Visual examination.....	26
4.2.2	Dimensions (gauging)	26
4.2.3	Dimensions (detail)	26
4.2.4	Creepage distances and clearances	26
4.3	Inductance measurement	29
4.3.1	General	29
4.3.2	Measuring conditions	29
4.4	Earth inductors incorporated in filters.....	29
4.5	Capacitance.....	29
4.5.1	General	29
4.5.2	Measuring conditions	29
4.6	Insertion loss	30
4.7	Insulation resistance	30
4.7.1	General	30
4.7.2	Measuring voltage.....	30
4.7.3	Application of measuring voltage	31
4.7.4	Mean time to measuring	32
4.7.5	Temperature correction factor	32
4.7.6	Information to be given in a detail specification	32
4.7.7	Requirements	34
4.8	Voltage proof	35
4.8.1	General	35
4.8.2	Test procedure.....	35
4.8.3	Applied voltage	35
4.8.4	Tests	36
4.8.5	Requirements	37
4.8.6	Repetition of the voltage proof test	37
4.8.7	Information to be given in a detail specification	37
4.8.8	Requirements	37
4.9	DC line resistance or voltage drop at rated current.....	37
4.9.1	General	37
4.9.2	DC line resistance.....	37
4.9.3	Voltage drop at rated current.....	37
4.10	Discharge resistance.....	38
4.10.1	General	38
4.10.2	Resistor Test	38
4.11	Robustness of terminations	39
4.11.1	General	39
4.11.2	Test Ua1 – Tensile.....	39
4.11.3	Test Ub – Bending	39
4.11.4	Test Uc – Torsion.....	39
4.11.5	Test Ud – Torque	39
4.11.6	Visual examination.....	41
4.12	Resistance to soldering heat	41
4.12.1	Applicability of the test	41

4.12.2	Pre-measurement	41
4.12.3	Test conditions	41
4.12.4	Test severity	41
4.12.5	Intermediate inspection, measurements and requirements	41
4.13	Solderability (for performance only)	41
4.13.1	General	41
4.13.2	Test method.....	42
4.13.3	Test conditions	42
4.13.4	Requirements	42
4.13.5	Final measurements and requirements	42
4.14	Rapid change of temperature (for performance only).....	42
4.14.1	Pre-measurements.....	42
4.14.2	Test method.....	43
4.14.3	Final inspection.....	43
4.15	Vibration (for performance only)	43
4.15.1	Pre-measurements.....	43
4.15.2	Test method.....	43
4.15.3	Test conditions	43
4.15.4	Intermediate inspection	43
4.15.5	Final Inspection	43
4.16	Shock (for performance only).....	43
4.16.1	Pre measurements	43
4.16.2	Test method.....	44
4.16.3	Test conditions	44
4.16.4	Final Inspection	44
4.17	Container sealing (for performance only)	44
4.17.1	General	44
4.17.2	Test conditions	44
4.17.3	Requirements	44
4.18	Climatic sequence.....	44
4.18.1	General	44
4.18.2	Initial measurements.....	44
4.18.3	Dry heat.....	45
4.18.4	Damp heat, cyclic.....	45
4.18.5	Cold.....	45
4.18.6	Low air pressure	45
4.18.7	Damp heat, cyclic, remaining cycles	46
4.18.8	Final inspection, measurements and requirements.....	46
4.19	Damp heat, steady state.....	46
4.19.1	Pre-measurements.....	46
4.19.2	Test method.....	46
4.19.3	Test conditions	46
4.19.4	Final inspection, measurements and requirements.....	47
4.20	Temperature rise.....	47
4.20.1	General	47
4.20.2	Test method.....	47
4.20.3	Test description	48
4.20.4	Requirements	49
4.21	Current overload	50

4.21.1	Pre-measurements	50
4.21.2	Test method	50
4.21.3	Final inspection, measurements and requirements	50
4.22	Leakage current	50
4.23	Protective conductor resistance	50
4.24	Impulse voltage	51
4.24.1	General	51
4.24.2	Initial measurements	51
4.24.3	Test conditions	51
4.24.4	Requirements	51
4.25	Endurance	52
4.25.1	General	52
4.25.2	General test conditions	52
4.25.3	Test conditions – current test	52
4.25.4	Test conditions – voltage test, terminations/case	53
4.25.5	Test conditions – voltage test between terminations	53
4.25.6	Test conditions – combined voltage/current tests	54
4.25.7	Final inspection, measurements and requirements	54
4.26	Charge and discharge (for performance only)	54
4.26.1	General	54
4.26.2	Test circuits and wave forms	54
4.26.3	Information given in detail specification	56
4.26.4	Initial measurements	56
4.26.5	Test conditions	57
4.26.6	Final measurements and requirements	57
4.27	Passive flammability	57
4.27.1	General	57
4.27.2	Test method	57
4.28	Active flammability	58
4.29	Solvent resistance of the marking	58
4.29.1	General	58
4.29.2	Test description	58
4.29.3	Requirements after test	59
4.30	Component solvent resistance (for performance only)	59
4.30.1	General	59
4.30.2	Initial measurements	59
4.30.3	Test description	59
4.30.4	Final measurements	59
Annex A (informative)	Calculation of leakage current	60
A.1	General	60
A.2	Calculation of leakage current for 1-line filters	60
A.3	Calculation of leakage current for 2-line filters	61
A.4	Calculation of leakage current for 3-line filters	61
A.5	Calculation of leakage current for 4-line filters	63
Annex B (normative)	Test schedule for safety requirements only	64
Annex C (normative)	Circuit for the impulse voltage test	67
Annex D (normative)	Circuit for the endurance test	69
Annex E (normative)	Declaration of design	70

Annex F (informative) Safety and performance tests qualification approval – Assessment level DZ	71
Annex P (informative) Additional components and material standards	73
Bibliography	74
Figure 1 – Asymmetrical and symmetrical test circuit	17
Figure 2 – Examples for the application of Tests A and B of Table 9	33
Figure 3 – Examples for the application of Test C of Table 9	34
Figure 4 – Impulse wave form	51
Figure 5 – Relay circuit	55
Figure 6 – Thyristor circuit	55
Figure 7 – Voltage and current waveforms	56
Figure A.1 – Leakage current for 1-line filters	60
Figure A.2 – Leakage current for 2-line filters	61
Figure A.3 – Leakage current for 3-line filters	62
Figure A.4 – Leakage current for 4-line filters	63
Figure C.1 – Impulse voltage test circuit	67
Figure D.1 – Endurance test circuit	69
Table 1 – Classification of Class X capacitors	13
Table 2 – Classification of Class Y capacitors	14
Table 3 – Tests concerning safety requirements only	23
Table 4 – Lot-by-lot test – Safety tests only approval	24
Table 5 – Standard atmospheric conditions	25
Table 6 – Creepage distances	28
Table 7 – Clearance	29
Table 8 – DC voltage for insulation resistance	31
Table 9 – Measuring points	33
Table 10 – Insulation resistance – Safety tests only	34
Table 11 – Insulation resistance – Safety and performance tests	35
Table 12 – Voltage proof (filter connected to mains)	36
Table 13 – Voltage proof (filter not connected to mains; e.g. d.c. filters)	36
Table 14 – Force for wire terminations	39
Table 15 – Torque	40
Table 16 – Preferred severity	44
Table 17 – Number of cycles	46
Table 18 – Maximum temperatures	49
Table 19 – Measurements and requirements after charge and discharge	57
Table 20 – Categories of flammability	58
Table B.1 – Test schedule for safety requirements only (1 of 3)	64
Table C.1 – Values of C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	67
Table C.2 – Values and tolerances of C_X , t_r , t_d	68
Table F.1 – Sampling plan – Assessment level DZ (1 of 2)	71

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PASSIVE FILTER UNITS FOR ELECTROMAGNETIC
INTERFERENCE SUPPRESSION –****Part 3: Passive filter units for which safety tests are appropriate****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60939-3 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

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

FDIS	Report on voting
40/2387/FDIS	40/2398A/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60939 series, published under the general title *Passive filter units for electromagnetic interference suppression*, can be found on the IEC website.

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

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

The contents of the corrigenda of April 2016 and May 2018 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-3:2015

PASSIVE FILTER UNITS FOR ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SUPPRESSION –

Part 3: Passive filter units for which safety tests are appropriate

1 General

1.1 Scope

This specification covers passive filters used to attenuate unwanted radio-frequency signals (such as noise or interference) generated from electromagnetic sources.

Both single and multi-channel filters within one enclosure or which are built on a printed circuit board forming a compact entity are included within the scope of this specification.

Filters constructed of capacitive elements where the inductance is inherent in the construction of the filter are within the scope of this specification. Similarly, filters constructed of inductive elements where the capacitance is inherent in the construction of the filter are also within the scope of this specification. It is up to the manufacturer to state whether a given component is to be designed as a capacitor, an inductor or a filter. Filters can include also other components like resistors and/or varistors or similar components

This specification applies to passive filter units for electromagnetic interference suppression for which safety tests are appropriate. This implies that filters specified according to this specification will either be connected to mains supplies, when compliance with the mandatory tests of Table 3 is necessary, or used in other circuit positions where the equipment specification prescribes that some or all of these safety tests are required.

This specification applies to passive filter units, which will be connected to an a.c. mains or other supply (d.c. or a.c.) with a nominal voltage not exceeding 1 000 V a.c., with a nominal frequency not exceeding 400 Hz, or 1 500 V d.c.

NOTE For a.c. use, IEC 60384-14 applies to capacitors which will be connected to a.c. mains with a nominal frequency not exceeding 100 Hz.

This specification covers appliance filters (US) but does not cover facility filters, cord-connected filters or direct plug-in filters. These other filters will be covered by another sectional specification.

1.2 Normative references

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

NOTE 1 These documents are referenced, in whole, in part or as alternative requirements to the requirements contained in this standard. Their use is specified, where necessary, for the application of the requirements of this standard.

NOTE 2 The list below is a summary of all standards that are referred to within this standard. Appearance of a standard in the list does not mean that the standard or parts of it are applicable. Only those parts that are specifically referenced in this standard are applicable.

IEC 60027-1, *Letters symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 60050 (all parts), *International electrotechnical vocabulary*

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

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

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

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

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

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

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

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

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-45:1980, *Basic environmental testing procedures – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*

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

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

IEC 60384-14:2013, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage system – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-11-5, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

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

IEC 60938-1:2006, *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression – Part 1: Generic specification*

IEC 60938-2, *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression – Part 2: Sectional specification*

IEC 60939-1, *Passive filter units for electromagnetic interference suppression – Part 1: Generic specification*

IEC 60940, *Guidance information on the application of capacitors, resistors, inductors and complete filter units for electromagnetic interference suppression*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

ISO 80000-1, *Quantities and units – Part 1: General*

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

1.3 Information to be given in a detail specification

1.3.1 General

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

Detail specifications shall not specify requirements inferior to those of this specification or blank detail specification. When more severe requirements are included, they shall be listed in the detail specification, and indicated in the test schedules, for example by an asterisk.

The information outlined in 1.3.2 to 1.3.5 shall be given in each detail specification and the values quoted shall preferably be selected from the appropriate clause of this specification.

1.3.2 Outline drawing and dimensions

There shall be an illustration of the filter as an aid to easy recognition and for comparison of the filter with others. Dimensions and their associated tolerances, which affect interchangeability and mounting, shall be given in the detail specification. All dimensions shall preferably be stated in millimetres.

Normally, the numerical values shall be given for the length of the body, the width and height of the body and the wire spacing, or for cylindrical types, the body diameter and the length and diameter of the terminations. When necessary, for example when a range of filters is covered by a single detail specification, their dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table following the drawing.

In addition, the detail specification shall state such other dimensional information as will adequately describe the filter outline.

Information given in 1.3.2 may, for convenience, be presented in tabular form.

1.3.3 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting recommended for normal use and the method which is mandatory for the application of the vibration, bump, shock and endurance tests. The design of the filter may be such that special mounting fixtures or heat sinks 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 vibration, bump or shock tests. The specified heat sink shall be used in the application of the endurance test. If recommendations for mounting for "normal" use are made, they shall be included in the detail specification under "Additional information (not for inspection purposes)". If they are included, a warning can be given that the full vibration, bump and shock performance may not be available if mounting methods other than those specified in the detail specification are used.

1.3.4 Ratings and characteristics

1.3.4.1 Units, symbols and terminology

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall, whenever possible, be taken from the following publications:

- IEC 60027-1
- IEC 60050 series
- ISO 80000-1

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

1.3.4.2 General

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

1.3.4.3 Particular characteristics

Additional characteristics may be listed when they are considered necessary to specify adequately the filter for design or application purposes.

1.3.5 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the filter and the package.

1.4 Terms and definitions

For the purposes of this document, the applicable terms and definitions of IEC 60939-1 and the following apply.

1.4.1

capacitor of Class X

RC unit of Class X

capacitor or RC unit of a type suitable for use in situations where failure of the capacitor would not lead to danger of electric shock but could result in a risk of fire

Note 1 to entry: Class X capacitors are divided into two subclasses (see Table 1) according to the peak voltage of the impulses superimposed on the mains voltage to which they may be subjected in service. Such impulses may arise from lightning strikes on outside lines, from switching in neighbouring equipment, or switching in the equipment in which the capacitor is used.

Table 1 – Classification of Class X capacitors

Subclass	Peak impulse voltage in service	Application	Peak impulse voltage U_P applied before endurance test
X1	> 2,5 kV ≤ 4,0 kV	High pulse application	When $C_N \leq 1,0 \mu F$ $U_P = 4$ kV
			When $C_N > 1,0 \mu F$ $U_P = \frac{4}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
X2	≤ 2,5 kV	General purpose	When $C_N \leq 1,0 \mu F$ $U_P = 2,5$ kV
			When $C_N > 1,0 \mu F$ $U_P = \frac{2,5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
X1 capacitors may be substituted by Y2 or Y1 capacitors of the same or higher U_R . X2 capacitors can be substituted with X1, Y2 or Y1 capacitors of the same or higher U_R .			
NOTE 1 The factor used for the reduction of U_P for capacitance values above $1,0 \mu F$ maintains $\frac{1}{2} \times C_N U_P^2$ constant for these capacitance values; C_N is in F.			
NOTE 2 Overvoltage categories in association with rated impulse voltage and rated mains voltage are found in IEC 60664-1.			

[SOURCE: IEC 60384-14:2013, 1.7.1 and Table 1]

1.4.2**capacitor of Class Y****RC unit of Class Y**

capacitor or RC-unit of a type suitable for use in situations where failure of the capacitor could lead to danger of electric shock.

Note 1 to entry: Class Y capacitors are further divided into three subclasses Y1, Y2, and Y4, as shown in Table 2.

One Y-capacitor may bridge basic insulation. One Y-capacitor may bridge supplementary insulation. If combined basic and supplementary insulations are bridged by two Y2- or Y4-capacitors in series, they must have the same nominal value.

In a.c.-applications Y-capacitors can be substituted with two X-capacitors connected in series provided that U_R of the X-capacitors are not less than the U_R of the Y-capacitor and that the filter withstands the voltage proof in 4.8. In case of Y1-capacitor substitution, the X-capacitors shall be X1-capacitors.

In DC-filters with a rated voltage of 150 V d.c. or less, a Y2- and Y4-capacitor may be substituted by one X-capacitor with a rated voltage 250 V d.c. or higher.

For guidance on the application of capacitors bridging basic insulation, see IEC 60940.

Table 2 – Classification of Class Y capacitors

Subclass	Type of insulation bridged	Range of rated voltages	Peak impulse voltage U_P applied before endurance test
Y1	Double insulation or reinforced insulation	≤ 500 V	$U_P = 8,0$ kV
Y2	Basic insulation or supplementary insulation	≥ 150 V ≤ 500 V	When $C_N \leq 1,0$ μ F $U_P = 5$ kV
			When $C_N > 1,0$ μ F $U_P = \frac{5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
Y4	Basic insulation or supplementary insulation	< 150 V	$U_P = 2,5$ kV
Y2 capacitors may be substituted by Y1 capacitors of the same or higher U_R .			
NOTE 1 For definitions of basic, supplementary, double and reinforced insulation, see IEC 61140.			
NOTE 2 The factor used for the reduction of U_P for capacitance values above $1,0$ μ F maintains $\frac{1}{2} \times C_N U_P^2$ constant for these capacitance values; C_N is in F.			
NOTE 3 Overvoltage categories in association with rated impulse voltage and rated mains voltage are found in IEC 60664-1.			

[SOURCE: IEC 60384-14:2013, 1.7.2 and Table 2]

1.4.3**earth inductor**

inductor that forms part of the earth lead of a filter

1.4.4**type**

group of components having similar design features, the similarity of their manufacturing techniques enabling them to be grouped together either for qualification approval or for quality conformance inspection, and generally covered by a single detail specification

Note 1 to entry: Components described in several detail specifications may, in some cases, be considered as belonging to the same type and may therefore be grouped together for approval and quality conformance inspection.

1.4.5**style**

subdivision of a type generally based on dimensional factors; a style may include several variants, generally of a mechanical order

1.4.6**electromagnetic interference suppression filter unit (filter)****radio interference suppression filter unit**

assembly of piece-parts and inductive, capacitive and resistive elements to be used for the reduction of electromagnetic interference caused by electrical or electronic equipment, or other sources

1.4.7**a.c. mains filter mains filter**

passive filter unit designed essentially for application with a power-frequency alternating voltage supplied from the mains

1.4.8**d.c. filter**

passive filter unit designed essentially for application with a d.c. supply

Note 1 to entry: Typical d.c. filters are photovoltaic filters used within inverters/converters etc. between the panel and converter or telecom d.c. power line filters.

1.4.9**appliance filter**

filter intended to be factory-installed as a component part of end-use appliances or equipment connected to (supplied by) the branch circuits of a building wiring system

Note 1 to entry: Included in this category are filters installed in medical and dental equipment, office appliances and business equipment, data processing equipment, and household appliances such as mixers, vacuum cleaners, hand tools, and the like.

1.4.10**cord-connected filter**

filter provided with a supply cord having an attachment plug for connecting the filter to a branch-circuit receptacle. It is also provided with one or two receptacles for distribution of the filtered voltage to an external (appliance or other equipment) load

Note 1 to entry: Cord-connected filters are not covered by this specification, see 1.1.

1.4.11**direct plug-in filter**

filter provided with blades or pins at the filter body that plug directly into a branch-circuit receptacle. It is also provided with one or two receptacles for the distribution of the filtered voltage to an external (appliance or other equipment) load

Note 1 to entry: Direct plug-in filters are not covered by this specification, see 1.1.

1.4.12**facility filter**

filter installed as part of the service, feeders, or branch circuitry of a building wiring system

Note 1 to entry: Facility filters are not covered by this specification, see 1.1.

1.4.13**rated voltage U_R**

maximum r.m.s. operating voltage at rated frequency or the maximum d.c. operating voltage which may be applied continuously to the terminations of the filter unit at any temperature between the lower and the upper category temperatures

Note 1 to entry: A filter not suitable for the same voltage line-to-line and line-to-ground shall be marked with a slash rating, e.g. 300/520 V a.c.

Note 2 to entry: When it is necessary for clarity the nature of U_R should be shown, like U_R a.c. or U_R d.c.

Note 3 to entry: Filters may have more than one rated voltage value or may have a rated voltage range.

1.4.14**working voltage U**

highest value of the a.c. or d.c. voltage across any particular insulation which can occur when the equipment is supplied at rated voltage

1.4.15**rated frequency**

maximum frequency at which maximum a.c. operating voltage may be applied to terminations of the filter

1.4.16

lower category temperature

minimum ambient temperature for which the filter has been designed to operate continuously

1.4.17

upper category temperature

maximum ambient temperature for which the filter unit has been designed to operate continuously

1.4.18

rated temperature

maximum ambient temperature at which a filter can carry its rated current

1.4.19

rated current

maximum a.c. operating current through input and output filter terminations at rated frequency or maximum d.c. rating current which allows continuous operation of the filter at the rated temperature, assigned by the manufacturer for one or both of the following conditions:

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

1.4.20

nominal capacitance C_N

effective capacitance value resulting from the combination of capacitive elements of the filter for which a filter has been designed and which may be indicated upon it

1.4.21

nominal inductance L_N

inductance value for which the inductor has been designed and which may be indicated upon it

1.4.22

insertion loss

ratio of the voltage before and after the insertion of the filter in the circuit as measured at the terminations either with a symmetrical or an asymmetrical test circuit

Note 1 to entry: It is normally expressed in decibels, when the insertion loss is 20 times the logarithm to base 10 of this ratio.

1.4.22.1

asymmetrical test circuit [common mode]

test circuit in which the filter under test is connected as a 3-terminal network, one terminal of which is connected to earth

Note 1 to entry: The signal is applied between the input terminal and earth, and the output is measured between the output terminal and earth. There is a common (earth) connection between generator, filter and receiver (see Figure 1).

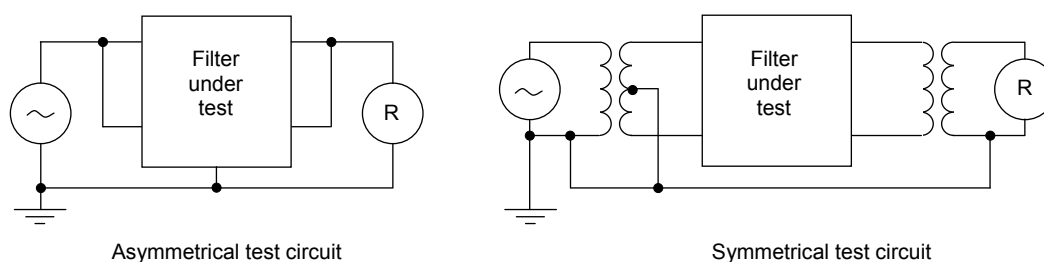
1.4.22.2

symmetrical test circuit [differential mode]

test circuit in which the filter under test is connected as a 4-terminal network

Note 1 to entry: The test signal applied to the two input terminals symmetrically about earth, i.e. equal in magnitude but of opposite phase on the two terminals (see Figure 1). The output is measured between the other two terminals.

Note 2 to entry: It is usual to perform symmetrical tests using an asymmetrical generator and receiver with suitable balance-to-unbalance transformers connected between them and the filter under test.



IEC

Figure 1 – Asymmetrical and symmetrical test circuit**1.4.23****visible damage**

visible damage which reduces the usability of the filter for its intended purpose

1.4.24**passive flammability**

ability of a filter to burn with a flame as a consequence of the application of an external source of heat

1.4.25**active flammability**

ability of a filter to burn with a flame as a consequence of electrical loading

1.4.26**protective conductor resistance**

resistance between the earthing terminal or earthing contact and earthed metal parts

Note 1 to entry: The connection between the earthing terminal or earthing contact and earthed metal parts shall have low resistance.

Accessible metal parts that may become live in the event of an insulation fault shall be permanently and reliably connected to an earthing terminal within the appliance or to the earthing contact of the appliance inlet.

Earthing terminals and earthing contacts shall not be connected to the neutral terminal.

Note 2 to entry: In some countries, the term "Grounding Continuity" is used instead of "protective conductor resistance".

1.4.27**leakage current I_{Lk}**

current at nominal frequency flowing to earth or to an extraneous-conductive-part in a faultless circuit

Note 1 to entry: This current can have a capacitive component, especially caused by the use of capacitors.

It is a theoretically calculated value for uniform indications, such as in catalogues. The calculation is based on the provisions detailed in Annex A.

The actual leakage current cannot be stated in the individual case.

Note 2 to entry: Other leakage currents such as touch currents and protective conductor currents shall be determined according to the relevant standard (e.g. IEC 60990).

1.5 Marking**1.5.1 General**

The sectional specification shall indicate the identification criteria and other information to be shown on the filters and the packing.

1.5.2 Coding

When coding is used for tolerance or date of manufacture, the method shall be selected from those given in IEC 60062.

1.5.3 Marking details

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 trademark, or other descriptive marking by which the organization responsible for the product can be identified;
- b) manufacturer's type designation or the type designation given in the detail specification;
- c) recognised approval mark;
- d) rated voltage and nominal frequency;
- e) identification of terminations and/or circuit diagram;
- f) rated current;
- g) rated temperature;
- h) climatic category;
- i) year and month (or week) of manufacture (if the indication is in code, it shall be the code given in IEC 60062);
- j) hazard note if the leakage current is $>3,5$ mA;
- k) hazard note if the filter is not intended for built-in application and the temperature on the surface of the case is higher than 70°C (metallic) or 85°C (plastic);

The symbol  (60417-5041:2002-10) shall be used;

- l) reference to the detail specification.

1.5.4 Marking of filters

The filter shall be clearly marked with the information in 1.5.3 a) to i), and also j) to k) if it applies.

1.5.5 Marking of packaging

The package containing the filter(s) shall be clearly marked as agreed between manufacturer and user.

National approvals may be indicated by lettering as an alternative to the approval mark.

1.5.6 Additional marking

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

1.6 Components

Components other than inductors (e.g. capacitors, resistors, varistors, fuses, connectors, plugs, switches, terminal blocks) in the filter unit shall fulfill requirements in the relevant IEC Standard.

NOTE Additional component and material standards are listed in Annex P.

1.7 Overcurrent protective devices

The detail specification or installation instructions shall specify the maximum rating of an overcurrent protective device to be provided external to the filter, unless there are appropriate overcurrent protective devices in the filter.

An overload (overcurrent) protective device, if provided, shall be connected between each ungrounded circuit supply conductor and the load. No overcurrent protective device shall be connected in the grounded-conductor circuit, unless it opens all conductors when it operates.

The specified maximum rating may not be one of the protective device ratings available in the country of installation. Allowance should be made for the use of a device with a smaller rating that will still be adequate for the filter RATED CURRENT plus any necessary allowance for inrush current.

1.8 Wiring and Insulation

1.8.1 General

The wiring of a filter shall be rated for the voltage, temperature, and other conditions of use to which it is subjected in the application.

The cross-sectional area of internal shall be adequate for the current they are intended to carry when the filter is operating by the rated current such that the maximum permitted temperature of conductor insulation is not exceeded.

Internal wiring shall be routed, supported, clamped or secured in a manner that reduces the likelihood of excessive strain on wire and on terminal connections; and loosening of terminal connections; and damage of conductor insulation.

1.8.2 Sleeving, tubing and wire insulation

Sleeving, tubing and wire insulation shall be rated for the voltage involved and the temperature attained under any condition of actual use. They shall be flame retardant according to Class VW-1.

NOTE Sleeving, tubing and wire insulation within a completely metal-enclosed non-vented filter, or within an encapsulating material, or film-coated magnetic wire need not be designated VW-1.

See UL 44 for definition of VW-1.

1.8.3 Properties of insulation material

The choice and application of insulating materials shall take into account the needs for electrical, thermal and mechanical strength, frequency of the WORKING VOLTAGE and the working environment (temperature, pressure, humidity and pollution).

Natural rubber, hygroscopic materials and materials containing asbestos shall not be used as insulation.

1.9 Protective Bonding Conductors

Conductor in the filter, or a combination of conductive parts in the filter, connecting a main protective earthing terminal to a part of the filter that is required to be earthed for safety purposes.

The protective bounding conductors shall have a sufficient size to carry the actual current under normal operating conditions, in accordance with 1.8, that the conductors are not required to carry fault currents to earth.

NOTE 1 Additional requirements as defined under 1.4.26

NOTE 2 In some countries the term "Grounding" is used instead of "protective bonding conductor".

1.10 Corrosion

Iron and steel parts shall be protected against corrosion by painting, enameling, galvanizing, plating, or other equivalent means if the malfunction of such unprotected parts is likely to result in a fire or electric shock.

Exception: If the oxidation of iron or steel from exposure of the metal to air and moisture is not likely to be appreciable – thickness of metal and temperature also being factors – surfaces of sheet-steel and cast-iron parts within an enclosure may not be required to be protected against corrosion. Bearings, laminations, or minor parts of iron or steel (such as washers, screws, and the like) need not comply with this requirement. Terminals passing through glass heads in a filter enclosure need not comply with this requirement.

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

2.1.1 General

The values given in detail specifications should preferably be selected from the following:

2.1.2 Preferred climatic categories

The filters covered by this specification are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1:2013, Annex A.

The lower and upper category temperature and the duration of the damp heat, steady state test should be chosen from the following:

- Lower category temperature: –65 °C, –55 °C, –40 °C, –25 °C or –10 °C;
- Upper category temperature: +70 °C, +85 °C, +100 °C, +125 °C or +155 °C;
- Duration of the damp heat, steady state test: 21 or 56 days.

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

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Rated voltage (U_R)

Any voltage value or voltage range within the scope of this standard is permitted.

Electromagnetic interference suppression filters shall be chosen to have a rated voltage equal to, or greater than, the nominal voltage of the supply system to which they are connected. The design of the filters shall take into account the possibility that the voltage of the system may rise by up to 10 % above its nominal voltage.

2.2.2 Rated temperature

The rated temperature shall not be less than +40 °C.

2.2.3 Passive flammability

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

All polymeric material used as part of a filter shall be classified V-2, V-1, V-0, 5V, HF-2, or HF-1 in accordance with IEC 60695-11-10.

Exception No. 1: Wiring shall comply with the requirement in 1.7.

Exception No. 2: Material less than 30 mm in any dimension and 2000 mm³ in volume and is not less than 12.7 mm from an uninsulated live part or film-coated magnet wire need not comply with this requirement.

Exception No. 3: Material within a completely metal-enclosed non-vented filter, or within an encapsulating material need not comply with this requirement.

Exception No. 4: Encapsulating materials used in an appliance filter intended for radio-, television- and video-type appliances shall be classified V-0, V-1, or V-2.

3 Test plan for safety tests

3.1 Structurally similar filters

The grouping of structurally similar filters for testing shall be prescribed in the relevant detail specification.

In addition to these provisions, filters may be considered as structurally similar only when for their range of component values they have the same capacitor, inductor and resistor technologies and corresponding capacitive elements are of the same subclass.

3.2 Safety approval procedure

3.2.1 General

Table 3 and Annex B form a schedule, which is limited to tests concerning safety only requirements. The schedule to be used for safety only approval will be on the basis of fixed sample sizes according to 3.2 as given in 3.2.3 and Table 3 of this specification. Prior to the approval testing being carried out, it is necessary to submit to the certification body a declaration of design (Annex E) registering essential data and basic design details of the passive filters for which approval is sought.

If subsequent to the granting of approval, any component is changed, the certification body shall be informed (see Annex E). Extension of approval to include changed component(s) is at the discretion of the certification body.

3.2.2 Sampling

Filter types to be qualified together shall have the same rated voltage, and same combination of component and construction technologies. In addition, the corresponding capacitive elements shall be of the same subclass. The numbers of filters required for the qualification in each group are given in Table 3.

For the qualification, the sample shall contain equal numbers of specimens of the highest and lowest total capacitance values in the range to be qualified. Where only one total capacitance value is involved, the total number of filters as stated in Table 3 shall be tested.

If, for a given value of total capacitance, there is more than one rated current available in the range, then filters with the highest rated current shall be chosen. If at this rated current more than one inductance value is available in the range, then filters with the highest inductance value shall be chosen.

NOTE "Total capacitance" in the paragraph above means the given nominal capacitance between the input terminations of the filter.

Spare specimens are permitted as follows:

- a) one per value which may be used to replace the non-conforming item in group 0;
- b) one per value which may be used as replacements for non-conforming specimens because of incidents not attributable to the manufacturer;
- c) sufficient specimens to enable the repeat test of Footnote 7 to Table 4 to be carried out.

The numbers given in Group 0 assume that all further groups are applicable. If this is not so, the numbers may be reduced accordingly. The numbers given in Group 0 may also be reduced if, for example for expensive filters, the manufacturer chooses to carry out the tests of a number of groups in sequence on the same specimens. The numbers given for Group 0 do not include the specimens required for Groups 4.

When additional groups are introduced into the test schedule, the number of specimens required for Group 0 shall be increased by the same number as that required for the additional groups. Table 3 gives the number of specimens to be tested in each group together with the permissible number of non-conforming for tests.

3.2.3 Tests

The complete series of tests indicated in Table 3 shall be performed for the approval of filters covered by the detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

The whole sample with the exception of those specimens to be submitted to the tests of Groups 4 and 5 shall be subjected to the tests of Group 0 and then subdivided for the other groups.

A specimen found to be defective during the tests of group 0 shall not be used for the other groups.

"One defective" is counted when a filter has not satisfied the whole or part of the tests of a group.

The approval is granted when the number of non-conforming items does not exceed the specified number of permissible non-conforming items for each group and the total number of permissible non-conforming items.

Table 3 and Annex B form the fixed sample size test schedule, where Table 3 includes the details for the sampling and permissible defectives for the different tests or groups of tests, whereas Annex A together with the details of test contained in Clause 4 gives a complete summary of the test conditions and performance requirements and indicates where for test methods 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 schedule shall be identical to those prescribed in the detail specification for the quality conformance inspection.

3.3 Requalification tests

Requalification tests according to Annex B may be required by the certification body when a change of the declared design as given in Annex E is intended. The certification body will be informed about the intended change(s) and decide whether requalification tests have to be performed.

Table 3 – Tests concerning safety requirements only

Group	Subclauses and test	Number of specimens tested per qualification ^{c)}	Number of permissible non-conforming items per qualification	
			Per group ^{g)}	Total
0	4.2 Visual examinations	20/10/5	1/1/0	
	4.9 DC line resistance			
	4.3 Inductance			
	4.5 Capacitance			
	4.6 (alternative) Insertion loss (no load)	5/3/2		
	4.8 Voltage proof			
	4.7 Insulation resistance			
	4.10 Discharge resistance ^{a)} Spares			
1A	4.2.4 Creepage distances and clearances	4/2/1	0	0
	4.11 Robustness of terminations			
	4.12 Resistance to soldering heat ^{a)}			
	4.30 Solvent resistance of the marking ^{b)}			
2	4.18.5 Cold	4/2/1	0	0
	4.18.3 Dry Heat			
	4.19 Damp heat, steady state			
3A	4.20 Temperature rise ^{d)}	4/2/1	0	0
	4.25.3 Endurance current ^{e) f) g)}			
	4.21 Current overload			
	4.23 Protective conductor resistance			
3B	4.24 Impulse voltage ^{g)}	4/2/1	0	0
	4.25.4 Endurance – voltage line terminations/case ^{a) g)}			
3C	4.24 Impulse voltage ^{g)}	4/2/1	0	0
	4.25.5 Endurance voltage between line terminations ^{e) g)}			
4	4.27 Passive flammability	see 4.27	0	0
5	4.28 Active flammability ^{g)}	see 4.28	0	0
Footnotes: see end of Table 4.				

Table 4 – Lot-by-lot test – Safety tests only approval

Subclauses and test ^{h)}	Conditions of test ^{h)}	Sample size	Requirements ^{h)}
4.2 Visual examination	Non destructive	100 % ⁱ⁾	Any marking on the filter shall be legible and correct
4.8 Voltage proof (Test A, B and C ^{j)})	Method for test C: ^{k)}		No permanent breakdown or flashover
Footnotes to Table 3 and Table 4: a) If applicable. b) If required in the detail specification. c) See 3.1 for the structural similarities which are necessary before filters may be qualified together. The three numbers in each box of the table indicate in descending order the numbers applicable for specimens within the following current limits: $< 16 \text{ A}$ $\geq 16 \text{ A} \dots \leq 80 \text{ A}$ $> 80 \text{ A}$ "Current" in this context is the sum of the rated current(s) carried by the leads for the individual phases, N excluded. Where a range is qualified which contains filters within more than one of the current 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 whole sample with the exception of those specimens to be submitted to the tests of Groups 4 and 5 shall be subjected to the tests of Group 0 and then subdivided for the other groups. The numbers in Group 0 exclude the numbers of specimens required for Groups 4 and 5. d) For filters with rated current $> 0,5 \text{ A}$ only. e) For filters with rated current $\leq 0,5 \text{ A}$. f) See 4.25.6 for the option of combining the tests of Groups 3A and 3C. g) The tests of this group or subgroup may be omitted if the capacitors in the filter across which the test voltages will appear have been qualified to a detailed specification under IEC60384-14 and are also of the construction where the capacitor element is separately encapsulated, provided that the capacitors fulfil the required creepage distance and clearance specified in Table 6 and Table 7. h) Clause numbers of test and conditions/requirements refer to Clause 4. i) May be carried out as end-of-line testing. j) B or C as applicable. k) To be required in the detail specification.			

4 Test and measurement procedures

4.1 General

4.1.1 General

This specification and/or blank detail specification shall contain tables showing the tests to be made, which measurements are to be made before and after each test or subgroup of tests, and the sequence in which they shall be carried out. The stages of each test shall be carried out in the order written. The measuring conditions shall be the same for initial and final measurements.

If national specifications within any Quality Assessment System include methods other than those specified in the above documents, they shall be fully described.

4.1.2 Standard atmospheric conditions

4.1.3 Standard atmospheric conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests and measurements shall be made under standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60068-1:2013, 4.3.

- temperature: 15 °C to 35 °C;
- relative humidity: 25 % to 75 %;
- air pressure: 86 kPa to 106 kPa.

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

When measurements are made at a temperature other than the specified temperature, the results shall, where necessary, be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report. In the event of a dispute, the measurements shall be repeated using one of the referee temperatures (as given in 4.1.5) and such other conditions as are prescribed in this specification.

When tests are conducted in a sequence, the final measurements of one test may be taken as the initial measurements for the succeeding test.

During measurements, the filter shall not be exposed to draughts, direct sunrays or other influences likely to cause error.

4.1.4 Recovery conditions

Unless otherwise specified, recovery shall take place under the standard atmospheric conditions for testing (see 4.1.3).

If recovery has to be made under closely controlled conditions, the controlled recovery conditions of IEC 60068-1:2013, 4.4.2, shall be used.

Unless otherwise specified in the relevant sectional or detail specification, a duration of 1 h to 2 h shall be used.

4.1.5 Referee conditions

For referee purposes, one of the standard atmospheric conditions for referee tests taken from IEC 60068-1:2013, 4.2, as given in Table 5, shall be chosen.

Table 5 – Standard atmospheric conditions

Temperature °C	Relative humidity %	Air pressure kPa
20 ± 1	63 to 67	86 to 106
23 ± 1	48 to 52	86 to 106
25 ± 1	48 to 52	86 to 106
27 ± 1	63 to 67	86 to 106

4.1.6 Reference conditions

For reference purposes, the standard atmospheric conditions for reference given in IEC 60068-1:2013, 4.1, apply:

- temperature: 20 °C;
- air pressure: 101,3 kPa.

4.1.7 Drying

Unless otherwise specified in the relevant specification, the filter shall be conditioned for (96 ± 4) h by heating in a circulating air oven at a temperature of (55 ± 2) °C and a relative humidity not exceeding 20 %.

The filter shall then be allowed to cool in a desiccator using a suitable desiccant, such as activated alumina or silica gel, and shall be kept therein from the time of removal from the oven to the beginning of the specified tests.

4.2 Visual examination and check of dimensions

4.2.1 Visual examination

The condition, workmanship and finish shall be satisfactory, as checked by visual examination (see 1.4.23).

Marking shall be legible, as checked by visual examination. It shall conform to the requirements of the detail specification.

4.2.2 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, measurements shall be made in accordance with IEC 60294.

4.2.3 Dimensions (detail)

All dimensions prescribed in the detail specification shall be checked and shall comply with the values prescribed.

4.2.4 Creepage distances and clearances

Required creepage distances depend on the pollution degree as well as the Comparative Tracking Index (CTI) of the insulating material.

For the purpose of evaluating creepage distances and clearances, the following four degrees of pollution in the micro-environment are established (from IEC 60664-1):

- Pollution degree 1: No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs. The pollution has no influence.
- Pollution degree 2: Only non-conductive pollution occurs except that occasionally a temporary conductivity caused by condensation is to be expected.
- Pollution degree 3: Conductive pollution occurs or dry non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation which is to be expected.
- Pollution degree 4: Continuous conductivity occurs due to conductive dust, rain or other wet conditions.

The following pollution degrees shall be considered in this document:

- Pollution degree 3: Valid for terminals outside the filters.
- Pollution degree 2: Valid inside filter enclosure without potting compound.
- Pollution degree 1: Valid inside fully potted areas or sealed enclosure.

Materials are separated into four groups according to their CTI values, as follows:

- Material group I $600 \leq \text{CTI}$
- Material group II $400 \leq \text{CTI} < 600$
- Material group IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$
- Material group IIIb $100 \leq \text{CTI} < 175$

These CTI values refer to values obtained, in accordance with IEC 60112, on samples of the relevant material specifically made for the purpose and tested with solution A. For materials where the CTI value is not known, material group IIIb is assumed.

If the minimum creepage distances for glass, mica, ceramics, or other inorganic insulating materials, which do not track, is greater than the applicable minimum clearance, it is permitted to apply that value of minimum clearance as the minimum creepage distances.

Creepage distances and clearances of the filter between live parts of different polarity or between live parts and a metal case shall not be less than the appropriate values given in

- a) Table 6 for creepage.
- b) Table 7 for clearance. Table 7 is based on IEC 60664-1, but equipment safety standards IEC 60335-1, IEC 60065 and IEC 60950-1 have also been considered. Further information may be obtained from IEC 60664-1.

Table 6 and Table 7 are generated using following environmental conditions as main guideline:

Overvoltage category II, pollution degree 2 and altitude $\leq 2\,000$.

Compliance shall be checked by measurement according to the rules laid down in IEC 60664-1. Additional requirements may be necessary, for example for filters intended to be used in other environments than pollution degree 2 or for the use of filters in altitudes higher than 2 000 m. See IEC 60664-1 for guidance.

Table 6 – Creepage distances

Working Voltage		Minimum creepage distances								
		Printed wiring material								
		Pollution degree								
		1	2	1	2			3		
V a.c.	V d.c.	All material groups	All material groups, except IIIb	All material groups	Material group I	Material group II	Material group III	Material group I	Material group II	Material group III ^{a)}
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
-	48	0,025	0,040	0,14	0,53	0,53	0,53	1,30	1,30	1,30
-	120	0,063	0,100	0,22	0,67	0,95	1,30	1,70	1,90	2,10
160	240	0,250	0,400	0,32	0,80	1,10	1,60	2,00	2,20	2,50
250	375	0,560	1,000	0,56	1,25	1,80	2,50	3,20	3,60	4,00
320	480	0,75	1,60	0,75	1,60	2,20	3,20	4,00	4,50	5,00
400	600	1,0	2,0	1,0	2,0	2,80	4,0	5,0	5,6	6,3
500	750	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0 (7,9) ^{b)}
630	945	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0 (7,9) ^{b)}	9,0 (8,4) ^{b)}	10,0 (9,0) ^{b)}
800	1200	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0 (9,0) ^{b)}	11,0 (9,6) ^{b)}	12,5 (10,2) ^{b)}
1000	1500	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5 (10,2) ^{b)}	14,0 (11,2) ^{b)}	16,0 (12,8) ^{b)}

a) Material group IIIb is not recommended for application in pollution degree 3 above 630 V a.c./945 V d.c.

b) The values given in brackets may be applied to reduce the creepage distance in case of using a rib (see IEC 60664-1:2007, 5.2.5).

The creepage distance for reinforced insulation shall be twice the creepage distance for basic insulation in this table.

The high precision for creepage distances given in this table does not mean that the uncertainty of measurement has to be in the same order of magnitude.

Table 7 – Clearance

Points of measurement	Minimum clearance distances					
	Rated voltage.					
	a.c.	$U_R \leq 150 \text{ V}$	$150 \text{ V} < U_R \leq 300 \text{ V}$	$300 \text{ V} < U_R \leq 600 \text{ V}$	$600 \text{ V} < U_R \leq 800 \text{ V}$	$800 \text{ V} < U_R \leq 1000 \text{ V}$
	d.c.	$U_R \leq 300 \text{ V}$	$300 \text{ V} < U_R \leq 600 \text{ V}$	$600 \text{ V} < U_R \leq 1200 \text{ V}$	$900 \text{ V} < U_R \leq 1500 \text{ V}$	
		mm	mm	mm	mm	mm
Between live parts of different polarity (functional insulation)		0,5	1,5	3,0	4,3	5,5
Between live parts and other metal parts over basic insulation		1,5	3,0	5,5	6,8	8,0
Between live parts and other metal parts over reinforced insulation		3,0	6,0	10,4	12,6	14,8

4.3 Inductance measurement

4.3.1 General

See IEC 60938-2, with the following details.

4.3.2 Measuring conditions

The inductance measured shall be the parallel equivalent inductance.

- The preferred measuring frequency shall be 1 kHz, 10 kHz or 100 kHz.
- The measuring current shall be maximum 200 μA .

For some inductance values it may be desirable to use other frequencies or currents. The value of the current or frequency shall be given in the details specification.

As the measured value of the inductance may be a function of current, frequency and temperature, these parameters shall be recorded in the test report and shall remain constant throughout the test.

4.4 Earth inductors incorporated in filters

Earth inductors incorporated in filters shall meet the requirements of the relevant specification(s). See also IEC 60938-1:2006, 2.2.19.

4.5 Capacitance

4.5.1 General

See IEC 60384-14, with the following details.

4.5.2 Measuring conditions

The capacitance measured shall be the series equivalent capacitance.

The measuring frequency shall be 1 kHz, but, for ceramic capacitors with $C_N < 100 \text{ pF}$ (class 2) and $C_N \leq 1\,000 \text{ pF}$ (class 1) only, the measuring frequency shall be 1 MHz.

The measuring voltage shall not exceed the rated voltage. For ceramic capacitors the measuring voltage shall be $1,0 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$.

4.6 Insertion loss

This test could be applied as an alternative of measuring the inductance and capacitance.

The measurement method shall preferably be selected from those described in CISPR 17 or those described in this specification. If none of these is suitable, then the measurement method shall be described in the detail specification. Before any measurement of insertion loss on filters containing ceramic capacitors, either before or after conditioning, the filters shall be preconditioned under the following conditions:

For measurements made after conditioning, this preconditioning shall follow the prescribed recovery and all the other final inspections and measurements.

The detail specification shall specify:

- a) any preconditioning requirements;
- b) the method of insertion loss measurement to be used, including the dimensions influencing the characteristic impedance and electrical length of any jigs used to connect the filter to the measurement system;
- c) whether measurements are made with the filter under no load or under specified load;
- d) whether measurements are made in the asymmetric or symmetric mode;
- e) the terminating impedances;
- f) the frequencies at which measurements are to be made (preferred range: 150 kHz to 30 MHz);
- g) the minimum insertion loss or capacitance and inductance to be achieved at each frequency.

When measurements are made after conditioning, the limit shall be 6 dB less severe than the limit applicable Group 0.

The detail specification shall prescribe relevant limits for capacitance (C) and inductance (L) together with relevant frequencies if L and C are measured as alternatives to insertion loss.

4.7 Insulation resistance

4.7.1 General

For filters fitted with a discharge resistor or varistor, this measurement can only be made with the discharge resistor or varistor disconnected. If the discharge resistor cannot be disconnected without the filter being destroyed, the test shall be omitted for lot-by-lot tests; for qualification approval and periodic tests, where the discharge resistor cannot be disconnected without the filter being destroyed, the sample shall consist of filters specially made without discharge resistors.

The method of applying the test voltage for Test C shall be given in the detail specification. For qualification testing, the foil method of 4.7.3.2 shall be used.

4.7.2 Measuring voltage

Before the measurement is made, the filters shall be fully discharged. Unless otherwise specified in the relevant specification, the insulation resistance shall be measured, at the d.c. voltage specified in Table 8.

Table 8 – DC voltage for insulation resistance

Voltage rating of the filter	Measuring voltage
$U_R < 10 \text{ V}$	$U_R \pm 10 \%$
$10 \text{ V} \leq U_R < 100 \text{ V}$	$(10 \pm 1) \text{ V}^a$
$100 \text{ V} \leq U_R < 500 \text{ V}$	$(100 \pm 15) \text{ V}$
$500 \text{ V} \leq U_R < 1\,000 \text{ V}$	$(500 \pm 50) \text{ V}$
$1\,000 \text{ V} \leq U_R < 1\,500 \text{ V}$	$(1\,000 \pm 100) \text{ V}$
When it can be demonstrated that the voltage has no influence on the measuring result, or that a known relationship exists, measurement can be performed at voltages up to the rated voltage (10 V shall be used in case of dispute).	

U_R is the rated voltage for use in defining the measuring voltage to be used under standard atmospheric conditions for testing.

4.7.3 Application of measuring voltage

4.7.3.1 General

The insulation resistance shall be measured between the measuring points defined in Table 9, specified in the relevant specification.

Test A, between terminations, applies to all filters, whether insulated or not. See Test A of Table 9.

Test B, internal insulation, applies to insulated filters in uninsulated metal cases. This test is not applicable to coaxial filters. See Test B of Table 9.

Test C, external insulation, applies to insulated filters in non-metallic cases or in insulated metal cases. For this test, the measuring voltage shall be applied using one of the three following methods as specified in the relevant specification. This test is not applicable to coaxial filters; it is applicable only to insulated filters in a non-metallic case or in an insulated metal case. See Test C of Table 9.

4.7.3.2 Foil method

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

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

For filters with unidirectional terminations, a minimum distance of 1 mm/kV, or 1 mm, whichever is greater, shall be maintained between the edge of the foil and each termination.

4.7.3.3 Method for filters with mounting devices

The filter shall be mounted in its normal manner on a metal plate, which extends at least 12,7 mm in all directions beyond the mounting face of the filter.

4.7.3.4 V-block method

The filter shall be clamped in the trough of a 90° metallic V-block of such size that the filter body does not extend beyond the extremities of the block.

The clamping force shall be such as to guarantee adequate physical contact between the filter and the block. The clamping force shall be chosen in such a way that no destruction or damage of the filter occurs.

The filter shall be positioned in accordance with the following:

- a) for cylindrical filters: the filter shall be positioned in the block so that the termination furthest from the axis of the filter is nearest to one of the faces of the block;
- b) for rectangular filters: the filter shall be positioned in the block so that the termination nearest the edge of the filter is nearest to one of the faces of the block.

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

4.7.4 Mean time to measuring

The insulation resistance shall be measured after the voltage has been applied for $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$ unless otherwise prescribed in the detail specification.

The measuring may be interrupted at the time that the value of the insulation resistance exceeds the limits of Table 10 or Table 11, which can be shorter than 60 s.

4.7.5 Temperature correction factor

When prescribed in the detail specification, the temperature at which the measurement is made shall be noted. If this temperature differs from $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, a correction shall be made to the measured value by multiplying it by the appropriate correction factor prescribed in the capacitor sectional specification for the relevant dielectric, or given in the detail specification.

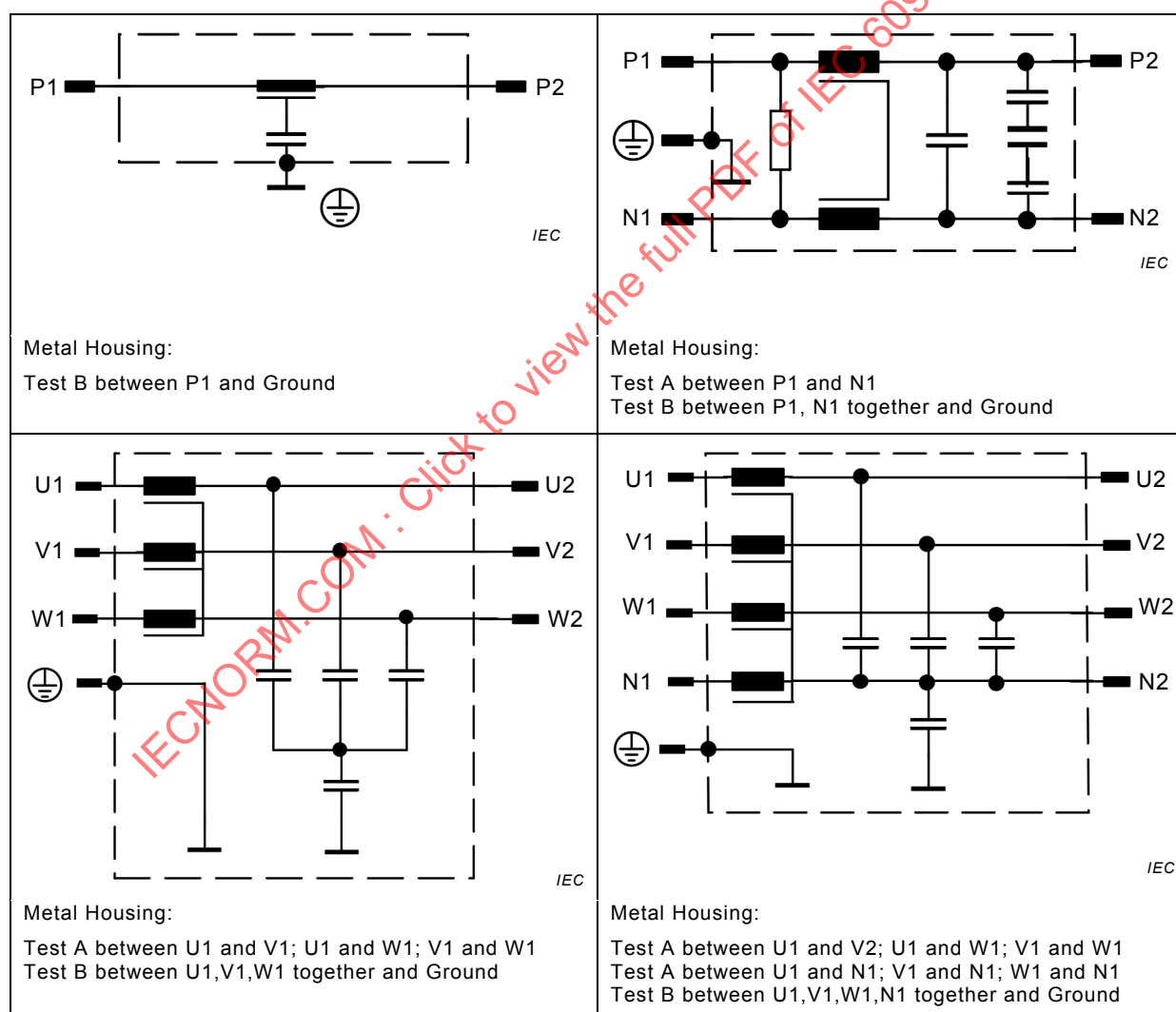
4.7.6 Information to be given in a detail specification

The relevant specification shall prescribe:

- a) the tests and the measuring voltage corresponding to each of these tests (see Table 9);
- b) the method of applying the voltage (one of the methods described in 4.7.3.2, 4.7.3.3 or 4.7.3.4);
- c) time of electrification if other than 1 min;
- d) any special precautions to be taken during measurements;
- e) any correction factors required for measurement over the range of temperatures covered by the standard atmospheric conditions for testing;
- f) the temperature of measurement if other than the standard atmospheric conditions for testing;
- g) the minimum value of insulation resistance for the various tests.

Table 9 – Measuring points

Tests	Description
A Between terminations	Between pairs of lines carrying the load current through the suppression components e.g. line-line or line-neutral.
B Internal insulation	Between each load current termination and the case (metal cased types only) or earth termination. It is allowed to connect all load terminations together.
C External insulation	Between the load current terminations connected together and the metal plate or foil or V-block (insulated cases not employing metal) or between case and metal plate or foil or V-block (insulated metal cased types only).
3-phase filters with Neutral: the Neutral shall be handled as current termination where the voltage is equal to the Line-Ground voltage (worst case by 2 phases open).	
NOTE See Figure 2 and Figure 3 for examples of the application of this table.	

**Figure 2 – Examples for the application of Tests A and B of Table 9**

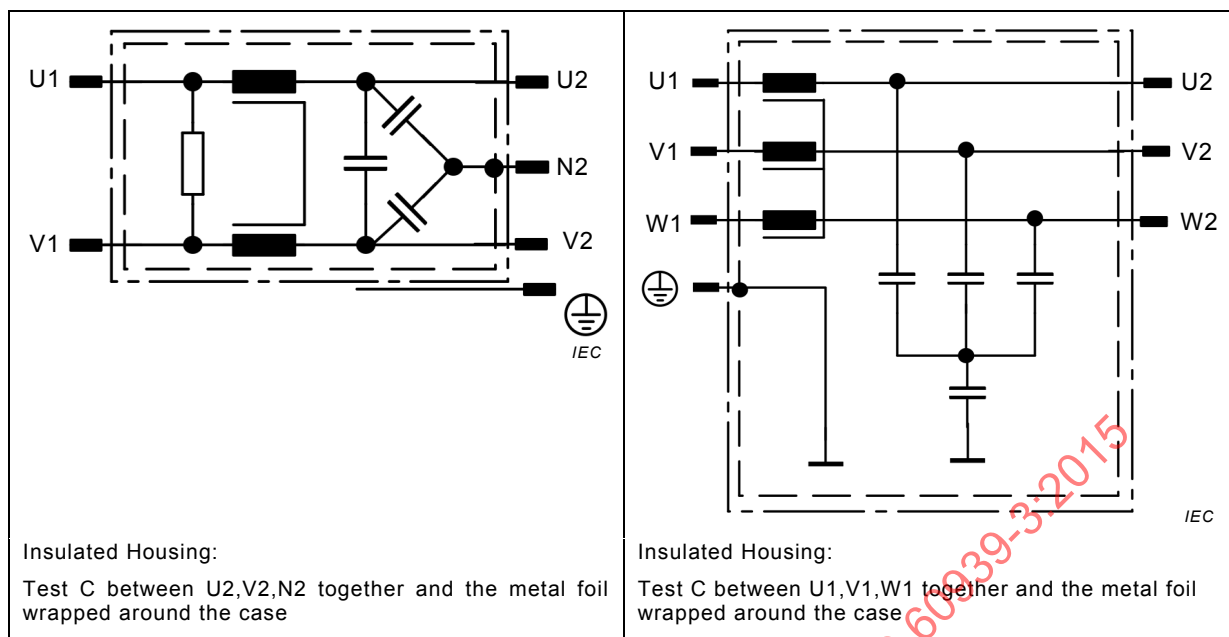


Figure 3 – Examples for the application of Test C of Table 9

4.7.7 Requirements

The insulation resistance shall exceed the values of Table 10 or Table 11 as appropriate.

Table 10 – Insulation resistance – Safety tests only

Test A		Test B or Test C
When $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N in s	When $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R in $\text{M}\Omega$	R in $\text{M}\Omega$
2 000 ^b	6 000	6 000
NOTE See Table 11.		

Table 11 – Insulation resistance – Safety and performance tests

Dielectric	Test A		Test B or Test C
	When $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N in s	When $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R in $\text{M}\Omega$	R in $\text{M}\Omega$
Paper ^{a, b}	2 000	6 000	6 000
Plastic	5 000	15 000	30 000
Ceramic	–	6 000	3 000

NOTE 1 In the tables above, C_N is the nominal capacitance and R the measured insulation resistance.

NOTE 2 For multistage filters, comprising multiple capacitor stages, the limit can be divided by the number of stages.

Limits more severe and related to the dielectric may be given in the detail specification for performance tests only, where possible by reference to the appropriate IEC Publication.

For capacitors having one termination connected to the case, the insulation resistance limits for Test A should be used.

For capacitors with a discharge resistor, measurement should be carried out with the discharge resistor disconnected. If the resistor cannot be disconnected without the capacitor being destroyed, the test should be omitted in Group A; and, for qualification approval and periodic tests, the test should be carried out on half of the specimens in the sample, which should consist of capacitors specially made without discharge resistors.

^a Also for mixed plastic/paper dielectrics.

^b For capacitors with ester-impregnated paper dielectric, the values in the last three columns of the table shall be replaced respectively by the values 500, 1 500 and 2 000.

4.8 Voltage proof

4.8.1 General

The test prescribed in this specification or in detail specification may be either a d.c. test or an a.c. test.

For filters fitted with overvoltage protectors, this test can only be made with those components disconnected.

4.8.2 Test procedure

When a voltage is applied for qualification approval and periodic tests, the voltage may be supplied from a transformer fed from a variable auto-transformer, and the voltage shall be gradually raised from zero to the test voltage. The test time shall be counted from the time the test voltage is reached. At the end of the test time, the test voltage shall be reduced to near zero and the filter capacitance discharged through a suitable resistor.

For lot-by-lot and 100 % testing, the voltage may be applied directly at the full test voltage, but care should be taken to avoid overvoltage peaks.

4.8.3 Applied voltage

The voltages given in Table 12 and Table 13 shall be applied between the measuring points of Table 9 for a period of 1 min for qualification approval and periodic testing and for a period of 2 s for lot-by-lot quality conformance testing. The time shall be measured from the time when 90 % of the test voltage appears across the test terminals.

The method of applying the test voltage for Test C shall be given in the detail specification. For qualification testing, the foil method of 4.7.3.2 shall be used.

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

Attention is drawn to the fact that for some tests it may be necessary for the detail specification to prescribe that resistors or varistors should be disconnected.

Table 12 – Voltage proof (filter connected to mains)

Type of insulation	Range of rated voltages line/line (Test A) or line/ground (Test B or C)	Test A	Test B or C	
			V a.c	V d.c.
Basic	< 150 V	4,3 U_R ¹⁾ d.c.	900	1 260
Basic	≥ 150 V ≤ 300 V		1 500	2 250
Basic	> 300 V $\leq 1\,000$ V		$2U_R + 1000$	$2.8\,U_R + 1400$
Double or reinforced	≥ 150 V ≤ 300 V		3 000	4 500
Double or reinforced	> 300 V $\leq 1\,000$ V		$2(2U_R + 1000)$	$2(2.8\,U_R + 1400)$
¹⁾ U_R is the rated a.c. voltage, but the test is V d.c. (Ex.: $U_R = 300$ V a.c.: $U_{\text{test}} = 1\,290$ V d.c.) All a.c. test voltages are a.c. and 50 Hz or 60 Hz, unless otherwise specified in the detail specification.				

Table 13 – Voltage proof (filter not connected to mains; e.g. d.c. filters)

Type of insulation	Range of rated voltages line/line (Test A) or line/ground (Test B or C)	Test A	Test B or C
Basic	$\leq 1\,500$ V	2,15 U_R d.c.	2,15 U_R d.c.
Double or reinforced	$\leq 1\,500$ V		

4.8.4 Tests

4.8.4.1 General

Depending on the construction of the filter, the test comprises one or more parts in accordance with Table 9 and the requirements of the relevant specification.

4.8.4.2 Test A – Between terminations

See Test A of Table 9.

4.8.4.3 Test B – Internal insulation

This test is not applicable to coaxial filters. See Test B of Table 9.

4.8.4.4 Test C – External insulation

4.8.4.4.1 General

This test is not applicable to coaxial filters; it is applicable only to insulated filters in a non-metallic case or in an insulated metal case. See Test C of Table 9.

For this test, the test voltage shall be applied using one of the three following methods as specified in the relevant specification:

4.8.4.4.2 Foil method

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

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

For filters with unidirectional terminations, a minimum distance of 1 mm/kV, or 1 mm whichever is greater, shall be maintained between the edge of the foil and each termination.

4.8.4.4.3 Method for filters with mounting devices

See 4.7.3.3.

4.8.4.4.4 V-block method

See 4.7.3.4.

4.8.5 Requirements

For each of the specified tests, there shall be no sign of flashover or permanent breakdown during the test period. Self-healing breakdowns are permitted if they are permitted for capacitive elements of filters.

4.8.6 Repetition of the voltage proof test

Attention is drawn to the fact that repeated application of the voltage proof test may cause permanent damage to the filter.

4.8.7 Information to be given in a detail specification

The relevant specification shall prescribe:

- a) the tests (see Table 9) and the test voltage corresponding to each of the tests;
- b) for the external insulation test (Test C), the method of applying the test voltage (one of the methods described in 4.8.4.4);
- c) the time for which the voltage is applied;

4.8.8 Requirements

There shall be no permanent breakdown or flash-over during the test period.

4.9 DC line resistance or voltage drop at rated current

4.9.1 General

The detail specification will prescribe which of the following two tests shall be used.

4.9.2 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.

4.9.3 Voltage drop at rated current

A d.c. current equal in value to the a.c. value of the rated a.c. current, unless otherwise specified in the detail specification, shall be passed through the filter between all pairs of line terminals where the circuit diagram indicates that there should be continuity.

After thermal stability has been reached (unless the detail specification prescribes measurement at the end of a specified period), the voltage drop shall be measured and shall not exceed the limit prescribed in the detail specification.

4.10 Discharge resistance

4.10.1 General

The resistance shall be measured as follows, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

Compliance is checked by test, carried out on a sample of 10 specimens from each individual used resistor within the filter. The resistor samples shall be separately submitted by the filter manufacturer.

4.10.2 Resistor Test

4.10.2.1 Initial measurement and test

The resistance of each sample shall be measured.

The resistance value shall correspond with the rated resistance taking into account the tolerance.

A voltage of $(4,3 * U)$ d.c., where U is the working voltage from the resistor in question within the filter, shall be applied for a period of 1 min between the terminations of the resistor. U is the a.c. working voltage, but the test is V d.c. (Ex.: $U = 300$ V a.c.: $U_{\text{test}} = 1\,290$ V d.c.).

For d.c. applications the test voltage shall be $(2,15 * U)$ d.c.

The samples are subjected to the damp heat test according to IEC 60068-2-78, with the following details:

- Temperature: $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Humidity: $93\% \pm 3\%$ relative humidity;
- Test duration: 21 days.

NOTE Resistors that have been subjected to a test duration longer than 21 days are considered to have met the test duration criteria.

4.10.2.2 Final inspection, measurements and requirements

Recovery shall be for 18 h to 26 h under standard conditions for measurement.

The resistors shall be visually examined according to 4.2.1. There shall be no visible damage.

The voltage proof test according to 4.8 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in the initial test. There shall be no permanent breakdown or flashover.

After this test, the value of resistance shall not differ more than 20 % from the value measured by the initial measurement.

Before the measurements are made, the resistor shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the resistor to reach this temperature.

No failure is allowed.

4.11 Robustness of terminations

4.11.1 General

The filters shall be subjected to tests Ua1, Ub, Uc and Ud of IEC 60068-2-21.

The test method and degree of severity to be used shall be specified in the detail specification.

The test for snap-on or other special terminations shall be specified in the detail specification

4.11.2 Test Ua1 – Tensile

The force applied shall be:

- for terminations other than wire terminations: 20 N;
- for wire terminations see Table 14.

Table 14 – Force for wire terminations

Nominal cross sectional area mm ²	Corresponding diameter of circular section wires mm	Force N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,07$	$0,25 < d \leq 0,3$	2,5
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,3 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$0,5 < S \leq 1,2$	$0,8 < d \leq 1,25$	20
$1,2 < S$	$1,25 < d$	40

4.11.3 Test Ub – Bending

This test is not applicable if, in the detail specification, the terminations are described as rigid. Otherwise, it shall be applied to half of the terminations of the sample.

Method 1 shall be used with two consecutive bends in each direction.

4.11.4 Test Uc – Torsion

This test is not applicable if, in the detail specification, the terminations are described as rigid, or if the filter has unidirectional terminations designed for printed circuit applications. Otherwise, it shall be applied to the other half of the terminations of the sample.

Method A, severity 2 (two successive rotations of 180°) shall be used.

4.11.5 Test Ud – Torque

This test is intended only for terminations with threaded studs or screws, and for threaded integral mounting devices. Unless otherwise specified by the detail specification the torque given in Table 15 shall be used.

Table 15 – Torque

Diameter of thread mm		Tightening torque Nm		
Metric standard values	Range of diameter	I	II	III
1,6	≤ 1,6	0,05	0,1	0,1
2,0	> 1,6 ≤ 2,0	0,1	0,2	0,2
2,5	> 2,0 ≤ 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 ≤ 3,0	0,25	0,5	0,5
-	> 3,0 ≤ 3,2	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 ≤ 3,6	0,4	0,8	0,8
4,0	> 3,6 ≤ 4,1	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 ≤ 4,7	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 ≤ 5,3	0,8	2,0	2,0
6	> 5,3 ≤ 6,0	1,2	2,5	3,0
8	> 6,0 ≤ 8,0	2,5	3,5	6,0
10	> 8,0 ≤ 10,0	-	4,0	10,0
12	> 10,0 ≤ 12,0	-	-	14,0
14	> 12,0 ≤ 15,0	-	-	19,0
16	> 15,0 ≤ 20,0	-	-	25,0
20	> 20,0 ≤ 24,0	-	-	36,0
24	≤ 24	-	-	50,0
Column I	Applies to screws without heads which, when tightened, do not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the root diameter of the screw.			
Column II	Applies to nuts and screws which are tightened by means of a screwdriver.			
Column III	Applies to nuts and screws which can be tightened by means other than a screwdriver.			

4.11.6 Visual examination

After each of these tests the filters shall be visually examined according to 4.2.1. There shall be no visible damage.

4.12 Resistance to soldering heat

4.12.1 Applicability of the test

This test is not applicable to filters with flexible insulated leads longer than 50 mm, or to filters with terminations (such as snap-on contacts) not intended to be soldered.

4.12.2 Pre-measurement

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.12.3 Test conditions

There shall be no pre-drying.

4.12.4 Test severity

The filters shall undergo Test Tb of IEC 60068-2-20 with the following requirements:

- a) for filters designed for use on printed boards, and for filters not designed for use on printed boards, but with leads longer than 4 mm, as indicated in the detail specification, Method 1 shall be used with a temperature of $(260 \pm 3) ^\circ\text{C}$ and a duration of $(5 \pm 0,5) \text{ s}$ or $(10 \pm 1) \text{ s}$, as specified in the detail specification. The depth of immersion from the seating plane shall be 2,0 mm to 2,5 mm, using a thermal insulating screen of $1,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ thickness;

Duration shall be specified in the detail specification.

- b) for other filters Method 2 shall be used. The relevant specification shall specify, which soldering iron bit size shall be used.

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

4.12.5 Intermediate inspection, measurements and requirements

The measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Group 1A and before the remainder of the tests of Group 1.

The filters shall be visually examined according to 4.2. There shall be no visible damage.

The d.c. line resistance or voltage drop shall be measured according to 4.9. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

4.13 Solderability (for performance only)

4.13.1 General

This test may be carried out on electrically defective filters or detached terminations provided they have received all the processing which would be carried out on a completed filter.

This test is applicable only to terminations intended for soldering, as prescribed in the detail specification

4.13.2 Test method

Filters shall be subjected to Test Ta of IEC 60068-2-20 using one of the two test methods prescribed.

4.13.3 Test conditions

Ageing of 4 h dry heat at 155 °C shall be applied unless the detail specification specifies no ageing, or a different ageing procedure is specified in the detail specification.

4.13.4 Requirements

4.13.4.1 Method 1 – Solder bath

When the solder bath method (Method 1) is specified, the following requirements apply:

- bath temperature: 245 °C ± 3 °C;
- immersion time: 3,0 s ± 0,3 s.

Depth of immersion (from seating plane or component body):

- a) all filters except those of b) below: $2_{-0,5}^0$ mm, using a thermal insulating screen of 1,5 mm ± 0,5 mm thickness;
- b) filters indicated by the detail specification as being not suitable for use on printed circuit boards: $3,5_{-0,5}^0$ mm.

NOTE Refer to Table 1 of IEC 60068-2-20:2008 for other alloy composition than Sn96,5Ag3Cu.

4.13.4.2 Method 2- Soldering iron at 350 °C

This method provides a procedure for assessing the solderability of terminations in cases where the solder bath method is impracticable. It applies to lead containing and lead-free solder alloys.

When method 2 is used, a soldering iron of size A shall be used.

4.13.5 Final measurements and requirements

Inspection shall be carried out under adequate light with normal eyesight or with the assistance of a magnifier capable of giving a magnification of 4 × to 25 ×, depending on the size of objects.

The specimens shall be visually examined and, if required by the relevant specification, electrically and mechanically checked.

The dipped surface relevant for soldering shall be covered with solder coating with no more than small amounts of scattered imperfections such as pin-holes or un-wetted or de-wetted areas. All leads shall exhibit a continuous solder coating free from defects for a minimum of 95% of the critical area of any individual lead. For solder alloys containing lead, solder shall be smooth and bright.

4.14 Rapid change of temperature (for performance only)

4.14.1 Pre-measurements

The measurements prescribed in the detail specification shall be made.

4.14.2 Test method

The filters shall be subjected to Test Na of IEC 60068-2-14 using the degree of severity as prescribed below:

Number of cycles: 5

Duration of exposure at the temperature limits:

30 min for mass $\leq$ 25 g;

3 h for mass $>$ 25 g.

4.14.3 Final inspection

The filters shall be visually examined according to 4.2.1 and there shall be no visible damage. The measurements prescribed in the detail specification shall then be made.

4.15 Vibration (for performance only)

4.15.1 Pre-measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.15.2 Test method

The filters shall be subjected to Test Fc of IEC 60068-2-6.

4.15.3 Test conditions

Endurance by sweeping shall be applied. The preferred severity is:

Frequency range: 10 Hz to 150 Hz

Amplitude: 20 m/s²

Number of sweep cycles in each axis: 20

The detail specification shall prescribe the mounting method to be used. For filters with axial leads which are intended to be mounted by the leads, the distance between the body and the mounting point shall be $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

4.15.4 Intermediate inspection

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

4.15.5 Final Inspection

After the test, the filters shall be visually examined as specified in 4.2.1. There shall be no visible damage. When filters are tested as specified in 4.15.3, the requirements shall be stated in the detail specification in terms of the method prescribed.

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

4.16 Shock (for performance only)

4.16.1 Pre measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.16.2 Test method

The filters shall be subjected to Test Ea of IEC 60068-2-27 using the mounting method and the severity prescribed in the detail specification.

4.16.3 Test conditions

The mounting method and the severity shall be specified in the detail specification.

The severities given in Table 16 are preferred.

Pulse shape: half sine.

Table 16 – Preferred severity

Peak acceleration		Corresponding duration of the pulse	Number of shocks in each direction
m/s ²	g _n		
150	15	6	3

4.16.4 Final Inspection

After the test, the filters shall be visually examined according to 4.2.1. There shall be no visible damage. When filters are tested as specified in 4.16.3, the requirements shall be stated in the detail specification in terms of the method prescribed.

4.17 Container sealing (for performance only)

4.17.1 General

This test is applicable only if prescribed in the detail specification.

4.17.2 Test conditions

The filters shall be subjected to either Test Qc or to Test Qd of IEC 60068-2-17, as appropriate. Unless otherwise specified in the detail specification, Method 2 shall be used when Test Qc is employed.

4.17.3 Requirements

During or after the test, as applicable, there shall be no evidence of leakage.

4.18 Climatic sequence

4.18.1 General

For safety testing only dry heat (4.18.3) and cold (4.18.5) tests shall be performed.

In the climatic sequence, an interval of maximum 3 days is permitted between any of the tests, except that the cold test shall be applied immediately after the recovery period for the first cycle of the damp heat, cyclic, Test Db.

4.18.2 Initial measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.18.3 Dry heat

The filters shall be subjected to Test Bb of IEC 60068-2-2 for 16 h, using the degree of severity of the upper category temperature, as prescribed in the detail specification.

After conditioning, the filters shall be removed from the chamber and exposed to standard atmospheric conditions for testing for not less than 4 h.

No measurements are required at the upper category temperature.

4.18.4 Damp heat, cyclic

The filters shall be subjected to the test described in Clause 4, severity b) of IEC 60068-2-30:2005 for one cycle of 24 h. Unless variant 1 is prescribed in the relevant specification, variant 2 shall be used.

After recovery the filters shall be subjected immediately to the cold test.

4.18.5 Cold

The filters shall be subjected to Test Ab of IEC 60068-2-1 for 16 h, using the degree of severity of the lower category temperature as prescribed in the relevant specification.

After conditioning, the filters shall be removed from the chamber and exposed to standard atmospheric conditions for testing for not less than 4 h.

No measurements are required at the lower category temperature.

4.18.6 Low air pressure

This test is only performed if required in the detail specification. It is not normally specified for mains filters.

The filters shall be subjected to Test M of IEC 60068-2-13 using the appropriate degree of severity prescribed in the relevant specification. The duration of the test shall be 10 min, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

The test shall be made at a temperature of 15 °C to 35 °C and a pressure of 8 kPa, unless otherwise specified in the detail specification.

For filters with a rated voltage exceeding 200 V while at the specified low pressure, the rated voltage shall be applied to terminations as prescribed in the relevant specification for the last 1 min of the test period, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

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

4.18.7 Damp heat, cyclic, remaining cycles

The filters shall be subjected to the test described in Clause 5, severity b) of IEC 60068-2-30:2005 for the number of cycles of 24 h as indicated in Table 17, under the same conditions as for the first cycle. See 4.18.4.

Table 17 – Number of cycles

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

4.18.8 Final inspection, measurements and requirements

Recovery shall be for 18 h to 26 h under standard conditions for measurement.

The filters shall be visually examined according to 4.6. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.8 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 12 or Table 13. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.7. The value shall exceed 50 % of the applicable limit given in Table 10.

The d.c. line resistance or voltage drop shall be measured according to 4.9. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

The inductance shall be measured according to 4.2. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

The capacitance shall be measured according to 4.5. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

4.19 Damp heat, steady state

4.19.1 Pre-measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

4.19.2 Test method

The filters shall be subjected to the procedure of Test Cab of IEC 60068-2-78 using the degree of severity corresponding to the climatic category of the filter as indicated in the detail specification. When specified in this specification, the detail specification may specify the application of a polarizing voltage during the whole period of damp heat conditioning.

4.19.3 Test conditions

No voltage shall be applied unless otherwise specified in the detail specification.

When voltage application is prescribed, U_R shall be applied to one half of the sample and no voltage shall be applied to the other half of the sample.

4.19.4 Final inspection, measurements and requirements

Recovery shall be for 18 h to 26 h under standard conditions for measurement.

The filters shall be visually examined according to 4.2.1. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.8 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 12 or Table 13. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.7. The values for Test A, B and C shall not be less than 3,5 MΩ.

The d.c. line resistance or voltage drop shall be measured according to 4.9. The value shall be within the limit prescribed in Group 2 of the detail specification.

The inductance shall be measured according to 4.3. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

The capacitance shall be measured according to 4.5. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

4.20 Temperature rise

4.20.1 General

This test is applicable only to filters with a rated current >0,5 A. See Table 3 and Table 4, footnotes d) and e).

The purpose of the test is to show that the maximum working temperature of the internal insulation, or of the inductive, capacitive or resistive elements is not exceeded.

4.20.2 Test method

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

The filter shall be placed in a chamber maintained at the ambient temperature within ± 3 °C of the rated temperature of the filter, and the rated current shall be applied. The duration of the test shall be sufficient for the specimen to reach temperature stability.

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

Alternatively, in case of filter sizes with bigger length, deep or height than 300mm, the terminals included, the filter maybe placed outside the chamber. The difference between the room temperature and the rated temperature has to be added to the measured temperatures.

After thermal equilibrium has been reached, the internal temperature of the filter and the temperature of the case at its hottest point shall be measured.

The internal temperature of the filter shall not exceed the requirements as given in Table 18. The case temperature shall not exceed the maximum temperature specified in the detail specification.

4.20.3 Test description

If the filter has a non-zero maximum current at upper category temperature, half the specimens shall be tested at the upper category temperature with the maximum current for that temperature and the other half of the specimens shall be tested at the rated temperature with the rated current. If the maximum current at upper category temperature is specified in the detail specification as zero then all the specimens shall be tested at rated temperature with the rated current.

The filters shall be connected to a power-supply in such a way that all lines carry the test current at the same time.

The test shall be conducted at the rated current and frequency and the filter is supplied by a low voltage source.

NOTE Filters for dc-applications could be tested with a.c. current equal to the a.c. value of the nominal rating.

3-phase-filters could be connected either to a 3-phase-supply system or with all terminals looped and connected in series to a single phase supply system. When testing 3-phase-filters, having an additional neutral line that contains different winding data, two different test runs shall be carried out:

- a) the test current shall be passed through all three phases¹, neutral excluded;
- b) the test current shall be passed through two phases and neutral² (one phase excluded).

The filter shall be placed in a chamber maintained at temperature within ± 3 °C of the rated temperature. The test a.c. current or a d.c. current equal to the a.c. value of the test a.c. current shall be applied.

After thermal equilibrium has been reached, the internal temperature of filters with rated current up to 36 A should be determined by using the resistance method. In addition, the temperature of terminals and pins of appliance inlets, and components such as inductors, capacitors and varistors shall be measured by means of the thermocouple method.

In case of filters with rated current >36 A, the thermocouple method shall be used to determine the temperature of terminals and pins of appliance inlets, and components such as inductors, capacitors and varistors. The resistance method for these filters is optional.

In agreement with the manufacturer, a specially prepared filter equipped with thermocouples may be submitted for testing.

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:

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

$$T_2 = R_2 / R_1 (225 + T_1) - (T_3 - T_1) - 225 \quad (\text{for aluminum}).$$

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 or lead-through elements the appropriate formula shall be stated in the detail specification.

¹ Covers normal operation.

² Covers the worst case: one phase disconnected.

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 temperature of the hottest part of the case shall also be measured, preferably with an attached thermocouple.

NOTE As T_2 is intended to be the internal temperature when the filter 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.

4.20.4 Requirements

The requirements are the same for the test carried out at upper category temperature and at rated temperature.

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 that specified in Table 18 for the lowest class of insulation contained within the filter or higher than the upper category temperature of any internal inductive, capacitive or resistive elements and other components.

The temperature of the hottest part of the case shall not exceed the upper category temperature or a higher temperature if this is prescribed in the detail specification. Attention is also drawn to the marking requirement subclause 1.5.3 k).

NOTE If a higher temperature is prescribed, this has implications for the temperature at which the endurance test is carried out. See 4.25.3 and 4.25.4.

Table 18 – Maximum temperatures

Part	Maximum Temperature ($T_{\max}$) °C
Windings, if the winding insulation according to IEC 60085 is:	
– class 105 (A)	90
– class 120 (E)	105
– class 130 (B)	120
– class 155 (F)	130
– class 180 (H)	155
– class 200 (N)	180
– class 220 (R)	200
– class 250 (C)	220
Components	according to the relevant IEC standard
Pins of appliance inlets according to IEC 60320-1::	
– for very hot conditions	155
– for hot conditions	120
– for cold conditions	70
Bare Terminals (Terminal material) according to IEC 60947-1:	
– Bare copper	100
– Bare brass	105

Part	Maximum Temperature (T_{max}) °C
– Tin plated copper or brass	105
– Silver plated or nickel plated copper or brass	110
– Other metals	a
^a Temperature limits to be based on service experience or life tests but not to exceed 105 °C.	

4.21 Current overload

4.21.1 Pre-measurements

The measurements prescribed in the detail specification shall be made.

4.21.2 Test method

The filter shall be mounted in the manner specified in the relevant specification in free air at an ambient temperature not less than 20°C.

Filters without integral overcurrent protection shall be tested with 135 % of its rated current unless a larger value is specified in the relevant specification. For a filter with integral overcurrent protection, the overload current shall be 135 % of the overcurrent protective device rating.

The overload test current is to be applied for 1 hour for test currents up to 81 A and 2 hours for test currents greater than 81 A. The integral overcurrent protective device shall be shunted out of the circuit for this test.

4.21.3 Final inspection, measurements and requirements

Immediately after the test the insulation resistance shall be measured according to 4.7. The values for Test A, B and C shall not be less than 3,5 MΩ.

The filters shall be visually examined according to 4.2.1. There shall be no evidence of ignition, no sealant leakage, no cracking, no breakage or similar physical damage and any marking shall be legible.

4.22 Leakage current

The calculation of leakage current is given in the Annex A.

4.23 Protective conductor resistance

A current derived from a source having a no-load voltage not exceeding 12 V (a.c. or d.c.) and a current of at least with a minimum of 25 A is passed between the earthing terminal or earthing contact and each of the accessible metal parts in turn.

The voltage drop between the earthing terminal of the appliance or the earthing contact of the appliance inlet and the accessible metal part is measured. The resistance calculated from the current and this voltage drop shall not exceed 0,1 Ω.

NOTE 1 In case of doubt, the test is carried out until steady conditions have been established.

NOTE 2 In some countries, the term "Grounding Continuity" is used instead of "protective conductor resistance".

4.24 Impulse voltage

4.24.1 General

This test is to be carried out as a sequence with the endurance test described in 4.25.

4.24.2 Initial measurements

Initial measurements have been made in Group 0 of Table 3 and Table 4.

4.24.3 Test conditions

Filters shall be submitted to an impulse voltage test.

Each individual filter shall be subjected to a maximum of 24 impulses of the same polarity. The time between impulses shall not be less than 10 s. The peak value of the voltage impulse shall be as given in Table 1 and Table 2.

The front time t_r is defined as:

$$t_r = (t_{90} - t_{30}) \times 1,67 \text{ according to 18.1.4 of IEC 60060-1:2010.}$$

For the definition of the time to half-value t_d see 18.1.6 of IEC 60060-1:2010.

The waveform will be determined by the test circuit parameters. Details of the test circuit are given in Annex C.

Before use, the functioning of the circuit shall be checked using C_X values of 0,01 μF and 0,1 μF , and the values for the other circuit elements as given in Table C.1. The front time t_r and time to half-value t_d shall be within 0 % + 50 % of the values given in Table C.2. The capacitors C_X used for this check should not be high permittivity ceramic.

If the waveform from the check shows a damped oscillation, the peak-to-peak value of this oscillation, U_{pp} , shall not be greater than 10 % of the peak voltage of the impulse U_{CR} (see Figure 4).

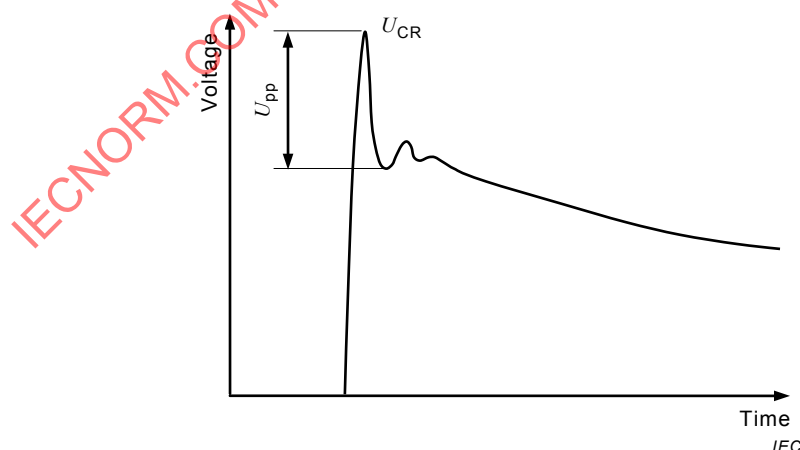


Figure 4 – Impulse wave form

4.24.4 Requirements

There shall be no permanent breakdown or flashover.

If any three successive impulses are shown by the oscilloscope monitor to have had a waveform indicating that no self-healing breakdowns or flashovers have taken place in the filter, then no further impulses shall be applied and the filter shall be counted as conforming.

If all 24 impulses have been applied to the filter and three or more of them are of a waveform indicating that no self-healing breakdowns or flashovers have occurred then the filter shall be counted as conforming, but if less than three impulses are of the required waveform then the filter shall be counted as a non-conforming item.

4.25 Endurance

4.25.1 General

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

4.25.2 General test conditions

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

The duration of the test, the value(s) of the applied voltage, current, and the chamber temperature(s) at which it shall be conducted, shall be prescribed in the relevant specification.

The filters shall be placed in the test chamber in such a manner that no extra heating of the filters occurs, with a minimum distance of 25 mm between them.

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

After the specified period, the filters shall be allowed to recover under standard atmospheric conditions for testing.

4.25.3 Test conditions – current test

This test is not applicable to filters with rated current > 0,5 A. See Table 3 and Table 4, footnotes d), e) and f).

This test is omitted if a combined voltage/current endurance test is carried out according to 4.25.6.

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

After the chamber has been stabilised at the test temperature, the test current shall be passed through the filters. The frequency of the test current shall be 50 Hz or 60 Hz unless the detail specification specifies that the rated frequency shall be used. If the detail specification specifies a non-zero current at upper category temperature, then half the sample shall be tested at 1,1 times this current at the upper category temperature and half at 1,1 times the rated current at the rated temperature; otherwise the whole sample shall be tested at 1,1 times the rated current at the rated temperature.

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

After 1 000 h, the filters shall be allowed to recover for 1 h to 26 h and shall then meet the requirements of 4.25.7.

4.25.4 Test conditions – voltage test, terminations/case

This test is not applicable for filters without Y-capacitors (in a plastic or metal case). For filters where one terminal is the metal case, e.g. feed-through-filters, see 4.25.5.

The filters shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at the upper category temperature, unless a higher temperature has been specified in 4.20.3, when the endurance test shall be carried out at this higher temperature. The voltage applied shall be $1,7 U_R$ at 50 Hz or 60 Hz, except that once every hour the voltage shall be increased to voltage U_S r.m.s. for 0,1 s, where $U_S = 1,5 \times U_R$ or 1 000V r.m.s., whichever is higher. Each of these voltages shall be applied to each filter individually between the line terminals connected together and the case and earth terminal connected together through a resistor of $47 \Omega \pm 5 \%$. The circuit is shown in Annex D.

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 filter before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over to U_S r.m.s. and back does not exceed 30 s.

d.c. filters using d.c. rated voltage instead of U_R , without voltage increased to U_S .

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

After 1 000 h, the filters shall be allowed to recover for 1 h to 26 h and shall then meet the requirements of 4.25.7.

4.25.5 Test conditions – voltage test between terminations

This test is omitted if a combined voltage/current endurance test is carried out according to 4.25.6. The filters shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at the upper category temperature, unless a higher temperature has been specified in 4.25.3, when the endurance test shall be carried out at this higher temperature. The voltage applied shall be $1,25 U_R$ at rated frequency, except that once every hour the voltage shall be increased to voltage U_S r.m.s. for 0,1 s, where $U_S = 1,5 \times U_R$ or 1 000V r.m.s., whichever is higher. Each of these voltages shall be applied to each filter individually across the terminals designed to be connected to the mains supply through a resistor of $47 \Omega \pm 5 \%$. For frequencies of test voltage above 100 Hz a resistor of lower value than 47Ω may be prescribed by the detail specification. The circuit is shown in Annex D.

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 filter before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over to U_S r.m.s. and back does not exceed 30 s.

d.c. filters using d.c. rated voltage instead of U_R , without voltage increased to U_S .

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

After 1 000 h, the filters shall be allowed to recover for 1 h to 26 h and shall then meet the requirements of 4.25.7.

4.25.6 Test conditions – combined voltage/current tests

For some types of filter, such as coaxial lead-through filters, it is possible without difficulty to apply both test voltage and current to the filter at the same time. The circuit shall be arranged so that the current is applied continuously during the voltage switching described in Annex D. If prescribed in the detail specification, a combined endurance test of 1 000 h may be carried out instead of the tests of 4.25.3 and 4.25.5 using the number of samples appropriate for the test of 4.25.4. The filters shall be mounted as in 4.25.2. Half of the sample shall be tested at the rated temperature, with 1,1 times the rated current; the other half shall be tested at the upper category temperature, with 1,1 times the specified current at the upper category temperature (which current may be zero). For both halves of the sample, a voltage shall also be applied as prescribed in 4.25.5, if a capacitor of Class X is under test, or as in 4.25.4, if a capacitor of Class Y is under test.

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

After 1 000 h the filters shall be allowed to recover for 1 h to 26 h and shall then meet the requirements of 4.25.7.

4.25.7 Final inspection, measurements and requirements

The filters shall be visually examined according to 4.2.1. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.8 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 12. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.7. The value shall exceed 50 % of the applicable limit given in Table 10.

The d.c. line resistance or voltage drop shall be measured according to 4.9. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

The inductance shall be measured according to 4.3. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

The capacitance shall be measured according to 4.5. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

4.26 Charge and discharge (for performance only)

4.26.1 General

In order to connect the filter as a capacitor, as required for the test, each supply input termination shall be electrically connected to its corresponding output termination, and the measurements made across the supply terminations.

4.26.2 Test circuits and wave forms

Suitable test circuits are shown in Figure 5 and Figure 6.

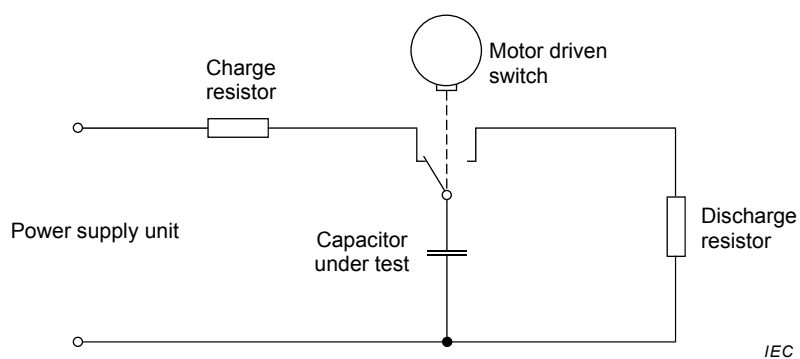


Figure 5 – Relay circuit

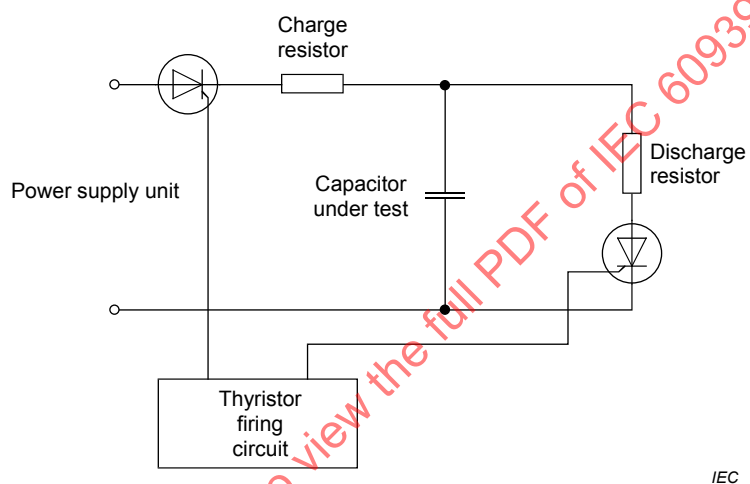


Figure 6 – Thyristor circuit

The voltage and current waveforms across and through the filter under test are approximately as in Figure 7.

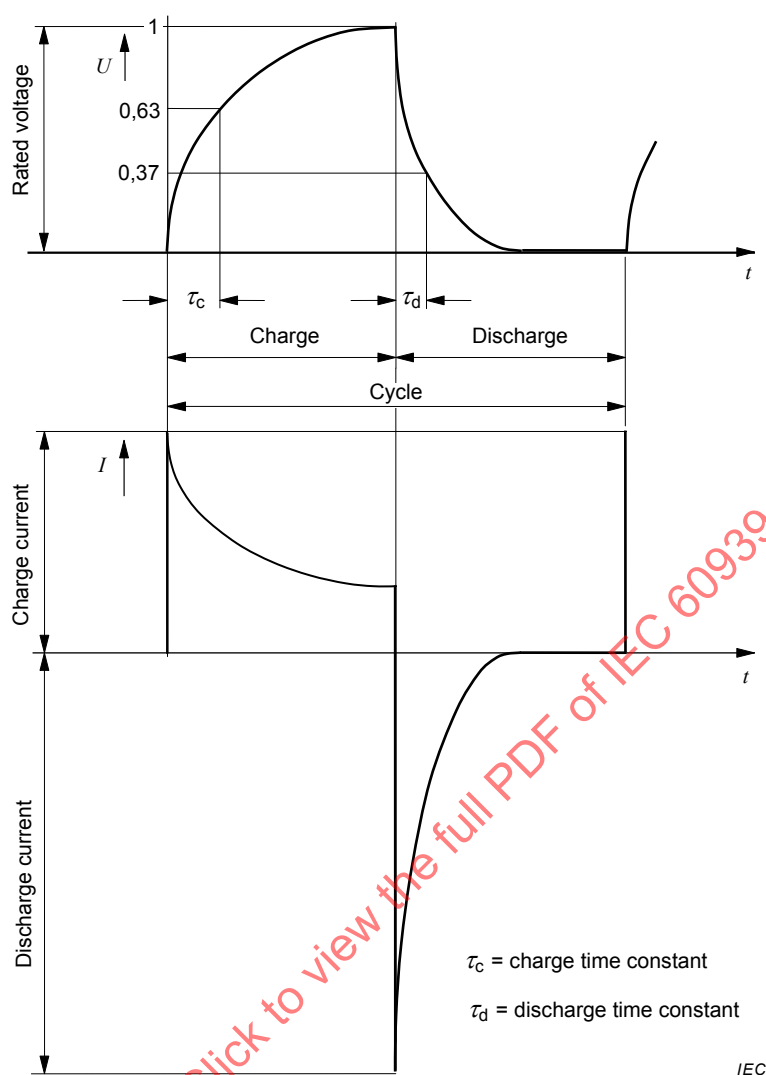


Figure 7 – Voltage and current waveforms

4.26.3 Information given in detail specification

The following information shall be given in the detail specification:

- the charge time constant arising from the internal resistance of the power supply, the resistance of the charge circuit and the capacitance of the filter under test;
- the discharge time constant arising from the resistance of the discharge circuit and the capacitance of the filter under test;
- the voltage to be applied during the charge period if different from the rated voltage;
- the number of cycles of the test;
- the duration of the charge period;
- the duration of the discharge period;
- the repetition rate (cycles per second);
- test temperature, if different from standard atmospheric conditions for testing.

4.26.4 Initial measurements

The capacitance shall be measured in accordance with 4.5.

4.26.5 Test conditions

The filters shall be subjected to 10 000 cycles of charge and discharge at the rate of approximately one operation per second.

Each cycle shall consist of charging and discharging the filter. For a.c. rated filters the test voltage shall be

$$\sqrt{2} \times U_R$$

Each filter shall be individually charged by applying the test voltage through a resistor with the value

$$R = (220 \times 10^{-6})/C \quad \Omega$$

or the value required to limit the charge current to 1 A (or to the higher current value given in the detail specification) whichever resistance value is the greater. C is the capacitance in farads measured in 4.26.4.

Each filter shall be individually discharged through a resistor of such a value that the rate of change of voltage (dU/dt) shall not be less than 100 V/ μ s or greater than 130 V/ μ s.

If it is impossible to achieve a discharge rate of 100 V/ μ s because of internal resistance in the filter, the filter shall be discharged through a short circuit.

4.26.6 Final measurements and requirements

The filter connected as a capacitor shall be measured and shall meet the requirements of Table 19.

Table 19 – Measurements and requirements after charge and discharge

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirement
Capacitance	4.5	The difference between the capacitances measured finally and in 4.26.4 shall not exceed 10 %.
Insulation resistance	4.7	Greater than 50 % of the applicable limits of Table 10.

4.27 Passive flammability

4.27.1 General

If the filter is within a closed metal case without ventilation slots, this test is not required.

4.27.2 Test method

4.27.2.1 General

The filters shall undergo the needle flame test of IEC 60695-11-5, with the following requirements:

4.27.2.2 Test specimen

Three specimens of each case size contained in the test sample shall be tested.

4.27.2.3 Test description

The specimen under test shall be held in the flame in the position where it is most likely to burn. It may be necessary to establish this position by a preliminary experiment. Each specimen shall be exposed only once to the flame. For the time of exposure, see Table 20.

The burning time shall not be exceeded as given in Table 20 for the specimen volume and the category of flammability as prescribed in the relevant specification. The tissue paper under the specimen shall not ignite.

Table 20 – Categories of flammability

Category of flammability	Flame exposure time, in seconds, for specimen volume ranges				Max. burning time s	Additional requirements
	volume ≤ 250	250 < volume ≤ 500	500 < volume ≤ 1 750	Volume > 1 750		
A	15	30	60	120	3	Burning droplets or glowing parts falling down shall not ignite the tissue paper
B	10	20	30	60	10	
C	5	10	20	30	30	

4.28 Active flammability

This test is not applicable to filters that do not incorporate capacitors.

This test is not required for filters that incorporate capacitors that have been qualified to the detailed specification under 4.18 of IEC 60384-14:2013.

If the filter is within a closed metal case without ventilation slots, this test is not required regardless of the capacitors used.

If capacitors which do not follow 4.18 of IEC 60384-14:2013 are used in a filter without metal case, the test according to 4.18 of IEC 60384-14:2013 shall be conducted on the individual capacitors in turn after they have been removed from the filter.

4.29 Solvent resistance of the marking

4.29.1 General

This test is applicable only if prescribed in the detail specification.

4.29.2 Test description

The filters shall be subjected to Test XA of IEC 60068-2-45 with the following details:

- solvent to be used: see 3.1.2 of IEC 60068-2-45:1980 and Am1 ed1.0:1993;
- solvent temperature: 23 °C ± 5 °C;
- conditioning: method 1 (with rubbing);
- rubbing material: cotton wool;
- recovery time: not applicable unless otherwise stated in the detail specification.

4.29.3 Requirements after test

After the test, the marking shall be legible.

4.30 Component solvent resistance (for performance only)

4.30.1 General

This test is applicable only if prescribed in the detail specification.

4.30.2 Initial measurements

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

4.30.3 Test description

The filters shall be subjected to Test XA of IEC 60068-2-45 with the following details:

- a) solvent to be used: see 3.1.2 of IEC 60068-2-45:1980 and Am1 ed1.0:1993;
- b) solvent temperature: $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- c) conditioning: method 2 (without rubbing);
- d) rubbing material: not applicable;
- e) recovery time: 48 h unless otherwise stated in the detail specification.

4.30.4 Final measurements

The measurements prescribed in the detail specification shall then be made and the specified requirements shall be met.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-3:2015

Annex A (informative)

Calculation of leakage current

A.1 General

The leakage current of an electromagnetic interference suppression filter unit is a current flowing to earth or to an extraneous-conductive-part in a faultless circuit. This current can have a capacitive component, especially caused by the use of capacitors.

The leakage current calculated according to this standard is a theoretical value. Its declaration in datasheets enables customers to compare filters. The real leakage current in any application cannot be specified, as it depends on many parameters.

The calculation is made with rated values according to the following formulas of the four typical capacitor stages. In the case of more than one of these stages, the leakage currents of each stage are added up.

Other leakage currents such as touch currents and protective conductor currents shall be determined according to the relevant standard (e.g. IEC 60990).

Attention is to spend to the calculated result by using of ceramic capacitors: There is a typical change of capacitance as function of the voltage.

A.2 Calculation of leakage current for 1-line filters

Neglecting parasitic parameters of components and neglecting impedances of mains and protective conductor results in the equivalent circuit given in Figure A.1.

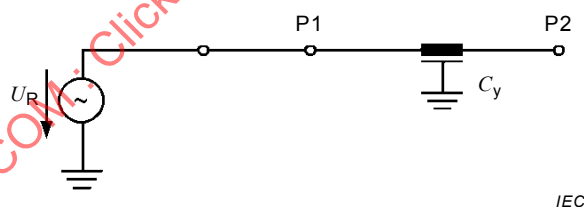


Figure A.1 – Leakage current for 1-line filters

The leakage current of 1-line filters is calculated as shown in the following equation:

$$I_{LK} = 2\pi \cdot f_R \cdot U_R \cdot C_y \quad (\text{A.1})$$

where

- I_{LK} is the leakage current;
- f_R is the rated frequency;
- U_R is the rated voltage;
- C_y is the nominal capacitance to ground.

In case of using ceramic capacitors the calculated result shall be multiplied by factor 1,8.

A.3 Calculation of leakage current for 2-line filters

Neglecting parasitic parameters of components and neglecting impedances of mains and protective conductor results in the equivalent circuit given in Figure A.2.

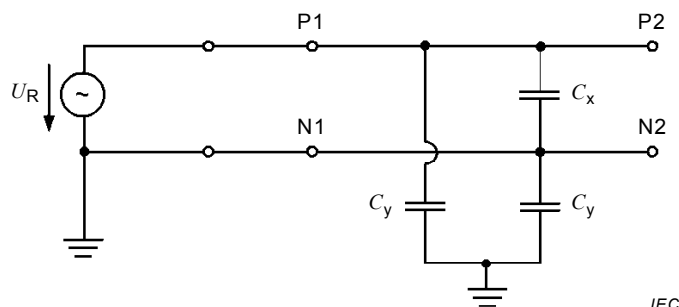


Figure A.2 – Leakage current for 2-line filters

The leakage current of 2-line filters is calculated as shown in the following equation:

$$I_{LK} = 2\pi \times f_R \times U_R \times C_y \quad (\text{A.2})$$

where

- I_{LK} is the leakage current;
- f_R is the rated frequency;
- U_R is the rated voltage;
- C_y is the nominal capacitance to ground.

In case of using ceramic capacitors the calculated result shall be multiplied by factor 1,8.

A.4 Calculation of leakage current for 3-line filters

Neglecting parasitic parameters of components, and impedances of mains and protective conductor, result in the equivalent circuit given in Figure A.3. The unbalance and the resulting voltage U_{NM} between the star point and the protective conductor is crucial for the leakage current in this case.

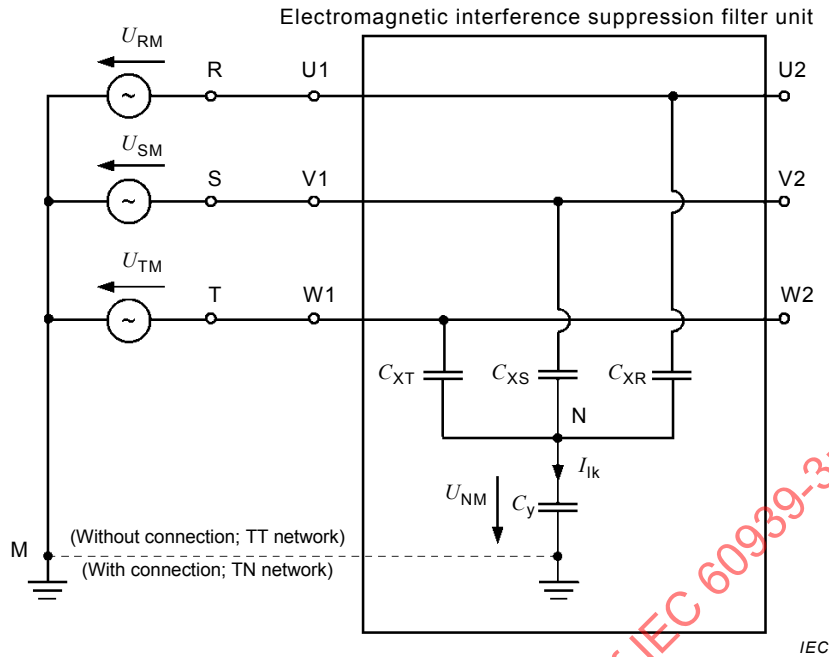


Figure A.3 – Leakage current for 3-line filters

Since EN 50160:2000-03 states that “a.c. values of the negative phase sequence component of the supply voltage shall be within the range 0 % to 2 % of the positive phase sequence component” the leakage current is determined with a 2 % unbalance of the network. This unbalance is achieved by raising a phase voltage by 6 % with respect to the other two voltages. For 3-line filters the leakage current results from:

$$I_{LK} = 2\pi \cdot f_R \cdot U_{NM} \cdot C_Y = 2\pi \cdot f_R \cdot \frac{0,06 \cdot U_R \cdot C_x}{3C_x + C_Y} \cdot C_Y \quad (A.3)$$

where

- I_{LK} is the leakage current;
- f_R is the rated frequency;
- U_R is the rated voltage from line to ground;
- U_{NM} is the resulting voltage between the star point and ground;
- C_Y is the nominal capacitance to ground;
- C_x is the nominal star-point capacitance.

In case of a short-circuit instead of C_Y the leakage current can also be easily calculated by setting $C_Y = 10 \text{ F}$.

In case of using ceramic capacitors the calculated result shall be multiplied by factor 1,8.

A.5 Calculation of leakage current for 4-line filters

If parasitic parameters of components and impedances of mains, protective and N-type conductors are neglected, this results in the diagram in Figure A.4 for typical circuits of capacitors in electromagnetic interference suppression filter units. What is crucial for the leakage current is the unbalance and the resulting voltage U_{NM} between the star point and the protective conductor. The leakage current through a 4-line filter solely depends on the unbalance of the load and the resulting voltage U_{NM} .

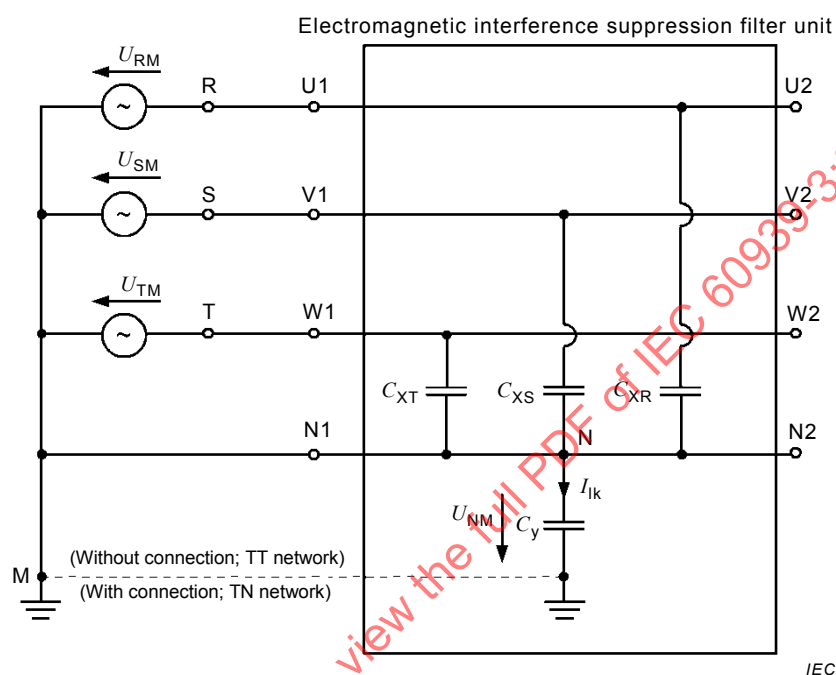


Figure A.4 – Leakage current for 4-line filters

For 4-line filters constructed in compliance with this standard a leakage current can be calculated according to the following equation:

$$I_{LK} = 2\pi \times f_R \times U_{NM} \times C_y \quad (\text{A.4})$$

where

- I_{LK} is the leakage current;
- f_R is the rated frequency;
- U_{NM} is 10 Volts;
- C_y is the nominal capacitance to ground.

In case of using ceramic capacitors the calculated result shall be multiplied by factor 1,8.

Annex B (normative)

Test schedule for safety requirements only

Table B.1 shows a test schedule for safety requirements only.

Table B.1 – Test schedule for safety requirements only (1 of 3)

Subclauses number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
Group 0	Non destructive	See Table 3	
4.2 Visual examination			No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
4.9 DC line resistance or voltage drop			See detail specification
4.3 Inductance			Within specified tolerance
4.5 Capacitance			Within specified tolerance
4.6 (alternate) Insertion loss (no load)			Within specified tolerance
4.8 Voltage proof	See detail specification for the method		No permanent breakdown or flashover
4.7 Insulation resistance	See detail specification for the method		As Table 10
4.10 Discharge resistance ³⁾	See detail specification for the method		Within specified tolerances
Group 1A	Destructive	See Table 3	
4.2.4 Creepage distances and clearances			See Table 6 and Table 7
4.11 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.12 Resistance to soldering heat ³⁾	No pre-drying See detail specification for the method		
4.28 Solvent resistance of the marking ²⁾	Recovery: 1 h to 26 h		The marking shall remain legible
4.29.3 Final inspection and measurements	Visual examination		No visible damage Marking legible
	Voltage proof at 66 % of value in Table 12 or Table 13		No permanent breakdown or flashover
	Insulation resistance		> 50 % of Table 10 limit
	DC line resistance or voltage drop		As in Group 0

Table B.1 (2 of 3)

Subclauses number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (<i>n</i>) and number of non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ¹⁾
Group 2 4.18.5 Cold 4.18.3 Dry Heat 4.19 Damp heat, steady state 4.19.3 Test conditions 4.19.4 Final inspection	Destructive Specify if applied voltage is required. If so for half the sample U_R applied, for other half no voltage applied Recovery 18 h to 26 h Visual examination Voltage proof at 66 % of value in Table 12 or Table 13 Insulation resistance DC resistance or voltage drop Inductance Capacitance (alternate) Insertion loss (no load)	See Table 3	No visible damage Marking legible No permanent breakdown or flashover $\geq 3,5 \text{ M}\Omega$ As in Group 0 Within specified tolerance Within specified tolerance As in 4.6
Group 3A 4.20 Temperature rise or 4.25.3 Endurance, current 4.21 Current overload	Destructive For filters with rated current $> 0,5 \text{ A}$ For filters with rated current $\leq 0,5 \text{ A}$ Duration: 1 000 h Current and temperature: see 4.25.3 135% of its rated current. Duration: 1 h for test currents up to 81 A and 2 h for test currents $> 81 \text{ A}$	See Table 3	See 4.20 See 4.25.7 See 4.21.3
4.23 Resistance of protective conductor	See 4.23 for the method		$\leq 0,1 \Omega$

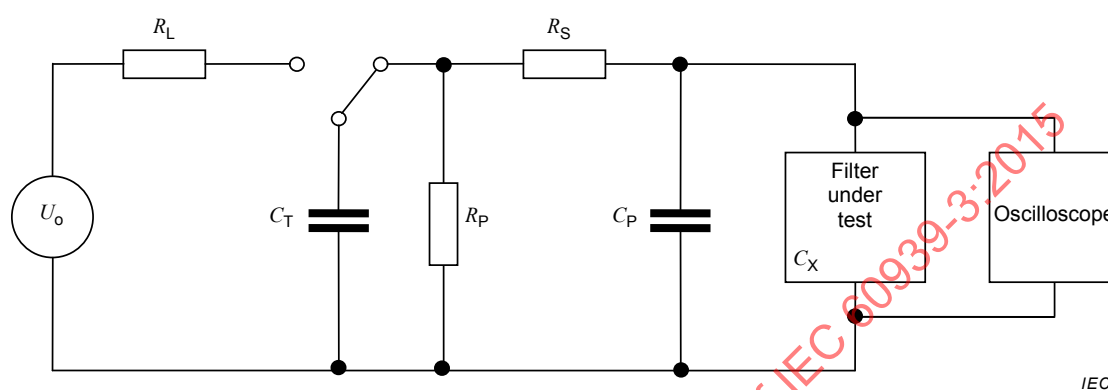
Table B.1 (3 of 3)

Subclauses number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (<i>n</i>) and number of non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ¹⁾
Group 3B 4.24 Impulse voltage ⁴⁾ 4.25.4 Endurance, voltage, line terminations to case ³⁾ 4)	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Table 1 and Table 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.25.4	See Table 3	See 4.24.4 See 4.25.7
Group 3C 4.24 Impulse voltage ⁴⁾ 4.25.5 Endurance, voltage, between line terminations ⁴⁾ or 4.25.6 Endurance, combined voltage/current ²⁾ 4)	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Table 1 and Table 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.25.5 Duration: 1 000 h Voltage, temperature and current: see 4.25.6	See Table 3	See 4.24.4 See 4.25.7 See 4.25.7
Group 3 4.25.7 Final inspection and measurements for all endurance tests	Recovery: 1 h to 26 h Visual examination Voltage proof at 66 % of value in Table 12 or Table 13 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Inductance Capacitance (alternate) Insertion loss (no load)	See Table 3	No visible damage No permanent breakdown or flashover ≥ 3,5 MΩ As in Group 0 Within specified tolerances Within specified tolerances As in 4.6
Group 4 4.27 Passive flammability ²⁾	Destructive If prescribed in the detail specification	See Table 3	See 4.27
Group 5 4.28 Active flammability ²⁾	Destructive If prescribed in the detail specification	See Table 3	See 4.28
¹⁾ Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4 of this specification. ²⁾ If required in the detail specification. ³⁾ If applicable. ⁴⁾ The tests of this group or subgroup may be omitted if the capacitors in the filter across which the test voltages will appear have been qualified to a detailed specification under IEC60384-14 and are also of the construction where the capacitor element is separately encapsulated, provided that the capacitors fulfil the required creepage distance and clearance specified in Table 6 and Table 7.			

Annex C (normative)

Circuit for the impulse voltage test

The test prescribed in 4.24 shall be carried out using the circuit of Figure C.1.



Key

C_T	charging (or tank) capacitor
C_P	the parallel capacitor
C_X	the capacitance of the filter under test, measured at 1 kHz across the terminals to which the impulses are to be applied, all other terminals being disconnected
R_L	the loading resistor
R_S	the series resistor, or charging resistor
R_P	the parallel resistor, or discharging resistor
U_o	the direct voltage source

Figure C.1 – Impulse voltage test circuit

Table C.1 – Values of C_X , C_T , R_P , R_S , C_P

C_X μF	C_T ±10 % μF	R_P ±10 % Ω	R_S ±10 % Ω	C_P ±10 % pF
$C_X \leq 0,0039$	0,25	234	62	7 800
$0,0039 < C_X \leq 0,012$	0,25	234	45	7 800
$0,012 < C_X \leq 0,018$	0,25	234	27	7 800
$0,018 < C_X \leq 0,027$	0,25	234	27	-
$0,027 < C_X \leq 0,039$	20	3	25	3 300
$0,039 < C_X \leq 0,056$	20	3	13	3 300
$0,056 < C_X \leq 0,082$	20	3	9	3 300
$0,082 < C_X \leq 0,12$	20	3	7	3 300
$0,12 < C_X \leq 0,18$	20	3	5	3 300
$C_X > 0,18$	20	3	3	3 300

Before use, the functioning of the circuit shall be checked using test capacitors of C_X values either 0,01 μF or 0,1 μF with a tolerance of $\pm 2\%$ and corresponding values for the other circuit elements as given in Table C.1. The front time t_r and time to half-value t_d shall be as indicated in Table C.2.

Table C.2 – Values and tolerances of C_X , t_r , t_d

C_X $\pm 2\%$ μF	t_r (0/+50) % μs	t_d (0/+50) % μs
0,01	1,7	46
0,1	1,6	47

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-3:2015

Annex D (normative)

Circuit for the endurance test

The test prescribed in 4.25.4 and 4.25.5 shall be carried out with the circuit shown in Figure D.1.

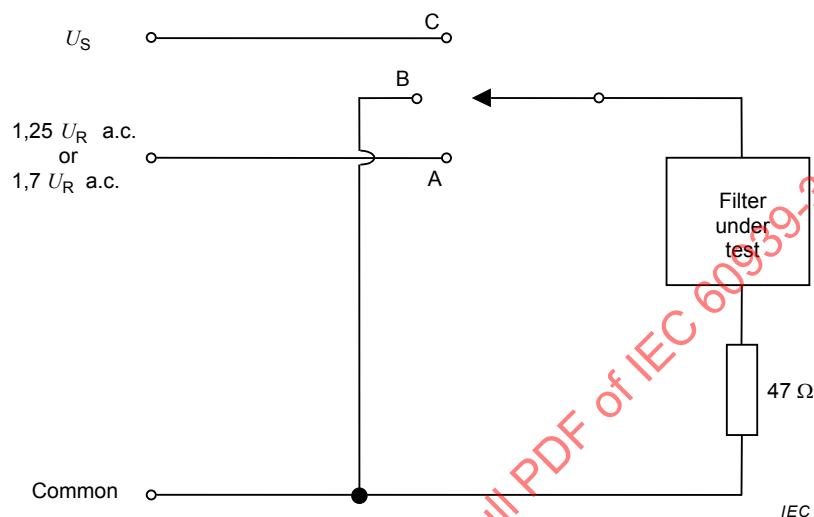


Figure D.1 – Endurance test circuit

$U_S = 1,5 \times U_R$ or 1 000 V r.m.s., whichever is higher.

The part of the circuit for discharging the filter 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 U_S r.m.s. is applied:

- Switch from position A to position B. Time for switching and remaining on position B is t_1 .
- 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.
- Switch from position C to position B. Time for switching and remaining on position B is t_3 .
- Switch from position B to position A. Time for switching is t_4 .

For any filter under test the following condition must be fulfilled:

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

Annex E (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 filters 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 certifying body and the manufacturer shall agree upon necessary steps to be taken.

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

- 1 Applicant:
- 2 Manufacturer:
- 3 Manufacturing site:
- 4 Type designation:
- 5 Circuit diagram:
- 6 Identification of incorporated components:
 - 6.1 Capacitor(s):
 - 6.2 Choke(s):
 - 6.3 Discharge resistor(s):
- 7 Identification of materials:
 - 7.1 Case:
 - 7.2 Lid:
 - 7.3 Filler:
 - 7.4 Terminal insulation; CTI
- 8 Construction details:

Location

Date

Name

Signature

Annex F (informative)

Safety and performance tests qualification approval – Assessment level DZ

Table F.1 shows a sampling plan – assessment level DZ.

Table F.1 – Sampling plan – Assessment level DZ (1 of 2)

Group	Subclauses and tests		Number of specimens tested per qualification ^{d)}	Number of permissible non-conforming items per qualification ^{d)}
				DZ
0	4.2.1 Visual examination		36/16/9	0
	4.2.2 Dimensions (gauging)			
	4.9 DC line resistance or voltage drop			
	4.3 Inductance			
	4.5 Capacitance			
	4.6 (alternate) Insertion loss (no load)			
	4.8 Voltage proof			
	4.7 Insulation resistance			
	4.10 Discharge resistance ^{a)}			
	Spares		8/3/2	
1A	4.2.3 Dimensions (detail)		4/1/1	0
	4.2.4 Creepage distances and clearances			
	4.11 Robustness of terminations			
	4.12 Resistance to soldering heat ^{a)}			
	4.29 Solvent resistance of the marking ^{b)}			
1B	4.30 Component solvent resistance ^{b)}		4/1/1	
	4.14 Rapid change of temperature			
	4.15 Vibration			
	4.16 Shock			
1	4.17 Container sealing ^{b)}		8/2/2	
	4.18 Climatic sequence			
2	4.19 Damp heat, steady state		4/2/1	0
3A	4.20 Temperature rise or ^{e)}		4/2/1	0
	4.25.3 Endurance – current ^{f) g)}			
3B	4.24 Impulse voltage ⁱ⁾		4/2/1	0
	4.25.4 Endurance-voltage line terminations/case ^{g) i)}			
3C	4.24 Impulse voltage ⁱ⁾		4/2/1	0
	4.25.5 Endurance – voltage between line terminations ^{g) i)}			

Table F.1 (2 of 2)

Group	Subclauses and tests	Number of specimens tested per qualification ^{d)}	Number of permissible non-conforming items per qualification ^{d)}
			DZ
4	4.26 Charge/discharge ^{a) i)}	4/2/1	0
5	4.3 Inductance	4/2/1	0
	4.5 Capacitance		
	4.6 (alternate) Insertion loss (no load) ^{b)}		
6	4.21 Current overload	4/2/1	0
	4.23 Resistance of protective conductor		
7	4.27 Passive flammability ^{b)}	4/2/1	0
8	4.13 Solderability ^{a) h)}	4/2/1	0
9	4.28 Active flammability ^{b)}	4/2/1	0
a) If applicable. b) If required in the detail specification. c) Whichever is required in the detail specification. d) See 3.1 for the structural similarities which are necessary before filters may be qualified together. The three numbers in each box of the table indicate in descending order the numbers applicable for specimens within the following current limits: $< 16 \text{ A}$ $\geq 16 \text{ A} \dots \leq 80 \text{ A}$ $> 80 \text{ A}$ "Current" in this context is the sum of the rated current(s) carried by the leads for the individual phases, N excluded. Where a range is qualified which contains filters within more than one of the current 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 Groups 7 and 8. e) For filters with rated current $> 0,5 \text{ A}$ only. f) For filters with rated current $\leq 0,5 \text{ A}$. g) See 4.25.6 for the option of combining the tests of Groups 3A and 3C. h) This test may be carried out on electrically defective filters or detached terminations provided they have received all the processing which would be carried out on a completed filter. Group 0 or Group A tests are omitted for filters intended to be submitted to this test. i) The tests of this group or subgroup may be omitted if the capacitors in the filter across which the test voltages will appear have been qualified to a detailed specification under IEC60384-14 and are also of the construction where the capacitor element is separately encapsulated, provided that the capacitors fulfil the required creepage distance and clearance specified in Table 6 and Table 7.			

Annex P (informative)

Additional components and material standards

UL 44, *Thermoset-Insulated Wires and Cables* UL 83 *Thermoplastic-Insulated Wires and Cables*

UL 50, *Enclosures for Electrical Equipment* UL 50E *Enclosures for Electrical Equipment, Environmental Considerations*

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

UL 224, *Extruded Insulating Tubing*

UL 248-1, *Low-Voltage Fuses – Part 1: General Requirements* UL 248-4 *Low-Voltage Fuses – Part 4: Class CC Fuses* UL 248-5 *Class G Fuses* UL 248-8 *Low-Voltage Fuses – Part 8: Class J Fuses* UL 248-10 *Low-Voltage Fuses – Part 10: Class L Fuses* UL 248-12 *Low-Voltage Fuses – Part 12: Class R Fuses* UL 248-15 *Low-Voltage Fuses – Part 15: Class T Fuses*

UL 486A-486B, *Wire Connectors* UL 486E *Equipment Wiring Terminals for Use with Aluminum and/or Copper Conductors*

UL 489, *Molded-Case Circuit Breakers, Molded-Case Switches, and Circuit-Breaker Enclosures*

UL 746B, *Polymeric Materials – Long Term Property Evaluations*

UL 746C, *Polymeric Materials – Use in Electrical Equipment Evaluations*

UL 758, *Appliance Wiring Material*

UL 796, *Printed-Wiring Boards*

UL 1059, *Terminal Blocks*

UL 1077, *Supplementary Protectors for Use in Electrical Equipment*

UL 1449, *Surge Protective Devices*

UL 4248-1, *Fuseholders*

UL 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*

Bibliography

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

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

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

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

IEC 60384-9, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 9: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2*

IEC 60947-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60990, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61112, *Live working – Electrical insulating blankets*

IEC 62109-1, *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements*

EN 50160, *Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-3:2015

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-3:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	81
1 Généralités.....	83
1.1 Domaine d'application	83
1.2 Références normatives.....	83
1.3 Informations à indiquer dans une spécification particulière	85
1.3.1 Généralités	85
1.3.2 Dessin d'encombrement et dimensions	85
1.3.3 Montage	85
1.3.4 Valeurs assignées et caractéristiques.....	86
1.3.5 Marquage	86
1.4 Termes et définitions.....	86
1.5 Marquage	92
1.5.1 Généralités	92
1.5.2 Codage.....	92
1.5.3 Détails du marquage	92
1.5.4 Marquage des filtres	92
1.5.5 Marquage de l'emballage	92
1.5.6 Marquage supplémentaire	93
1.6 Composants.....	93
1.7 Dispositifs de protection contre les surintensités	93
1.8 Câblage et isolement.....	93
1.8.1 Généralités	93
1.8.2 Manchons, tubes et isolants des fils	93
1.8.3 Propriétés des matériaux isolants.....	94
1.9 Conducteurs de liaison de protection	94
1.10 Corrosion.....	94
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles.....	94
2.1 Caractéristiques préférentielles	94
2.1.1 Généralités.....	94
2.1.2 Catégories climatiques préférentielles	94
2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées.....	95
2.2.1 Tension assignée (U_R).....	95
2.2.2 Température assignée.....	95
2.2.3 Inflammabilité passive.....	95
3 Plan d'essais pour les essais de sécurité	95
3.1 Modèles associables	95
3.2 Procédure d'approbation de la sécurité	96
3.2.1 Généralités	96
3.2.2 Echantillonnage	96
3.2.3 Essais	97
3.3 Essais de requalification.....	97
4 Procédures d'essai et de mesure	99
4.1 Généralités	99
4.1.1 Généralités	99
4.1.2 Conditions atmosphériques normalisées.....	100
4.1.3 Conditions atmosphériques normalisées des essais.....	100
4.1.4 Conditions de rétablissement	100

4.1.5	Conditions d'arbitrage	100
4.1.6	Conditions de référence	101
4.1.7	Séchage	101
4.2	Examen visuel et contrôle des dimensions	101
4.2.1	Examen visuel	101
4.2.2	Dimensions (calibrage).....	101
4.2.3	Dimensions (détail)	101
4.2.4	Lignes de fuite et distances d'isolement.....	101
4.3	Mesure d'inductance	104
4.3.1	Généralités	104
4.3.2	Conditions de mesure	104
4.4	Inductances de terre intégrées dans des filtres	104
4.5	Capacité	104
4.5.1	Généralités	104
4.5.2	Conditions de mesure	104
4.6	Perte d'insertion.....	105
4.7	Résistance d'isolement.....	105
4.7.1	Généralités	105
4.7.2	Tension de mesure	106
4.7.3	Application de la tension de mesure	106
4.7.4	Durée moyenne avant mesure	107
4.7.5	Facteur de correction de la température	107
4.7.6	Informations à indiquer dans une spécification particulière	107
4.7.7	Exigences.....	109
4.8	Tenue en tension	110
4.8.1	Généralités	110
4.8.2	Procédure d'essai	110
4.8.3	Tension appliquée.....	110
4.8.4	Essais	111
4.8.5	Exigences.....	112
4.8.6	Répétition de l'essai de tenue en tension.....	112
4.8.7	Informations à indiquer dans une spécification particulière	112
4.8.8	Exigences.....	112
4.9	Résistance de ligne continue ou chute de tension au courant assigné	113
4.9.1	Généralités	113
4.9.2	Résistance de ligne continue.....	113
4.9.3	Chute de tension au courant assigné	113
4.10	Résistance de décharge	113
4.10.1	Généralités	113
4.10.2	Essai de résistance.....	113
4.11	Robustesse des sorties	114
4.11.1	Généralités	114
4.11.2	Essai Ua1 – Traction.....	114
4.11.3	Essai Ub – Courbure	115
4.11.4	Essai Uc – Torsion.....	115
4.11.5	Essai Ud – Couple	115
4.11.6	Examen visuel	116
4.12	Résistance à la chaleur de brasage	116
4.12.1	Applicabilité de l'essai.....	116

4.12.2	Mesure préalable	116
4.12.3	Conditions d'essai.....	116
4.12.4	Sévérité des essais.....	116
4.12.5	Exigences, mesures et inspection intermédiaires	117
4.13	Brasabilité (uniquement pour les performances).....	117
4.13.1	Généralités	117
4.13.2	Méthode d'essai.....	117
4.13.3	Conditions d'essai.....	117
4.13.4	Exigences.....	117
4.13.5	Mesures et exigences finales	118
4.14	Variations rapides de température (uniquement pour les performances).....	118
4.14.1	Mesures préalables.....	118
4.14.2	Méthode d'essai.....	118
4.14.3	Inspection finale.....	118
4.15	Vibrations (uniquement pour les performances)	118
4.15.1	Mesures préalables.....	118
4.15.2	Méthode d'essai.....	118
4.15.3	Conditions d'essai.....	119
4.15.4	Inspection intermédiaire	119
4.15.5	Inspection finale.....	119
4.16	Chocs (uniquement pour les performances).....	119
4.16.1	Mesures préalables.....	119
4.16.2	Méthode d'essai.....	119
4.16.3	Conditions d'essai.....	119
4.16.4	Inspection finale.....	120
4.17	Étanchéité des boîtiers (uniquement pour les performances).....	120
4.17.1	Généralités	120
4.17.2	Conditions d'essai.....	120
4.17.3	Exigences.....	120
4.18	Séquence climatique	120
4.18.1	Généralités.....	120
4.18.2	Mesures initiales	120
4.18.3	Chaleur sèche.....	120
4.18.4	Essai cyclique de chaleur humide.....	120
4.18.5	Froid.....	121
4.18.6	Basse pression atmosphérique.....	121
4.18.7	Essai cyclique de chaleur humide, cycles restants	121
4.18.8	Exigences, mesures et inspection finales.....	121
4.19	Chaleur humide, essai continu.....	122
4.19.1	Mesures préalables.....	122
4.19.2	Méthode d'essai.....	122
4.19.3	Conditions d'essai.....	122
4.19.4	Exigences, mesures et inspection finales.....	122
4.20	Echauffement.....	123
4.20.1	Généralités	123
4.20.2	Méthode d'essai.....	123
4.20.3	Description des essais	123
4.20.4	Exigences.....	125
4.21	Surcharge de courant.....	126

4.21.1	Mesures préalables	126
4.21.2	Méthode d'essai	126
4.21.3	Exigences, mesures et inspection finales	126
4.22	Courant de fuite	126
4.23	Résistance de conducteur de protection	126
4.24	Tension de choc	126
4.24.1	Généralités	126
4.24.2	Mesures initiales	126
4.24.3	Conditions d'essai	127
4.24.4	Exigences	127
4.25	Endurance	128
4.25.1	Généralités	128
4.25.2	Conditions générales d'essai	128
4.25.3	Conditions d'essai – essai de courant	128
4.25.4	Conditions d'essai – essai de tension entre bornes et boîtier	129
4.25.5	Conditions d'essai – essai de tension entre bornes	129
4.25.6	Conditions d'essai – essais tension/courant combinés	130
4.25.7	Exigences, mesures et inspection finales	130
4.26	Charge et décharge (uniquement pour les performances)	130
4.26.1	Généralités	130
4.26.2	Formes d'onde et circuits d'essai	130
4.26.3	Informations données dans la spécification particulière	132
4.26.4	Mesures initiales	132
4.26.5	Conditions d'essai	133
4.26.6	Mesures et exigences finales	133
4.27	Inflammabilité passive	133
4.27.1	Généralités	133
4.27.2	Méthode d'essai	133
4.28	Inflammabilité active	134
4.29	Résistance au solvant du marquage	134
4.29.1	Généralités	134
4.29.2	Description des essais	134
4.29.3	Exigences après l'essai	135
4.30	Résistance au solvant des composants (uniquement pour les performances)	135
4.30.1	Généralités	135
4.30.2	Mesures initiales	135
4.30.3	Description des essais	135
4.30.4	Mesures finales	135
Annexe A	(informative) Calcul du courant de fuite	136
A.1	Généralités	136
A.2	Calcul du courant de fuite pour des filtres à 1 phase	136
A.3	Calcul du courant de fuite pour des filtres à 2 phases	137
A.4	Calcul du courant de fuite pour des filtres à 3 phases	137
A.5	Calcul du courant de fuite pour des filtres à 4 phases	139
Annexe B	(normative) Programme d'essais pour les exigences de sécurité uniquement	140
Annexe C	(normative) Circuit pour l'essai de tension de choc	143
Annexe D	(normative) Circuit pour l'essai d'endurance	145
Annexe E	(normative) Déclaration de conception	146

Annexe F (informative) Homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance DZ	147
Annexe P (informative) Autres normes sur les composants et matériaux	149
Bibliographie	150
Figure 1 – Circuits d'essai symétrique et asymétrique	91
Figure 2 – Exemples pour l'application des essais A et B du Tableau 9	108
Figure 3 – Exemples pour l'application de l'essai C du Tableau 9	109
Figure 4 – Forme d'onde d'un choc	127
Figure 5 – Circuit à relais	131
Figure 6 – Circuit à thyristors	131
Figure 7 – Formes d'onde de la tension et du courant	132
Figure A.1 – Courant de fuite pour des filtres à 1 phase	136
Figure A.2 – Courant de fuite pour des filtres à 2 phases	137
Figure A.3 – Courant de fuite pour des filtres à 3 phases	138
Figure A.4 – Courant de fuite pour des filtres à 4 phases	139
Figure C.1 – Circuit d'essai de tension de choc	143
Figure D.1 – Circuit d'essai d'endurance	145
Tableau 1 – Classification des condensateurs de classe X	87
Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y	88
Tableau 3 – Essais sur les exigences de sécurité uniquement	98
Tableau 4 – Essai lot par lot – Approbation des essais de sécurité uniquement	99
Tableau 5 – Conditions atmosphériques normalisées	100
Tableau 6 – Lignes de fuite	103
Tableau 7 – Distance d'isolement	104
Tableau 8 – Tension continue relative à la résistance d'isolement	106
Tableau 9 – Points de mesure	108
Tableau 10 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité uniquement	109
Tableau 11 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité et de performances	110
Tableau 12 – Tenue en tension (filtre connecté au réseau d'alimentation)	111
Tableau 13 – Tenue en tension (filtre non connecté au réseau d'alimentation, ex.: filtres en courant continu)	111
Tableau 14 – Force pour les fils de sortie	114
Tableau 15 – Couple	115
Tableau 16 – Sévérités préférentielles	119
Tableau 17 – Nombre de cycles	121
Tableau 18 – Températures maximales	125
Tableau 19 – Mesures et exigences après charge et décharge	133
Tableau 20 – Catégorie d'inflammabilité	134
Tableau B.1 – Programme d'essais pour les exigences de sécurité uniquement (1 de 3)	140
Tableau C.1 – Valeurs de C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	143
Tableau C.2 – Valeurs et tolérances de C_X , t_r , t_d	144
Tableau F.1 – Plan d'échantillonnage – Niveau d'assurance DZ (1 de 2)	147

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILTRES PASSIFS D'ANTIPARASITAGE –

**Partie 3: Filtres passifs pour lesquels
des essais de sécurité sont appropriés**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60939-3 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2387/FDIS	40/2398A/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60939, publiée sous le titre général *Filtres passifs d'antiparasitage*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

Le contenu des corrigenda d'avril 2016 et de mai 2018 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-3:2015

FILTRES PASSIFS D'ANTIPARASITAGE –

Partie 3: Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente spécification couvre les filtres passifs utilisés pour atténuer les signaux aux fréquences radioélectriques indésirables (par exemple le bruit ou le brouillage) générés par des sources électromagnétiques.

Les filtres à voie unique et à voies multiples à l'intérieur d'une enveloppe, ou montés sur une carte de circuit imprimé formant une entité compacte, font partie du domaine d'application de la présente spécification.

Les filtres constitués d'éléments capacitifs où l'inductance est inhérente à la construction du filtre font partie du domaine d'application de la présente spécification. De même, les filtres constitués d'éléments inductifs où la capacité est inhérente à la construction du filtre font également partie du domaine d'application de la présente spécification. Le fabricant se charge d'indiquer si un composant donné doit être conçu comme un condensateur, une inductance ou un filtre. Les filtres peuvent également inclure d'autres composants tels que des résistances et/ou des varistances ou des composants similaires.

La présente spécification s'applique aux filtres passifs d'antiparasitage pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés. Ceci implique que les filtres spécifiés conformément à la présente spécification seront, soit connectés à des réseaux d'alimentation, lorsque la conformité avec les essais obligatoires du Tableau 3 est nécessaire, soit utilisés dans d'autres positions de circuit où la spécification du matériel prescrit que certains ou tous ces essais de sécurité sont exigés.

La présente spécification s'applique à des filtres passifs qui seront connectés à un réseau d'alimentation en courant alternatif ou à une autre alimentation (en courant continu ou en courant alternatif) dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif et dont la fréquence nominale ne dépasse pas 400 Hz, ou dont la tension nominale ne dépasse pas 1 500 V en courant continu.

NOTE Pour les applications en courant alternatif, l'IEC 60384-14 s'applique aux condensateurs qui seront connectés au réseau d'alimentation en courant alternatif dont la fréquence nominale ne dépasse pas 100 Hz.

La présente spécification couvre les filtres d'appareil, mais ne couvre pas les filtres d'installation, les filtres connectés par cordon ni les filtres enfichables directement. Ces autres filtres seront couverts par une autre spécification intermédiaire.

1.2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

NOTE 1 Ces documents sont cités en référence en intégralité, en partie ou comme des exigences alternatives aux exigences de la présente norme. Leur utilisation est spécifiée, si nécessaire, pour l'application des exigences de la présente norme.

NOTE 2 La liste ci-dessous est un résumé de toutes les normes auxquelles la présente norme fait référence. La présence d'une norme dans la liste ne signifie pas que la norme ou des parties de celle-ci sont applicables. Seules les parties auxquelles la présente norme fait spécifiquement référence sont applicables.

IEC 60027-1, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 1: Généralités*

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International*

IEC 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales relatives aux essais*

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

IEC 60068-1:2013, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

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

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

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

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

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

IEC 60068-2-20:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

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

IEC 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-45:1980, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-45: Essais – Essai XA et guide: Immersion dans les solvants de nettoyage*

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

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

IEC 60384-14:2013, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60695-11-5, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flamme d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

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

IEC 60938-1:2006, *Inductances fixes d'antiparasitage – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60938-2, *Inductances fixes d'antiparasitage – Partie 2: Spécification intermédiaire*

IEC 60939-1, *Filtres passifs d'antiparasitage – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60940, *Guide d'emploi des condensateurs, résistances, inductances et filtres complets d'antiparasitage*

IEC 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

ISO 80000-1, *Grandeurs et unités – Partie 1: Généralités*

CISPR 17, *Méthodes de mesure des caractéristiques d'antiparasitage des éléments de réduction des perturbations radioélectriques et des filtres passifs*

1.3 Informations à indiquer dans une spécification particulière

1.3.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent être dérivées de la spécification particulière-cadre applicable.

Les spécifications particulières ne doivent pas indiquer d'exigences inférieures à celles de la présente spécification ou de la spécification particulière-cadre. Si des exigences plus strictes sont incluses, elles doivent figurer dans la spécification particulière et être indiquées dans les programmes d'essai, par exemple, par un astérisque.

Les informations indiquées en 1.3.2 à 1.3.5 doivent être données dans chaque spécification particulière et les valeurs citées doivent de préférence être choisies dans l'article approprié de la présente spécification.

1.3.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Une illustration du filtre doit être incluse pour identifier facilement le filtre et le comparer à d'autres. Les dimensions et les tolérances associées, qui affectent l'interchangeabilité et le montage, doivent être données dans la spécification particulière. Toutes les dimensions doivent de préférence être indiquées en millimètres.

Normalement, les valeurs numériques doivent être indiquées pour la longueur, la largeur et la taille du corps et l'espacement des conducteurs, ou, pour les types cylindriques, le diamètre du corps et la longueur et le diamètre des sorties. Si nécessaire, lorsqu'une gamme de filtres est couverte par une seule spécification particulière, les dimensions et les tolérances associées doivent être placées dans un tableau sous le dessin.

En outre, la spécification particulière doit indiquer de telles informations sur les dimensions et décrire le filtre.

Les informations données en 1.3.2 peuvent, pour des raisons pratiques, être présentées sous forme de tableau.

1.3.3 Montage

La spécification particulière doit indiquer la méthode de montage recommandée à utiliser pour une utilisation normale et la méthode obligatoire pour l'application des essais de vibrations, de secousses, de chocs et d'endurance. La conception du filtre peut être telle que des

dissipateurs thermiques ou des supports de montage spéciaux soient nécessaires à son utilisation. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les supports de montage. Ces supports de montage doivent être utilisés lors des essais de vibrations, de secousses ou de chocs. Le dissipateur thermique spécifié doit être utilisé pour appliquer l'essai d'endurance. Si des recommandations de montage pour une utilisation normale sont établies, elles doivent être incluses dans la spécification particulière au paragraphe "Informations complémentaires (non prises en considération pour les inspections)". Si des recommandations sont incluses, un avertissement peut indiquer que les performances complètes des vibrations, des secousses et des chocs peuvent ne pas être disponibles si des méthodes de montage autres que celles indiquées dans la spécification particulière sont utilisées.

1.3.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.3.4.1 Unités, symboles et terminologie

Les unités, les symboles graphiques, les symboles littéraux et la terminologie doivent, dans la mesure du possible, être tirés des publications suivantes:

- IEC 60027-1
- Série IEC 60050
- ISO 80000-1

Si d'autres éléments sont nécessaires, ils doivent être conformes aux principes des publications énoncées ci-dessus.

1.3.4.2 Généralités

Les valeurs assignées et caractéristiques doivent être conformes aux articles correspondants de la présente spécification.

1.3.4.3 Caractéristiques particulières

D'autres caractéristiques peuvent être indiquées, si elles sont jugées nécessaires, pour préciser des informations relatives à la conception ou aux applications du filtre.

1.3.5 Marquage

La spécification particulière doit indiquer le contenu du marquage apposé sur le filtre et sur l'emballage.

1.4 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente norme, les termes et définitions applicables de la norme IEC 60939-1 et les suivants s'appliquent.

1.4.1

condensateur de classe X

unité RC de classe X

condensateur ou unité RC d'un type approprié pour être utilisé dans des situations où une défaillance du condensateur n'entraînerait pas de risque de choc électrique mais pourrait être à l'origine d'un incendie

Note 1 à l'article: Les condensateurs de classe X sont divisés en deux sous-classes (voir Tableau 1) en fonction de la tension de crête des chocs superposée à la tension d'alimentation auxquelles ils peuvent être soumis en service. De tels chocs peuvent être engendrés par la foudre qui tombe sur des lignes extérieures, par des commutations dans des équipements du voisinage ou par des commutations dans l'équipement dans lequel le condensateur est utilisé.

Tableau 1 – Classification des condensateurs de classe X

Sous-classe	Tension de choc de crête en service	Application	Tension de choc de crête U_P appliquée avant un essai d'endurance
X1	> 2,5 kV ≤4,0 kV	Application pour hautes impulsions	Quand $C_N \leq 1,0 \mu\text{F}$ $U_P = 4 \text{ kV}$
			Quand $C_N > 1,0 \mu\text{F}$ $U_P = \frac{4}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
X2	≤2,5 kV	Usage général	Quand $C_N \leq 1,0 \mu\text{F}$ $U_P = 2,5 \text{ kV}$
			Quand $C_N > 1,0 \mu\text{F}$ $U_P = \frac{2,5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
Les condensateurs X1 peuvent être remplacés par des condensateurs Y2 ou Y1 de tension assignée U_R égale ou supérieure. Les condensateurs X2 peuvent être remplacés par des condensateurs X1, Y2 ou Y1 de tension assignée U_R égale ou supérieure.			
NOTE 1 Le facteur utilisé pour la réduction de U_P pour des valeurs de capacité supérieures à $1,0 \mu\text{F}$ maintient $\frac{1}{2} \times C_N U_P^2$ constant pour ces valeurs de capacité. C_N est exprimé en F.			
NOTE 2 La norme IEC 60664-1 donne les catégories de surtension liées à une tension de choc assignée et à une tension d'alimentation assignée.			

[SOURCE: L'IEC 60384-14:2013, 1.7.2 et Tableau 2]

1.4.2**condensateur de classe Y
unité RC de classe Y**

condensateur ou unité RC d'un type approprié pour être utilisé dans des situations où une défaillance du condensateur pourrait entraîner un risque de choc électrique

Note 1 à l'article: Les condensateurs de la classe Y sont encore divisés en trois sous-classes: Y1, Y2 et Y4, comme indiqué dans le Tableau 2.

Un condensateur Y peut relier en pont un isolement de base. Un condensateur Y peut relier en pont un isolement complémentaire. Si un isolement de base combiné à un isolement complémentaire est relié par deux condensateurs Y2 ou Y4 en série, ils doivent avoir la même valeur nominale.

Dans les applications en courant alternatif, les condensateurs Y peuvent être remplacés par deux condensateurs X connectés en série, à condition que la tension U_R des condensateurs X ne soit pas inférieure à la tension U_R du condensateur Y et que le filtre supporte la tenue en tension de 4.8. Dans le cas où un condensateur Y1 est remplacé, les condensateurs X doivent être des condensateurs X1.

Dans les filtres en courant continu de tension continue assignée inférieure ou égale à 150 V, un condensateur Y2 et un condensateur Y4 peuvent être remplacés par un condensateur X de tension continue assignée supérieure ou égale à 250 V.

L'IEC 60940 donne des lignes directrices sur l'application des condensateurs reliant en pont un isolement de base.

Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y

Sous-classe	Type d'isolement en pont	Plage de tensions assignées	Tension de choc de crête U_P appliquée avant un essai d'endurance
Y1	Double isolement ou isolement renforcé	≤ 500 V	$U_P = 8,0$ kV
Y2	Isolement de base ou isolement complémentaire	≥ 150 V ≤ 500 V	Quand $C_N \leq 1,0$ μ F $U_P = 5$ kV
			Quand $C_N > 1,0$ μ F $U_P = \frac{5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6}}}} \text{ kV}$
Y4	Isolement de base ou isolement complémentaire	< 150 V	$U_P = 2,5$ kV
Les condensateurs Y2 peuvent être remplacés par des condensateurs Y1 de tension assignée U_R égale ou supérieure.			
NOTE 1 Les définitions d'isolement de base, complémentaire, double et renforcé sont données dans l'IEC 61140.			
NOTE 2 Le facteur utilisé pour la réduction de U_P pour des valeurs de capacité supérieures à $1,0$ μ F maintient $\frac{1}{2} \times C_N U_P^2$ constant pour ces valeurs de capacité; C_N est exprimé en F.			
NOTE 3 La norme IEC 60664-1 donne les catégories de surtension liées à une tension de choc assignée et à une tension d'alimentation assignée.			

[SOURCE: L'IEC 60384-14:2013, 1.7.2 and Tableau 2]

1.4.3

inductance de terre

inductance qui forme une partie de la broche de mise à la terre d'un filtre

1.4.4

type

ensemble de composants de conception identique et dont la similarité des techniques de fabrication permet leur regroupement soit en vue de procéder à une homologation, soit dans le cadre d'un contrôle de la conformité de la qualité, et faisant généralement l'objet d'une seule spécification particulière

Note 1 à l'article: Les composants décrits dans plusieurs spécifications particulières peuvent, dans certains cas, être considérés comme appartenant au même type et peuvent, de ce fait, être regroupés en vue de leur homologation et des contrôles de conformité de la qualité.

1.4.5

modèle

subdivision d'un type, généralement basée sur des facteurs dimensionnels. Un modèle peut inclure plusieurs variantes, généralement d'ordre mécanique

1.4.6

filtre d'antiparasitage

ensemble de pièces et d'éléments inductifs, capacitifs et résistifs devant être utilisé en vue de la réduction des perturbations électromagnétiques provoquées par les équipements électriques ou électroniques, ou d'autres sources

1.4.7**filtre du réseau d'alimentation en courant alternatif (filtre du réseau d'alimentation)**

filtre passif conçu essentiellement pour fonctionner sous des tensions alternatives délivrées par le réseau d'alimentation

1.4.8**filtre en courant continu**

filtre passif conçu essentiellement pour être utilisé avec une alimentation continue

Note 1 à l'article: Des filtres en courant continu typiques sont les filtres photovoltaïques utilisés avec des inverseurs/convertisseurs, etc., placés entre le panneau et le convertisseur ou des filtres de lignes télécom d'alimentation continue.

1.4.9**filtre d'appareil**

filtre destiné à être installé en usine comme un composant d'un appareil fini ou d'un équipement connecté à (ou alimenté par) des circuits de branchement d'un système de câblage de bâtiment

Note 1 à l'article: Les filtres installés dans du matériel médical et dentaire, dans du matériel de bureau, dans des équipements d'entreprise, dans des équipements informatiques et dans des appareils électroménagers tels que des mixeurs, des aspirateurs, des outils à main, etc., sont inclus dans cette catégorie.

1.4.10**filtre connecté par cordon**

filtre équipé d'un cordon d'alimentation doté d'une fiche pour raccorder le filtre à une embase de circuit de branchement. Il est également doté d'une ou de deux fiches pour distribuer la tension filtrée à une charge externe (appareil ou équipement)

Note 1 à l'article: Les filtres connectés par cordon ne sont pas couverts par la présente spécification, voir 1.1.

1.4.11**filtre enfichable directement**

filtre doté de lames ou de broches au niveau du corps du filtre qui se branchent directement dans une embase de circuit de branchement. Il est également doté d'une ou de deux fiches pour distribuer la tension filtrée à une charge externe (appareil ou équipement)

Note 1 à l'article: Les filtres enfichables directement ne sont pas couverts par la présente spécification, voir 1.1.

1.4.12**filtre d'installation**

filtre faisant partie des circuits de service, d'alimentation ou de branchement d'un système de câblage de bâtiment

Note 1 à l'article: Les filtres d'installation ne sont pas couverts par la présente spécification, voir 1.1.

1.4.13**tension assignée U_R**

tension de fonctionnement efficace maximale à la fréquence assignée ou tension de fonctionnement continue maximale pouvant être appliquée en permanence aux sorties du filtre à toute température comprise entre les températures de catégories inférieures et supérieures

Note 1 à l'article: Un filtre qui ne convient pas pour la même tension phase-phase et phase-terre doit être marqué avec une barre oblique, par exemple 300/520 V en courant alternatif.

Note 2 à l'article: Lorsque cela est nécessaire pour plus de clarté, il convient d'indiquer la nature de la tension assignée, par exemple U_R en courant alternatif ou U_R en courant continu

Note 3 à l'article: Les filtres peuvent avoir plusieurs valeurs de tension assignée ou une plage de tensions assignées.

1.4.14

tension de service U

tension alternative ou continue la plus élevée à laquelle est soumis un isolant quelconque lorsque l'équipement est alimenté à la tension assignée

1.4.15

fréquence assignée

fréquence maximale à laquelle la tension alternative de fonctionnement maximale peut être appliquée aux sorties du filtre

1.4.16

température de catégorie inférieure

température ambiante minimale pour laquelle le filtre a été conçu en vue d'un fonctionnement continu

1.4.17

température de catégorie supérieure

température ambiante maximale pour laquelle le filtre a été conçu en vue d'un fonctionnement continu

1.4.18

température assignée

température ambiante maximale à laquelle un filtre peut transporter son courant assigné

1.4.19

courant assigné

courant de fonctionnement efficace maximal à travers les bornes des filtres d'entrée et de sortie à la fréquence assignée ou courant assigné continu maximal permettant le fonctionnement continu du filtre à la température assignée, fixé par le fabricant pour l'une des conditions suivantes ou les deux:

- a) air libre (I_{RO});
- b) comportant un dissipateur thermique spécifié (I_{RH}).

1.4.20

capacité nominale C_N

valeur de capacité effective résultant de la combinaison des éléments capacitifs du filtre pour lesquels un filtre a été conçu et pouvant être indiquée sur celui-ci

1.4.21

inductance nominale L_N

valeur d'inductance pour laquelle l'inductance a été conçue et qui peut être indiquée sur le composant

1.4.22

perte d'insertion

rapport de la tension avant et après l'insertion du filtre dans le circuit tel que mesuré aux sorties avec un circuit d'essai, soit symétrique, soit asymétrique

Note 1 à l'article: Elle est normalement exprimée en décibels, lorsque la perte d'insertion est de 20 fois le logarithme en base 10 de ce rapport.

1.4.22.1

circuit d'essai asymétrique [mode commun]

circuit d'essai dans lequel le filtre en essai est connecté comme un réseau à trois bornes, dont une borne est reliée à la terre

Note 1 à l'article: Le signal est appliqué entre la borne d'entrée et la terre, et la sortie est mesurée entre la borne de sortie et la terre. Il existe une connexion (de terre) commune entre le générateur, le filtre et le récepteur (voir Figure 1).

1.4.22.2**circuit d'essai symétrique [mode différentiel]**

circuit d'essai dans lequel le filtre en essai est connecté comme un réseau à 4 bornes

Note 1 à l'article: Le signal d'essai est appliqué aux deux bornes d'entrée symétriquement par rapport à la terre, c'est-à-dire avec une amplitude égale mais de phase opposée aux deux bornes (voir Figure 1). La sortie est mesurée entre les deux autres bornes.

Note 2 à l'article: Il est habituel de réaliser les essais symétriques utilisant un générateur asymétrique et un récepteur avec des transformateurs asymétriques-symétriques reliés entre eux et le filtre en essai.

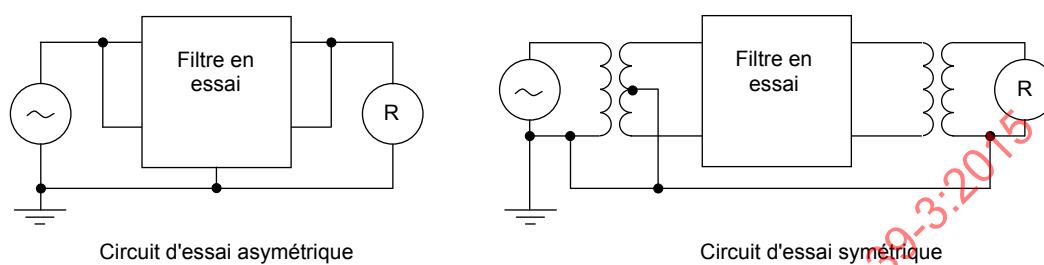


Figure 1 – Circuits d'essai symétrique et asymétrique

1.4.23**dommage visible**

dommage visible qui réduit l'aptitude du filtre à l'emploi pour lequel il a été prévu

1.4.24**inflammabilité passive**

aptitude d'un filtre à brûler avec une flamme par suite de l'application d'une source de chaleur externe

1.4.25**inflammabilité active**

aptitude d'un filtre à brûler avec une flamme à la suite d'une charge électrique

1.4.26**résistance de conducteur de protection**

résistance entre la borne de terre ou le contact de terre et les parties métalliques reliées à la terre

Note 1 à l'article: La connexion entre la borne de terre ou le contact de terre et les parties métalliques reliées à la terre doit présenter une faible résistance.

Les parties métalliques accessibles qui peuvent être mises sous tension en cas de défaillance de l'isolant doivent être connectées de manière fiable et permanente à une borne de terre à l'intérieur de l'appareil ou au contact de terre de la prise de l'appareil.

Les bornes de terre et les contacts de terre ne doivent pas être connectés à la borne neutre.

Note 2 à l'article: Dans certains pays, le terme "continuité de la terre" est utilisé à la place de "résistance de conducteur de protection".

1.4.27**courant de fuite I_{LK}**

courant à la fréquence nominale s'écoulant vers la terre ou vers un élément conducteur étranger dans un circuit sans défaut

Note 1 à l'article: Ce courant peut posséder une composante capacitive, spécialement causée par l'utilisation des condensateurs.

Il s'agit d'une valeur calculée de manière théorique pour des indications uniformes, telles que des catalogues. Le calcul est fondé sur les dispositions détaillées dans l'Annexe A.

Le courant de fuite réel ne peut pas être indiqué dans le cas individuel.

Note 2 à l'article: D'autres courants de fuite tels que les courants de contact et les courants dans le conducteur de protection doivent être déterminés, conformément à la norme applicable (par exemple l'IEC 60990).

1.5 Marquage

1.5.1 Généralités

La spécification intermédiaire doit indiquer les critères d'identification et les autres informations doivent être portées sur les filtres et l'emballage.

1.5.2 Codage

Lorsque le codage est utilisé pour la tolérance ou la date de fabrication, la méthode doit être choisie parmi celles figurant dans l'IEC 60062.

1.5.3 Détails du marquage

Les informations fournies par le marquage sont normalement choisies dans la liste suivante; l'importance relative de chaque élément est indiquée par sa position dans la liste:

- a) le nom du fabricant ou la marque commerciale, ou tout autre marquage descriptif par lequel l'organisation responsable du produit peut être identifiée;
- b) la désignation du modèle par le fabricant ou la désignation du type donnée dans la spécification particulière;
- c) la marque d'approbation reconnue;
- d) la tension assignée et la fréquence nominale;
- e) l'identification des sorties et/ou le schéma de circuit;
- f) le courant assigné;
- g) la température assignée;
- h) la catégorie climatique;
- i) l'année et le mois (ou la semaine) de fabrication (si l'indication est un code, il doit s'agir du code indiqué dans l'IEC 60062);
- j) une indication de danger si le courant de fuite est supérieur à 3,5 mA;
- k) une indication de danger si le filtre n'est pas destiné à une application intégrée et la température à la surface du boîtier est supérieure à 70 °C (métallique) ou 85 °C (plastique);

Le symbole  (60417-5041:2002-10) doit être utilisé;

- l) une référence à la spécification particulière.

1.5.4 Marquage des filtres

Les informations de 1.5.3 a) à i), et aussi j) et k), si ces informations s'appliquent, doivent être clairement marquées sur le filtre.

1.5.5 Marquage de l'emballage

L'emballage contenant le ou les filtres doit comporter un marquage clair selon accord entre le fabricant et l'utilisateur.

Des approbations nationales peuvent être indiquées par des lettres pour remplacer les marques d'approbation.

1.5.6 Marquage supplémentaire

Tout autre marquage doit être appliqué sans qu'il porte à confusion.

1.6 Composants

Les composants autres que des inductances (par exemple des condensateurs, des résistances, des varistances, des fusibles, des connecteurs, des fiches, des commutateurs, des blocs de jonction) dans le filtre doivent satisfaire aux exigences figurant dans la norme IEC applicable.

NOTE D'autres normes sur les composants et matériaux sont énumérées à l'Annexe P.

1.7 Dispositifs de protection contre les surintensités

La spécification particulière ou les instructions d'installation doivent spécifier les valeurs assignées maximales d'un dispositif de protection contre les surintensités à installer à l'extérieur du filtre, sauf si le filtre est doté de dispositifs appropriés de protection contre les surintensités.

Un dispositif de protection contre les surcharges (sursintensités), le cas échéant, doit être connecté entre chaque conducteur d'alimentation de circuit non relié à la terre et la charge. Aucun dispositif de protection contre les surintensités ne doit être connecté dans le circuit à conducteurs reliés à la terre, sauf s'il ouvre tous les conducteurs lorsqu'il fonctionne.

La valeur assignée maximale spécifiée peut ne pas être une des valeurs assignées du dispositif de protection disponible dans le pays d'installation. Il convient d'en tenir compte lorsqu'on utilise un dispositif de valeur assignée plus petite qui satisferait au courant assigné du filtre, en ajoutant toute tolérance nécessaire sur le courant d'appel.

1.8 Câblage et isolement

1.8.1 Généralités

Le câblage d'un filtre doit avoir des caractéristiques assignées pour la tension, la température et d'autres conditions d'utilisation auxquelles il est soumis dans l'application.

La section transversale interne doit être adaptée au courant transporté lorsque le filtre fonctionne au courant assigné afin de ne pas dépasser la température maximale permise de l'isolant du conducteur.

Le câblage interne doit être acheminé, soutenu, fixé ou attaché pour réduire la possibilité de contrainte excessive sur le fil ou sur les bornes de connexion, le desserrage des bornes et les dommages au niveau de l'isolant du conducteur.

1.8.2 Manchons, tubes et isolants des fils

Des manchons, des tubes et des isolants de fils doivent être assignés pour la tension impliquée et la température atteinte dans n'importe quelle condition d'utilisation réelle. Ils doivent être ignifuges conformément à la classe VW-1.

NOTE Les manchons, les tubes et les isolants des fils dans un filtre non ventilé complètement enfermé dans un boîtier métallique ou dans un matériau d'encapsulation, ou un fil magnétique revêtu d'un film n'ont pas besoin d'être marqués VW-1.

Voir l'UL 44 pour la définition de VW-1.

1.8.3 Propriétés des matériaux isolants

Le choix et l'application de matériaux isolants doit tenir compte du besoin de résistance électrique, thermique et mécanique, de la fréquence de la tension de service et de l'environnement de travail (température, pression humidité et pollution).

Le caoutchouc naturel, les matériaux hygroscopiques et les matériaux contenant de l'amiant ne doivent pas être utilisés comme matériaux isolants.

1.9 Conducteurs de liaison de protection

Il s'agit d'un conducteur dans le filtre ou d'une combinaison de parties conductrices dans le filtre, raccordant une borne de terre de protection principale à une partie du filtre qu'il est nécessaire de relier à la terre pour des raisons de sécurité.

Les conducteurs de liaison de protection doivent être de taille suffisante pour transporter le courant réel dans des conditions de fonctionnement normales conformément à 1.8. Il n'est pas nécessaire que les conducteurs transportent les courants de défaut à la terre.

NOTE 1 Exigences supplémentaires telles que définies en 1.4.26.

NOTE 2 Dans certains pays, le terme "mise à la terre" est utilisé à la place de "conducteur de liaison de protection".

1.10 Corrosion

Les parties en fer et en acier doivent être protégées de la corrosion par de la peinture, par émaillage, par galvanisation, par plaquage ou tout autre moyen équivalent si le dysfonctionnement de telles parties non protégées peut entraîner un incendie ou un choc électrique.

Exception: si l'oxydation du fer ou de l'acier par exposition du métal à l'air et à l'humidité n'est pas facilement appréciable (l'épaisseur du métal et la température étant également des facteurs), les surfaces des éléments en acier et en fonte dans un boîtier peuvent ne pas nécessiter de protection contre la corrosion. Les supports, les tôles découpées ou les pièces d'importance secondaire en fer ou en acier (tels que les rondelles, les vis et autres éléments similaires) n'ont pas besoin de satisfaire à cette exigence. Les bornes traversant des têtes en verre dans un boîtier de filtre n'ont pas besoin de satisfaire à cette exigence.

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

2.1.1 Généralités

Il convient de choisir les valeurs données dans les spécifications particulières de préférence parmi les éléments suivants:

2.1.2 Catégories climatiques préférentielles

Les filtres couverts par la présente spécification sont classés en catégories climatiques selon les règles générales données dans la norme IEC 60068-1:2013, Annexe A.

Il convient de choisir la température de catégorie inférieure, la température de catégorie supérieure et la durée de l'essai continu de chaleur humide parmi les valeurs suivantes:

- Température de catégorie inférieure: $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Température de catégorie supérieure: $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou $+155\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Durée de chaleur humide, essai continu: 21 ou 56 jours.

Les sévérités pour les essais froids et en chaleur sèche sont les températures des catégories inférieure et supérieure respectivement.

2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées

2.2.1 Tension assignée (U_R)

Toute valeur de tension ou plage de tensions dans le domaine d'application de la présente norme est permise.

Les filtres d'antiparasitage doivent être choisis de telle sorte que leur tension assignée soit supérieure ou égale à la tension nominale du système d'alimentation auquel ils sont connectés. La conception des filtres doit tenir compte de la possibilité que la tension du système puisse augmenter jusqu'à dépasser de 10 % sa tension nominale.

2.2.2 Température assignée

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

2.2.3 Inflammabilité passive

Si elle est spécifiée, la catégorie minimale d'inflammabilité passive autorisée est la catégorie C.

Tout matériau polymère utilisé dans un filtre doit être classé V-2, V-1, V-0, 5V, HF-2 ou HF-1 conformément à l'IEC 60695-11-10.

Exception n° 1: le câblage doit satisfaire aux exigences de 1.7.

Exception n° 2: un matériau dont une des dimensions est inférieure à 30 mm et dont le volume est inférieur à 2 000 mm³ et distant de moins de 12,7 mm d'une partie sous tension non isolée ou d'un fil magnétique revêtu d'un film n'a pas besoin de satisfaire à cette exigence.

Exception n° 3: un matériau dans un filtre non ventilé complètement enfermé dans un boîtier métallique ou dans un matériau d'encapsulation n'a pas besoin de satisfaire à cette exigence.

Exception n° 4: les matériaux d'encapsulation utilisés dans un filtre d'installation destiné à des appareils de type radio, télévision et vidéo doivent être classés V-0, V-1 ou V-2.

3 Plan d'essais pour les essais de sécurité

3.1 Modèles associables

L'association de filtres de structure similaire pour les essais doit être prescrite dans la spécification particulière applicable.

Outre ces dispositions, on peut considérer que des filtres sont de structure similaire (modèles associables) uniquement lorsque pour la plage des valeurs de leurs composants, les technologies utilisées pour les condensateurs, les inductances et les résistances sont les mêmes, et les éléments capacitifs correspondants font partie de la même sous-classe.

3.2 Procédure d'approbation de la sécurité

3.2.1 Généralités

Le Tableau 3 et l'Annexe B forment un programme limité aux essais portant uniquement sur les exigences de sécurité. Le programme à utiliser pour l'approbation d'essais de sécurité uniquement sera basé sur des tailles d'échantillons fixes conformément à 3.2, comme cela est présenté en 3.2.3 et dans le Tableau 3 de la présente spécification. Avant d'effectuer les essais d'approbation, il est nécessaire de soumettre à l'organisme de certification une déclaration de conception (Annexe E) qui enregistre les données essentielles et les détails de conception de base des filtres passifs à approuver.

Si, une fois l'approbation accordée, un composant est changé, l'organisme de certification doit être informé (voir Annexe E). L'extension d'une approbation pour inclure un ou plusieurs composants changés est laissée à la discrétion de l'organisme de certification.

3.2.2 Echantillonnage

Les types de filtres à qualifier ensemble doivent avoir la même tension assignée et la même combinaison de technologies de construction et de composants. En outre, les éléments capacitifs correspondants doivent être de la même sous-classe. Les nombres de filtres exigés pour la qualification dans chaque groupe sont donnés dans le Tableau 3.

Pour la qualification, l'échantillon doit contenir des nombres égaux de spécimens de la valeur de capacité la plus élevée et la plus basse dans la plage à qualifier. Lorsqu'une seule valeur de capacité totale est impliquée, la totalité des filtres comme indiqué dans le Tableau 3 doit être soumise aux essais.

Si, pour une valeur donnée de capacité totale, il y a plusieurs courants assignés disponibles dans la plage, alors les filtres avec le courant assigné le plus élevé doivent être choisis. Si pour ce courant assigné, plusieurs valeurs d'inductance sont disponibles dans la plage, alors les filtres avec la valeur d'inductance la plus élevée doivent être choisis.

NOTE La "capacité totale" dans l'alinéa ci-dessus signifie la capacité nominale donnée entre les bornes d'entrée du filtre.

Les spécimens de rechange sont permis selon les modalités suivantes:

- a) un par valeur qui peut être utilisé pour remplacer l'élément non conforme dans le groupe 0;
- b) un par valeur qui peut être utilisé pour remplacer des spécimens non conformes en raison d'incidents non attribuables au fabricant;
- c) des spécimens suffisants pour permettre de répéter l'essai de la Note 7 du Tableau 4.

Les nombres donnés dans le Groupe 0 supposent que tous les autres groupes sont applicables. Si ce n'est pas le cas, les nombres peuvent être réduits en conséquence. Les nombres donnés dans le Groupe 0 peuvent également être réduits si, par exemple pour les filtres coûteux, le fabricant choisit de réaliser les essais d'un certain nombre de groupes en séquence sur les mêmes spécimens. Les nombres donnés pour le Groupe 0 n'incluent pas les spécimens exigés pour le Groupe 4.

Lorsque des groupes supplémentaires sont ajoutés au programme d'essais, le nombre de spécimens exigé pour le Groupe 0 doit se voir ajouter le nombre exigé pour les groupes supplémentaires. Le Tableau 3 donne le nombre de spécimens à soumettre à un essai dans chaque groupe et le nombre admissible d'éléments non conformes pour les essais.

3.2.3 Essais

Les séries complètes d'essais indiqués dans le Tableau 3 doivent être réalisées pour l'approbation des filtres couverts par la spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

L'échantillon entier à l'exception des spécimens à soumettre aux essais des Groupes 4 et 5 doit être soumis aux essais du Groupe 0, puis divisé pour les autres groupes.

Un spécimen trouvé défectueux pendant les essais du Groupe 0 ne doit pas être utilisé pour les autres groupes.

On compte "un défectueux" lorsqu'un filtre ne satisfait pas à la totalité ou à une partie des essais d'un groupe.

L'approbation est accordée lorsque le nombre d'éléments non conformes ne dépasse pas le nombre admissible spécifié d'éléments non conformes pour chaque groupe et le nombre admissible total d'éléments non conformes.

Le Tableau 3 et l'Annexe B forment le programme d'essais avec une taille d'échantillons fixe. Le Tableau 3 inclut les informations détaillées relatives à l'échantillonnage et aux défectueux admissibles pour les différents essais ou groupes d'essais, alors que l'Annexe A, avec les informations détaillées sur les essais contenus dans l'Article 4, présente un résumé complet des conditions d'essais et des exigences de performances qui indiquent où un choix doit être fait dans la spécification particulière pour la méthode ou les conditions d'essai.

Les conditions d'essai et les exigences de performances pour le programme d'essais avec une taille d'échantillons fixe doivent être identiques à celles prescrites dans la spécification particulière pour le contrôle de conformité de la qualité.

3.3 Essais de requalification

Des essais de requalification conformément à l'Annexe B peuvent être exigés par l'organisme de certification en cas de modification de la conception déclarée comme cela est indiqué à l'Annexe E. L'organisme de certification sera informé des intentions de modification et décidera si des essais de requalification doivent être effectués.

Tableau 3 – Essais sur les exigences de sécurité uniquement

Groupe	Paragraphes et essais	Nombre de spécimens soumis aux essais par qualification ^{c)}	Nombre admissible d'éléments non conformes par qualification	
			Par groupe ^{g)}	Total
0	4.2 Examens visuels	20/10/5	1/1/0	
	4.9 Résistance de ligne continue			
	4.3 Inductance			
	4.5 Capacité			
	4.6 (alternative) Perte d'insertion (sans charge)	5/3/2		
	4.8 Tenue en tension			
	4.7 Résistance d'isolement			
	4.10 Résistance de décharge ^{a)} Composants de rechange			
1A	4.2.4 Lignes de fuite et distances d'isolement	4/2/1	0	0
	4.11 Robustesse des sorties			
	4.12 Résistance à la chaleur de brasage ^{a)}			
	4.30 Résistance au solvant du marquage ^{b)}			
2	4.18.5 Froid	4/2/1	0	0
	4.18.3 Chaleur sèche			
	4.19 Chaleur humide, essai continu			
3A	4.20 Echauffement ^{d)}	4/2/1	0	0
	4.25.3 Courant d'endurance ^{e) f) g)}			
	4.21 Surcharge de courant			
	4.23 résistance de conducteur de protection			
3B	4.24 Tension de choc ^{g)}	4/2/1	0	0
	4.25.4 Endurance – Tension entre bornes de ligne et boîtier ^{a) g)}			
3C	4.24 Tension de choc ^{g)}	4/2/1	0	0
	4.25.5 Endurance – Tension entre bornes de ligne ^{e) g)}			
4	4.27 Inflammabilité passive	voir 4.27	0	0
5	4.28 Inflammabilité active ^{g)}	voir 4.28	0	0
NOTE voir fin du Tableau 4.				

Tableau 4 – Essai lot par lot – Approbation des essais de sécurité uniquement

Paragraphes et essais ^{h)}	Conditions d'essai ^{h)}	Taille d'échantillons	Exigences ^{h)}
4.2 Examen visuel	Non destructif	100 % ⁱ⁾	Tout marquage sur le filtre doit être lisible et correct
4.8 Tenue en tension (Essais A, B et C ^{j)})	Méthode pour essai C: ^{k)}		Pas de contournement ni de claquage permanent
Notes au Tableau 3 et au Tableau 4: a) Le cas échéant. b) Si exigé dans la spécification particulière. c) Voir 3.1 pour les similarités de structure nécessaires pour qualifier des filtres ensemble. Les trois nombres dans chaque cellule du tableau indiquent dans l'ordre décroissant les nombres applicables pour des spécimens dans les limites de courant suivantes: $< 16 \text{ A}$ $\geq 16 \text{ A} \dots \leq 80 \text{ A}$ $> 80 \text{ A}$ Dans ce contexte, le "courant" est la somme du ou des courants assignés transportés par les broches pour les différentes phases, sauf la phase N. Pour la qualification d'une plage qui contient des filtres dans plusieurs classifications de courant énumérées ci-dessus, le nombre de spécimens choisis doit être le nombre pour la classification dans laquelle la majorité des valeurs se trouve dans la plage. L'échantillon entier à l'exception des spécimens à soumettre aux essais des Groupes 4 et 5 doit être soumis aux essais du Groupe 0, puis divisé pour les autres groupes. Les nombres du Groupe 0 excluent les nombres de spécimens exigés pour les Groupes 4 et 5. d) Pour les filtres avec un courant assigné supérieur à 0,5 A uniquement. e) Pour les filtres avec un courant assigné inférieur ou égal à 0,5 A. f) Voir 4.25.5 pour l'option consistant à combiner les essais des Groupes 3A et 3C. g) Les essais de ce groupe ou sous-groupe peuvent être omis si les condensateurs dans le filtre aux bornes desquelles les tensions d'essai apparaîtront ont été qualifiés selon une spécification particulière de l'IEC 60384-14 et s'ils sont construits avec l'élément capacitif encapsulé séparément, à condition que les condensateurs satisfassent aux exigences sur les lignes de fuite et sur les distances d'isolement spécifiées dans le Tableau 6 et dans le Tableau 7. h) Les numéros des articles de l'essai et les conditions/exigences font référence à l'Article 4. i) Peut être effectué comme un essai de fin de ligne. j) B ou C selon le cas. k) A exiger dans la spécification particulière.			

4 Procédures d'essai et de mesure

4.1 Généralités

4.1.1 Généralités

La présente spécification et/ou la spécification particulière-cadre doivent contenir des tableaux indiquant les essais à effectuer, les mesures à réaliser avant et après chaque essai ou chaque sous-groupe d'essais et l'ordre dans lequel ces essais doivent être effectués. Les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué. Les conditions de mesure doivent être les mêmes pour les mesures initiales et finales.

Si les spécifications nationales d'un système d'évaluation de la qualité incluent des méthodes différentes de celles spécifiées dans les documents ci-dessus, elles doivent être décrites de façon détaillée.

4.1.2 Conditions atmosphériques normalisées

4.1.3 Conditions atmosphériques normalisées des essais

Sauf spécification contraire, tous les essais et toutes les mesures doivent être effectués dans des conditions atmosphériques normalisées d'essais, conformément à 4.3 de l'IEC 60068-1:2013.

- température: 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: 25 % à 75 %;
- pression atmosphérique: 86 kPa à 106 kPa.

Avant les mesures, le filtre doit être stocké à la température de mesure pendant un temps suffisant pour lui permettre d'atteindre cette température en tout point. La durée prescrite pour la période de rétablissement à l'issue d'un essai est normalement suffisante pour satisfaire à cette condition.

Lorsque des mesures sont effectuées à une température différente de la température spécifiée, les résultats doivent, si nécessaire, être corrigés pour la température spécifiée. La température ambiante pendant les mesures doit être indiquée dans le rapport d'essai. En cas de conflit, les mesures doivent être répétées en utilisant une des températures d'arbitrage (conformément à 4.1.4) et d'autres conditions prescrites dans la présente spécification.

Lorsque des essais sont effectués en séquence, les mesures finales d'un essai peuvent être prises comme les mesures initiales de l'essai suivant.

Pendant les mesures, le filtre ne doit pas être exposé aux courants d'air, au rayonnement solaire direct ou à d'autres influences susceptibles d'être source d'erreurs.

4.1.4 Conditions de rétablissement

Sauf spécification contraire, le rétablissement doit s'effectuer dans les conditions atmosphériques normalisées d'essais (voir 4.1.3).

Si le rétablissement doit être fait dans des conditions étroitement contrôlées, les conditions de rétablissement contrôlées de 4.4.2 de l'IEC 60068-1:2013 doivent être utilisées.

Sauf indication contraire dans la spécification intermédiaire ou particulière applicable, une durée de 1 h à 2 h doit être utilisée.

4.1.5 Conditions d'arbitrage

Dans le cadre de l'arbitrage, une des conditions atmosphériques normalisées d'essais d'arbitrage de l'IEC 60068-1:2013, 4.2, comme indiqué dans le Tableau 5 doit être choisie.

Tableau 5 – Conditions atmosphériques normalisées

Température °C	Humidité relative %	Pression atmosphérique kPa
20 ± 1	63 à 67	86 à 106
23 ± 1	48 à 52	86 à 106
25 ± 1	48 à 52	86 à 106
27 ± 1	63 à 67	86 à 106

4.1.6 Conditions de référence

Les conditions atmosphériques normalisées de référence données en 4.1 de l'IEC 60068-1:2013 s'appliquent:

- température: 20 °C;
- pression atmosphérique: 101,3 kPa.

4.1.7 Séchage

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, le condensateur doit être conditionné pendant $96 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ par un chauffage dans un four à circulation d'air porté à une température de $55 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ et dont l'humidité relative ne dépasse pas 20 %.

Le filtre doit ensuite être mis à refroidir dans un dessiccateur contenant un déshydratant approprié, tel que de l'alumine activée ou du gel de silice, et doit y être maintenu depuis la sortie du four jusqu'au début des essais spécifiés.

4.2 Examen visuel et contrôle des dimensions

4.2.1 Examen visuel

L'examen visuel doit montrer que l'état de la pièce, l'exécution et le fini sont satisfaisants (voir 1.4.23).

Le marquage doit être lisible à l'examen visuel. Il doit être conforme aux exigences de la spécification particulière.

4.2.2 Dimensions (calibrage)

Les dimensions indiquées dans la spécification particulière, appropriées au calibrage, doivent être vérifiées, et elles doivent être conformes aux valeurs prescrites dans la spécification particulière.

Le cas échéant, les mesures doivent être effectuées conformément à la norme IEC 60294.

4.2.3 Dimensions (détail)

Toutes les dimensions prescrites dans la spécification particulière doivent être vérifiées et doivent être conformes aux valeurs prescrites.

4.2.4 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les lignes de fuite exigées dépendent du degré de pollution ainsi que de l'indice de résistance au cheminement (IRC) du matériau isolant.

Dans le cadre de l'évaluation des lignes de fuite et des distances d'isolement, les quatre degrés de pollution suivants dans le micro-environnement sont établis (voir IEC 60664-1):

- Degré de pollution 1: aucune de pollution ou seule une pollution sèche et non conductrice. La pollution n'a pas d'influence.
- Degré de pollution 2: seule une pollution non conductrice, mais une conductivité temporaire causée par la condensation peut apparaître occasionnellement.
- Degré de pollution 3: une pollution conductrice ou une pollution non conductrice, qui devient conductrice en raison de la condensation attendue.
- Degré de pollution 4: une conductivité continue en raison de poussières, de pluie ou d'autres conditions d'humidité conductrices.

Les degrés de pollution suivants doivent être pris en compte dans le présent document:

- Degré de pollution 3: valide pour les bornes des filtres à l'extérieur des filtres.
- Degré de pollution 2: valide à l'intérieur de l'enveloppe des filtres sans matériau d'enrobement.
- Degré de pollution 1: valide à l'intérieur de zones entièrement enrobées ou d'une enveloppe étanche.

Les matériaux sont répartis en quatre groupes en fonction de leur IRC de la manière suivante:

- Groupe de matériau I $600 \leq \text{IRC}$
- Groupe de matériau II $400 \leq \text{IRC} < 600$
- Groupe de matériau IIIa $175 \leq \text{IRC} < 400$
- Groupe de matériau IIIb $100 \leq \text{IRC} < 175$

Ces IRC font référence aux valeurs obtenues conformément à l'IEC 60112, sur des échantillons du matériau approprié fabriqué spécifiquement dans ce but et soumis à essai avec une solution A. Pour les matériaux pour lesquels l'IRC n'est pas connu, on suppose qu'il s'agit d'un matériau du groupe IIIb.

Si les lignes de fuite minimales pour le verre, le mica, la céramique ou d'autres matériaux isolants non organiques sont supérieures à la distance d'isolement minimale applicable, il est permis d'appliquer cette valeur de distance d'isolement minimale comme la ligne de fuite minimale.

Les lignes de fuite et les distances d'isolement du filtre entre les parties sous tension de polarité différente ou entre les parties sous tension et un boîtier métallique ne doivent pas être inférieures aux valeurs appropriées indiquées dans

- a) le Tableau 6 pour les lignes de fuite.
- b) le Tableau 7 pour les distances d'isolement. Le Tableau 7 est basé sur l'IEC 60664-1, mais les normes sur la sécurité des équipements IEC 60335-1, IEC 60065 et IEC 60950-1 ont également été prises en considération. Il est possible d'obtenir davantage d'informations dans l'IEC 60664-1.

Le Tableau 6 et le Tableau 7 sont générés en utilisant les conditions environnementales suivantes comme principales lignes directrices:

Catégorie de surtension II, degré de pollution 2 et altitude $\leq 2\,000$.

La conformité doit être contrôlée par des mesures conformément aux règles établies dans l'IEC 60664-1. D'autres exigences peuvent être nécessaires, par exemple pour des filtres destinés à être utilisés dans d'autres environnements que le degré 2 de pollution ou pour des filtres utilisés à des altitudes supérieures à 2 000 mètres. L'IEC 60664-1 constitue un guide.

Tableau 6 – Lignes de fuite

Tension de service		Lignes de fuite minimales								
		Matériau de câblage imprimé								
		Degré de pollution								
		1	2	1	2			3		
V c.a.	V c.c.	Tous les groupes de matériaux	Tous les groupes de matériaux, sauf IIIb	Tous les groupes de matériaux	Groupe de matériau I	Groupe de matériau II	Groupe de matériau III	Groupe de matériau I	Groupe de matériau II	Groupe de matériau III ^{a)}
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
-	48	0,025	0,040	0,14	0,53	0,53	0,53	1,30	1,30	1,30
-	120	0,063	0,100	0,22	0,67	0,95	1,30	1,70	1,90	2,10
160	240	0,250	0,400	0,32	0,80	1,10	1,60	2,00	2,20	2,50
250	375	0,560	1,000	0,56	1,25	1,80	2,50	3,20	3,60	4,00
320	480	0,75	1,60	0,75	1,60	2,20	3,20	4,00	4,50	5,00
400	600	1,0	2,0	1,0	2,0	2,80	4,0	5,0	5,6	6,3
500	750	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0 (7,9) ^{b)}
630	945	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0 (7,9) ^{b)}	9,0 (8,4) ^{b)}	10,0 (9,0) ^{b)}
800	1200	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0 (9,0) ^{b)}	11,0 (9,6) ^{b)}	12,5 (10,2) ^{b)}
1000	1500	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5 (10,2) ^{b)}	14,0 (11,2) ^{b)}	16,0 (12,8) ^{b)}

a) Le groupe de matériau IIIb n'est pas recommandé pour les applications dans un degré 3 de pollution au-delà de 630 V en courant alternatif / 945 V en courant continu.

b) Les valeurs données entre parenthèses peuvent être appliquées pour réduire la ligne de fuite lorsqu'une nervure est utilisée (voir IEC 60664-1:2007, 5.2.5).

La ligne de fuite pour un isolement renforcé doit être deux fois la ligne de fuite pour un isolement principal dans ce tableau.

La haute précision des lignes de fuite données dans ce tableau ne signifie pas que l'incertitude de mesure doive être du même ordre de grandeur.

Tableau 7 – Distance d'isolement

Points de mesure	Distances d'isolement minimales					
	Tension assignée					
	c.a.	$U_R \leq 150 \text{ V}$	$150 \text{ V} < U_R \leq 300 \text{ V}$	$300 \text{ V} < U_R \leq 600 \text{ V}$	$600 \text{ V} < U_R \leq 800 \text{ V}$	$800 \text{ V} < U_R \leq 1000 \text{ V}$
	c.c.	$U_R \leq 300 \text{ V}$	$300 \text{ V} < U_R \leq 600 \text{ V}$	$600 \text{ V} < U_R \leq 1\,200 \text{ V}$	$900 \text{ V} < U_R \leq 1\,500 \text{ V}$	
		mm	mm	mm	mm	mm
Entre des parties sous tension de polarité différente (isolement fonctionnel)		0,5	1,5	3,0	4,3	5,5
Entre des parties sous tension et d'autres parties métalliques sur un isolement de base		1,5	3,0	5,5	6,8	8,0
Entre des parties sous tension et d'autres parties métalliques sur un isolement renforcé		3,0	6,0	10,4	12,6	14,8

4.3 Mesure d'inductance

4.3.1 Généralités

Voir l'IEC 60938-2 avec les détails suivants.

4.3.2 Conditions de mesure

L'inductance mesurée doit être l'inductance parallèle équivalente.

- La fréquence de mesure préférentielle doit être 1 kHz, 10 kHz ou 100 kHz.
- Le courant de mesure doit être 200 μA au maximum.

Pour certaines valeurs d'inductance, il peut être souhaitable d'utiliser d'autres fréquences ou d'autres courants. La valeur du courant ou de la fréquence doit être donnée dans la spécification particulière.

Puisque la valeur mesurée de l'inductance peut être fonction du courant, de la fréquence et de la température, ces paramètres doivent être consignés dans le rapport d'essai et doivent rester constants pendant l'essai.

4.4 Inductances de terre intégrées dans des filtres

Toutes les inductances intégrées dans des filtres doivent satisfaire aux exigences données dans la ou les spécifications applicables. Voir également l'IEC 60938-1:2006, 2.2.19.

4.5 Capacité

4.5.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-14 avec les détails suivants.

4.5.2 Conditions de mesure

La capacité mesurée doit être la capacité série équivalente.

La fréquence de mesure doit être 1 kHz, mais, uniquement pour les condensateurs en céramique avec $C_N < 100$ pF (classe 2) et $C_N \leq 1\,000$ pF (classe 1), la fréquence de mesure doit être 1 MHz.

La tension de mesure ne doit pas dépasser la tension assignée. Pour les condensateurs en céramique, la tension de mesure doit être $1,0\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$.

4.6 Perte d'insertion

Cet essai peut être appliqué comme une méthode alternative de mesure de l'inductance et de la capacité.

La méthode de mesure doit être, de préférence, choisie parmi celles décrites dans la CISPR 17 ou celles décrites dans la présente spécification. Si aucune n'est appropriée, alors la méthode de mesure doit être décrite dans la spécification particulière. Avant toute mesure des pertes d'insertion sur des filtres contenant les condensateurs en céramique, avant ou après le conditionnement, les filtres doivent être préconditionnés en respectant les conditions suivantes:

Pour les mesures faites après le conditionnement, ce préconditionnement doit suivre le rétablissement prescrit et toutes les autres mesures et inspections finales.

La spécification particulière doit spécifier:

- a) toutes les exigences de préconditionnement;
- b) la méthode de mesure des pertes d'insertion à utiliser, y compris les dimensions qui influencent l'impédance caractéristique et la longueur électrique de tout gabarit utilisé pour connecter le filtre au système de mesure;
- c) si des mesures sont faites avec le filtre sans charge ou sous une charge spécifiée;
- d) si des mesures sont faites en mode asymétrique ou en mode symétrique;
- e) les impédances aux bornes;
- f) les fréquences auxquelles les mesures doivent être faites (plage préférentielle: 150 kHz à 30 MHz);
- g) la perte d'insertion minimale ou la capacité et l'inductance à atteindre à chaque fréquence.

Quand des mesures sont faites après le conditionnement, la limite doit être 6 dB moins sévère que la limite applicable dans le Groupe 0.

La spécification particulière doit prescrire les limites applicables pour la capacité (C) et l'inductance (L) ainsi que les fréquences applicables, si L et C sont mesurées comme des alternatives aux pertes d'insertion.

4.7 Résistance d'isolement

4.7.1 Généralités

Pour les filtres comportant une résistance de décharge ou une varistance de décharge, cette mesure ne peut être effectuée que lorsque la résistance de décharge ou la varistance de décharge est déconnectée. Si la résistance de décharge ne peut pas être déconnectée sans que le filtre ne soit détruit, l'essai doit être omis pour les essais lot par lot; s'agissant des essais d'homologation et périodiques, si la résistance de décharge ne peut pas être déconnectée sans que le filtre ne soit détruit, l'échantillon doit être constitué de filtres réalisés spécifiquement sans résistances de décharge.

La méthode consistant à appliquer la tension d'essai pour l'essai C doit être indiquée dans la spécification particulière. Dans le cadre des essais d'homologation, la méthode de la feuille de 4.7.3.2 doit être utilisée.

4.7.2 Tension de mesure

Avant que la mesure ne soit effectuée, les filtres doivent être complètement déchargés. Sauf indication contraire dans la spécification applicable, la résistance d'isolement doit être mesurée sous la tension continue spécifiée dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Tension continue relative à la résistance d'isolement

Caractéristiques de tensions du filtre	Tension de mesure
$U_R < 10 \text{ V}$	$U_R \pm 10 \%$
$10 \text{ V} \leq U_R < 100 \text{ V}$	$(10 \pm 1) \text{ V}^a$
$100 \text{ V} \leq U_R < 500 \text{ V}$	$(100 \pm 15) \text{ V}$
$500 \text{ V} \leq U_R < 1\,000 \text{ V}$	$(500 \pm 50) \text{ V}$
$1\,000 \text{ V} \leq U_R < 1\,500 \text{ V}$	$(1\,000 \pm 100) \text{ V}$
Lorsqu'il peut être démontré que la tension n'a pas d'influence sur le résultat de la mesure ou qu'une relation connue existe, la mesure peut être réalisée à des tensions pouvant atteindre la tension assignée (une tension de 10 V doit être utilisée en cas de litige).	

U_R est la tension assignée utilisée pour définir la tension de mesure à utiliser dans des conditions atmosphériques d'essai normalisées.

4.7.3 Application de la tension de mesure

4.7.3.1 Généralités

La résistance d'isolement doit être mesurée entre les points de mesure définis dans le Tableau 9, indiqués dans la spécification applicable.

L'essai A, entre les bornes, s'applique à tous les filtres, isolés ou non isolés. Voir l'Essai A du Tableau 9.

L'essai B, isolement interne, s'applique aux filtres isolés en boîtier métallique non isolé. Cet essai n'est pas applicable aux filtres coaxiaux. Voir l'Essai B du Tableau 9.

L'essai C, isolement externe, s'applique aux filtres isolés en boîtier non métallique ou en boîtier métallique isolé. Pour cet essai, la tension de mesure doit être appliquée en utilisant l'une des trois méthodes suivantes, tel qu'indiqué dans la spécification applicable. Cet essai n'est pas applicable aux filtres coaxiaux; il est applicable uniquement aux filtres isolés en boîtier non métallique ou en boîtier métallique isolé. Voir l'Essai C du Tableau 9.

4.7.3.2 Méthode de la feuille métallique

Une feuille métallique doit être enroulée étroitement autour du corps du filtre.

Pour les filtres à sorties axiales, cette feuille doit dépasser d'au moins 5 mm à chaque extrémité, pourvu qu'un espace minimal de 1 mm/kV ou 1 mm, en choisissant la plus élevée de ces valeurs, puisse être maintenu entre la feuille métallique et les sorties. Si cet espace minimal ne peut pas être maintenu, le débordement de la feuille doit être réduit autant qu'il est nécessaire pour établir l'espace de 1 mm/kV ou 1 mm, en choisissant la plus élevée de ces valeurs.

Pour les filtres à sorties unilatérales, une distance minimale de 1 mm/kV ou 1 mm, en choisissant la plus élevée de ces valeurs, doit être maintenue entre le bord de la feuille et chaque sortie.

4.7.3.3 Méthode relative aux filtres comportant des dispositifs de fixation

Le filtre doit être monté de façon normale sur une plaque métallique dépassant d'au moins 12,7 mm, dans toutes les directions, la face de montage du filtre.

4.7.3.4 Méthode du bloc en V

Le filtre doit être calé dans le fond d'un bloc métallique en V ouvert à 90° de dimensions telles que le corps du filtre ne déborde pas des extrémités du bloc.

La force appliquée doit garantir un contact adéquat entre le filtre et le bloc. La force appliquée pour caler le filtre doit être choisie de telle manière qu'aucune destruction ni aucun dommage du filtre ne se produisent.

Le filtre doit être placé conformément aux dispositions suivantes:

- a) pour les filtres cylindriques: le filtre doit être placé dans le bloc de sorte que la sortie la plus éloignée de l'axe du filtre soit au plus près de l'une des faces du bloc;
- b) pour les filtres rectangulaires: le filtre doit être placé dans le bloc de sorte que la sortie la plus proche du bord du filtre soit au plus près de l'une des faces du bloc.

Pour les filtres cylindriques et rectangulaires à sorties axiales, on ne doit pas tenir compte du décentrement éventuel de la sortie au point où elle sort du corps du filtre.

4.7.4 Durée moyenne avant mesure

La résistance d'isolement doit être mesurée après que la tension a été appliquée pendant $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

La mesure peut être interrompue lorsque la valeur de la résistance d'isolement dépasse les limites des Tableaux 10 ou 11. Cela peut se produire avant 60 s.

4.7.5 Facteur de correction de la température

Lorsque cela est prescrit dans la spécification particulière, la température à laquelle la mesure est réalisée doit être notée. Si cette température diffère de 20 °C, une correction doit être apportée à la valeur mesurée en multipliant cette valeur par le facteur de correction approprié prescrit dans la spécification intermédiaire du condensateur pour le diélectrique concerné, ou elle est donnée dans la spécification particulière.

4.7.6 Informations à indiquer dans une spécification particulière

La spécification applicable doit prescrire:

- a) les essais et la tension de mesure correspondant à chacun de ces essais (voir Tableau 9);
- b) la méthode d'application de la tension (l'une de celles décrites en 4.7.3.2, 4.7.3.3 ou 4.7.3.4);
- c) le temps d'électrisation, s'il est différent de 1 min;
- d) toute précaution spéciale à prendre pendant les mesures;
- e) tous les facteurs de correction exigés pour les mesures à l'intérieur de la plage des températures couverte par les conditions atmosphériques d'essai normalisées;

- f) la température de mesure, si elle est différente des conditions atmosphériques d'essai normalisées;
- g) la valeur minimale de la résistance d'isolement pour les différents essais.

Tableau 9 – Points de mesure

Essais	Description
A Entre bornes	Entre paires de phases transportant le courant de charge par les dispositifs d'antiparasitage, par exemple entre phases ou entre phase et neutre.
B Isolement interne	Entre chaque borne de courant de charge et le boîtier (pour les types à boîtier uniquement) ou la borne de terre. Il est permis de connecter toutes les bornes de charge ensemble.
C Isolement externe	Entre les bornes de courant de charge reliées entre elles et la plaque ou la feuille métallique ou bien le bloc métallique en V (boîtiers isolés n'employant pas de métal) ou entre le boîtier et la plaque métallique, la feuille de métal ou le bloc métallique en V (types boîtiers métalliques isolés uniquement).

Filtres triphasés avec neutre: le neutre doit être manipulé comme une borne de courant, où la tension est égale à la tension phase-terre (cas le plus défavorable par 2 phases ouvertes).

NOTE Des exemples d'application de ce tableau sont représentés à la Figure 2 et à la Figure 3.

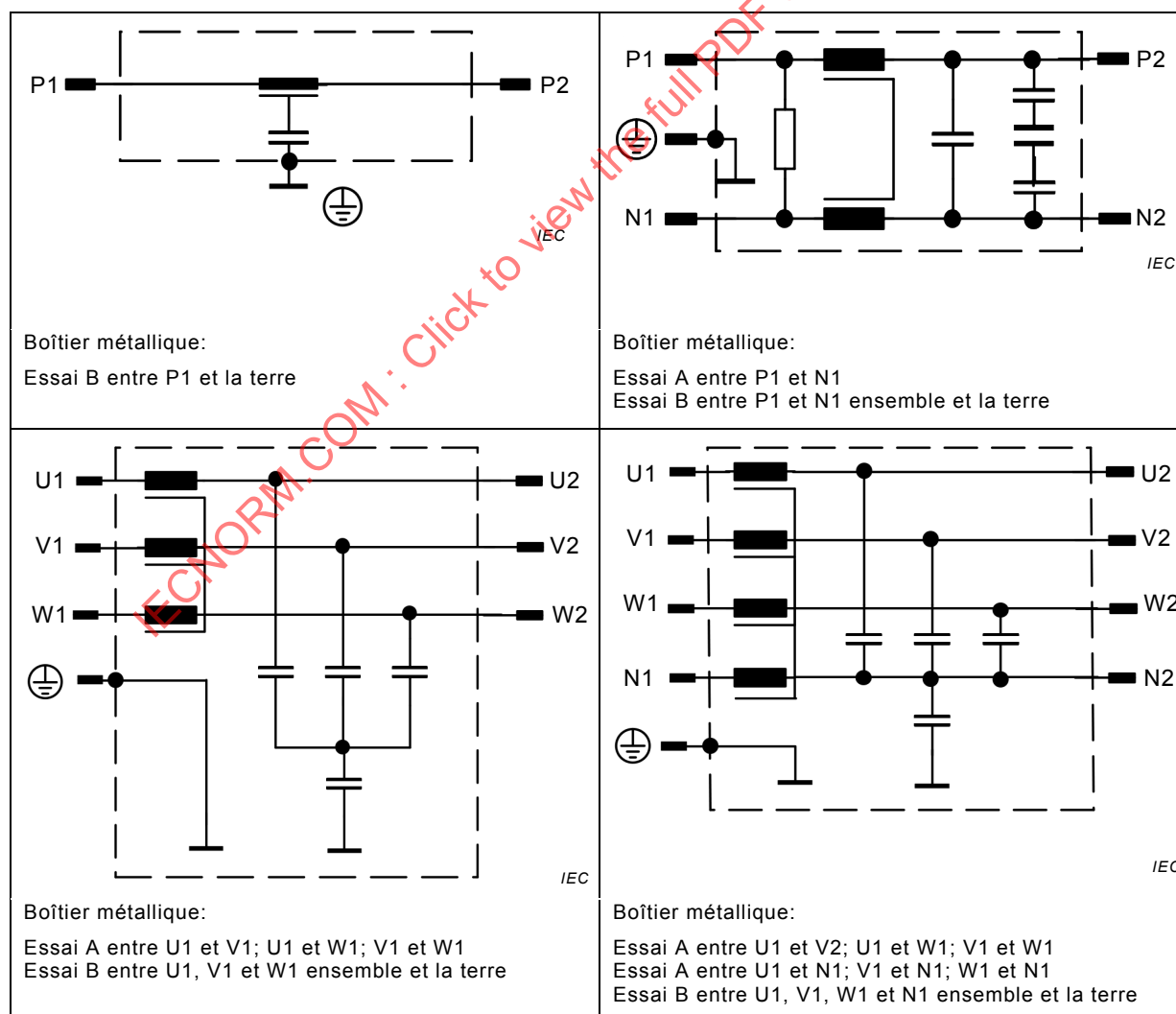


Figure 2 – Exemples pour l'application des essais A et B du Tableau 9

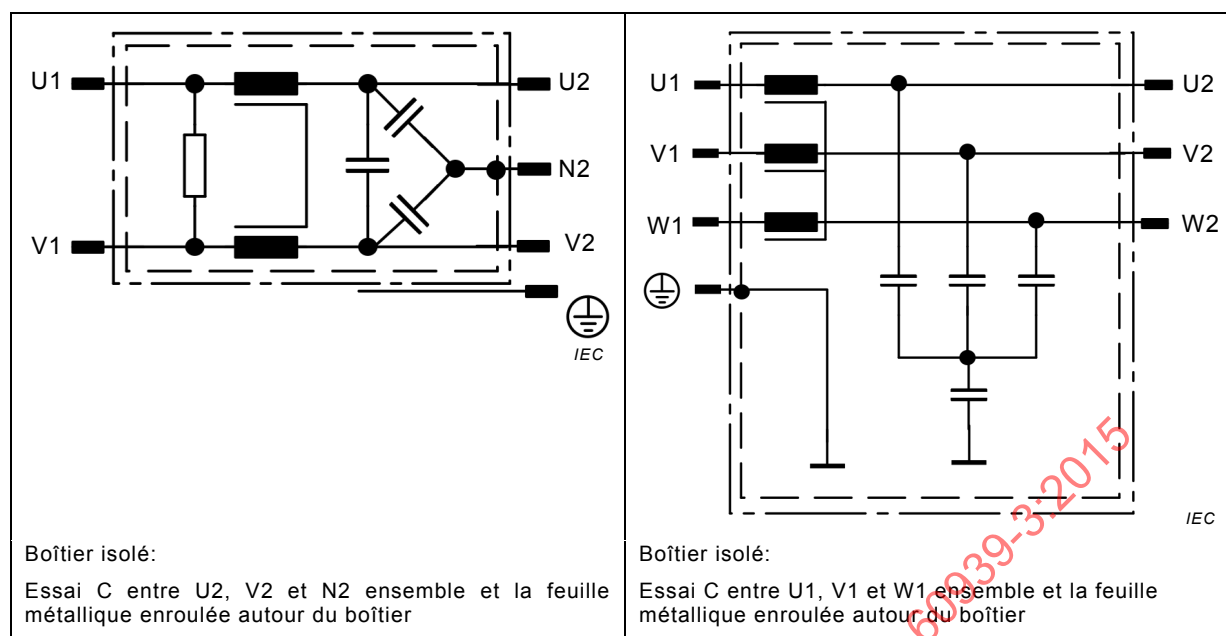


Figure 3 – Exemples pour l'application de l'essai C du Tableau 9

4.7.7 Exigences

La résistance d'isolement doit dépasser les valeurs des Tableaux 10 ou 11 selon le cas.

Tableau 10 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité uniquement

Essai A		Essai B ou essai C
Quand $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N en s	Quand $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R en $\text{M}\Omega$	R en $\text{M}\Omega$
2 000 ^b	6 000	6 000
NOTE Voir Tableau 11.		

Tableau 11 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité et de performances

Diélectrique	Essai A		Essai B ou essai C
	Quand $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N en s	Quand $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R en $M\Omega$	R en $M\Omega$
Papier ^{a, b}	2 000	6 000	6 000
Plastique	5 000	15 000	30 000
Céramique	–	6 000	3 000

NOTE 1 Dans les tableaux ci-dessus, C_N est la capacité nominale et R est la résistance d'isolement mesurée.

NOTE 2 Pour les filtres à plusieurs étages, comprenant plusieurs étages de condensateurs, la limite peut être divisée par le nombre d'étages.

Des limites plus sévères et liées au diélectrique peuvent être données dans la spécification particulière pour les essais de performances seulement, si possible en se référant à la publication IEC appropriée.

Pour des condensateurs ayant une borne connectée au boîtier, il convient d'utiliser les limites de la résistance d'isolement pour l'essai A.

Pour des condensateurs avec une résistance de décharge, il convient d'effectuer la mesure avec la résistance de décharge débranchée. Si la résistance ne peut pas être débranchée sans détruire le condensateur, il convient d'omettre l'essai dans le groupe A, et, pour les essais périodiques et d'homologation, il convient de réaliser l'essai sur la moitié des spécimens dans l'échantillon. Il convient que l'échantillon soit composé de condensateurs faits spécialement sans résistance de décharge.

^a Egalement pour diélectriques en plastique et papier mélangés.

^b Pour les condensateurs avec diélectrique en papier imbibé d'ester, les valeurs dans les trois dernières colonnes du tableau doivent être remplacées respectivement par les valeurs 500, 1 500 et 2 000.

4.8 Tenue en tension

4.8.1 Généralités

L'essai prescrit dans la présente spécification ou dans la spécification particulière peut être soit un essai en courant continu, soit un essai en courant alternatif.

Pour les filtres équipés de protections contre les surtensions, cet essai peut uniquement être réalisé avec ces composants débranchés.

4.8.2 Procédure d'essai

Lorsqu'une tension est appliquée pour les essais d'homologation et périodiques, la tension peut être fournie par un transformateur alimenté par un autotransformateur variable, et la tension doit être augmentée progressivement depuis zéro jusqu'à la tension d'essai. La durée d'essai doit être comptée à partir du moment où la tension d'essai est atteinte. A l'issue de la durée d'essai, la tension d'essai doit être réduite à une valeur proche de zéro et la capacité du filtre déchargée à travers une résistance adaptée.

Pour les essais lot-par-lot et à 100 %, la tension peut être appliquée directement à la tension d'essai maximale, mais il convient de veiller à éviter les crêtes de surtension.

4.8.3 Tension appliquée

Les tensions données dans le Tableau 12 et le Tableau 13 doivent être appliquées entre les points de mesures du Tableau 9 pendant une période d'une minute pour les essais d'homologation et périodiques et pendant une période de deux secondes pour les essais de conformité de la qualité lot par lot. Le temps doit être mesuré à partir du moment où 90 % de la tension d'essai apparaît entre les bornes d'essai.

La méthode consistant à appliquer la tension d'essai pour l'essai C doit être indiquée dans la spécification particulière. Dans le cadre des essais d'homologation, la méthode de la feuille de 4.7.3.2 doit être utilisée.

L'attention est attirée sur le fait que la répétition de l'essai de tenue en tension peut endommager le filtre.

On attire l'attention sur le fait que pour certains essais, il peut être nécessaire que la spécification particulière prescrive qu'il convienne de débrancher les résistances ou les varistances.

Tableau 12 – Tenue en tension (filtre connecté au réseau d'alimentation)

Type d'isolement	Plage de tensions assignées phase-phase (Essai A) ou phase-terre (Essai B ou C)	Essai A	Essai B ou C	
			V c.a.	V c.c.
Isolement de base	< 150 V	4,3 U_R ¹⁾ c.c.	900	1 260
Isolement de base	≥ 150 V ≤ 300 V		1 500	2 250
Isolement de base	> 300 V $\leq 1\,000$ V		$2U_R + 1000$	$2.8\,U_R + 1400$
Double ou renforcée	≥ 150 V ≤ 300 V		3 000	4 500
Double ou renforcée	> 300 V $\leq 1\,000$ V		$2(2U_R + 1000)$	$2(2.8\,U_R + 1400)$
¹⁾ U_R est la tension alternative assignée, mais l'essai est effectué en tension continue (ex.: $U_R = 300$ V en courant alternatif: $U_{\text{test}} = 1\,290$ V en courant continu)				
Toutes les tensions alternatives d'essai sont en valeurs alternatives et la fréquence est 50 Hz ou 60 Hz, sauf indication contraire dans la spécification particulière.				

Tableau 13 – Tenue en tension (filtre non connecté au réseau d'alimentation, ex.: filtres en courant continu)

Type d'isolement	Plage de tensions assignées phase-phase (Essai A) ou phase-terre (Essai B ou C)	Essai A	Essai B ou C
Isolement de base	$\leq 1\,500$ V	$2,15 U_R$ c.c.	$2,15 U_R$ c.c.
Double ou renforcée	$\leq 1\,500$ V		

4.8.4 Essais

4.8.4.1 Généralités

L'essai comprend, selon la construction du filtre, une ou plusieurs parties, conformément au Tableau 9 et aux exigences de la spécification applicable.

4.8.4.2 Essai A – Entre bornes

Voir l'Essai A du Tableau 9.

4.8.4.3 Essai B – Isolement interne

Cet essai n'est pas applicable aux filtres coaxiaux. Voir l'Essai B du Tableau 9.

4.8.4.4 Essai C – Isolement externe

4.8.4.4.1 Généralités

Cet essai n'est pas applicable aux filtres coaxiaux; il est applicable uniquement aux filtres isolés en boîtier non métallique ou en boîtier métallique isolé. Voir l'Essai C du Tableau 9.

Pour cet essai, la tension d'essai doit être appliquée en utilisant l'une des trois méthodes suivantes, comme indiqué dans la spécification applicable.

4.8.4.4.2 Méthode de la feuille métallique

Une feuille métallique doit être enroulée étroitement autour du corps du filtre.

Pour les filtres à sorties axiales, cette feuille doit dépasser d'au moins 5 mm à chaque extrémité, pourvu qu'un espace minimal de 1 mm/kV ou 1 mm, en choisissant la plus élevée de ces valeurs, puisse être maintenu entre la feuille métallique et les sorties. Si cet espace minimal ne peut être maintenu, le débordement de la feuille doit être réduit autant qu'il est nécessaire pour établir l'espace de 1 mm/kV ou 1 mm, en choisissant la plus élevée de ces valeurs.

Pour les filtres à sorties unilatérales, une distance minimale de 1 mm/kV ou 1 mm, en choisissant la plus élevée de ces valeurs, doit être maintenue entre le bord de la feuille et chaque sortie.

4.8.4.4.3 Méthode relative aux filtres comportant des dispositifs de fixation

Voir 4.7.2.2.

4.8.4.4.4 Méthode du bloc en V

Voir 4.7.2.3.

4.8.5 Exigences

Pour chacun des essais spécifiés, il ne doit y avoir aucun signe de contournement ni de claquage permanent pendant la période d'essai. Les claquages autorégénérateurs sont autorisés, s'ils le sont pour les éléments capacitifs des filtres.

4.8.6 Répétition de l'essai de tenue en tension

L'attention est attirée sur le fait que l'application répétée de l'essai de tenue en tension peut endommager le filtre de façon irréversible.

4.8.7 Informations à indiquer dans une spécification particulière

La spécification applicable doit prescrire:

- a) les essais (voir Tableau 9) et la tension d'essai correspondant à chacun de ces essais;
- b) pour l'essai d'isolement externe (Essai C), la méthode d'application de la tension d'essai (l'une de celles décrites en 4.8.4.4);
- c) la durée d'application de la tension;

4.8.8 Exigences

Il ne doit y avoir aucun contournement ni claquage permanent pendant la période d'essai.

4.9 Résistance de ligne continue ou chute de tension au courant assigné

4.9.1 Généralités

La spécification particulière doit prescrire lequel des deux essais suivants doit être utilisé.

4.9.2 Résistance de ligne continue

En utilisant une méthode de mesure à courant continu avec une tension appliquée inférieure à 10 V, la résistance entre n'importe quelle borne d'entrée et la borne de sortie correspondante doit être mesurée et ne doit pas dépasser la limite prescrite dans la spécification particulière. La spécification particulière peut spécifier des points précis de connexion entre les bornes et l'instrument de mesure.

4.9.3 Chute de tension au courant assigné

Un courant continu égal à la valeur alternative du courant alternatif assigné, sauf indication contraire dans la spécification particulière, doit être délivré au filtre entre toutes les paires de bornes de ligne où le schéma de circuit indique qu'il convient d'avoir une continuité.

Une fois la stabilité thermique atteinte (sauf si la spécification particulière prescrit la mesure à la fin d'une période spécifiée), la chute de tension doit être mesurée et ne doit pas dépasser la limite prescrite dans la spécification particulière.

4.10 Résistance de décharge

4.10.1 Généralités

La résistance doit être mesurée comme suit, sauf indication contraire de la spécification applicable.

La vérification de la conformité est effectuée par un essai, sur un échantillon de 10 spécimens provenant de chaque résistance utilisée dans le filtre. Les échantillons de résistances doivent être présentés séparément par le fabricant de filtres.

4.10.2 Essai de résistance

4.10.2.1 Mesure initiale et essai

La résistance de chaque échantillon doit être mesurée.

La valeur de résistance doit correspondre à la résistance assignée tenant compte de la tolérance.

Une tension de $4,3 U$ en courant continu, où U est la tension de service de la résistance en question dans le filtre, doit être appliquée pendant 1 min entre les bornes de la résistance. U est la tension alternative de service, mais l'essai est effectué en tension continue (ex.: $U = 300$ V en courant alternatif: $U_{\text{test}} = 1\,290$ V en courant continu).

Pour les applications en courant continu, la tension d'essai doit être $2,15 U$ en courant continu.

Les échantillons sont soumis à l'essai de chaleur humide conformément à l'IEC 60068-2-78 en utilisant les détails suivants:

- Température: $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Humidité: $(93 \pm 3)\%$ d'humidité relative;
- Durée de l'essai: 21 jours.

NOTE On considère que les résistances qui ont été soumises à une durée d'essai supérieure à 21 jours satisfont aux critères de durée d'essai.

4.10.2.2 Exigences, mesures et inspection finales

Le rétablissement doit durer 18 h à 26 h dans des conditions de mesure normalisées.

Les résistances doivent être soumises à un examen visuel conformément à 4.2.1. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

L'essai de tenue en tension conformément à 4.8 doit être effectué avec 66 % de la tension comme cela est spécifié dans l'essai initial. Il ne doit pas y avoir de contournement ni de claquage permanent.

Après cet essai, la valeur de la résistance ne doit pas différer de plus de 20 % de la valeur mesurée par la mesure initiale.

Avant les mesures, la résistance doit être stockée à la température de mesure pendant un temps suffisant pour lui permettre d'atteindre cette température.

Aucune défaillance n'est autorisée.

4.11 Robustesse des sorties

4.11.1 Généralités

Les filtres doivent être soumis aux essais U_{a1} , U_b , U_c et U_d de l'IEC 60068-2-21.

La méthode d'essai et le degré de sévérité à utiliser doivent être indiqués dans la spécification particulière.

L'essai pour bornes à enclenchement ou autres bornes spéciales doit être indiqué dans la spécification particulière.

4.11.2 Essai U_{a1} – Traction

La force appliquée doit être:

- pour les sorties autres que des fils: 20 N;
- pour les fils de sortie, voir Tableau 14.

Tableau 14 – Force pour les fils de sortie

Section transversale nominale mm ²	Diamètre correspondant des fils de section circulaire mm	Force N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,07$	$0,25 < d \leq 0,3$	2,5
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,3 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$0,5 < S \leq 1,2$	$0,8 < d \leq 1,25$	20
$1,2 < S$	$1,25 < d$	40

4.11.3 Essai Ub – Courbure

Cet essai n'est pas applicable si, dans la spécification particulière, les sorties sont décrites comme rigides. Sinon, il doit être appliqué à la moitié des sorties de l'échantillon.

La méthode 1 doit être utilisée avec deux courbures successives dans chaque sens.

4.11.4 Essai Uc – Torsion

Cet essai n'est pas applicable si, dans la spécification particulière, les sorties sont décrites comme rigides, ou si le filtre comporte des sorties unilatérales conçues pour être utilisées sur des circuits imprimés. Sinon, il doit être appliqué à l'autre moitié des sorties de l'échantillon.

La méthode A, sévérité 2 (deux rotations successives de 180°) doit être utilisée.

4.11.5 Essai Ud – Couple

Cet essai est uniquement destiné aux sorties à goujons ou à vis filetés, et aux dispositifs de montage filetés incorporés. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, le couple donné dans le Tableau 15 doit être utilisé.

Tableau 15 – Couple

Diamètre de filetage mm		Couple de serrage Nm		
Valeurs normalisées en unités métriques	Plage de diamètres	I	II	III
1,6	≤ 1,6	0,05	0,1	0,1
2,0	> 1,6 ≤ 2,0	0,1	0,2	0,2
2,5	> 2,0 ≤ 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 ≤ 3,0	0,25	0,5	0,5
-	> 3,0 ≤ 3,2	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 ≤ 3,6	0,4	0,8	0,8
4,0	> 3,6 ≤ 4,1	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 ≤ 4,7	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 ≤ 5,3	0,8	2,0	2,0
6	> 5,3 ≤ 6,0	1,2	2,5	3,0
8	> 6,0 ≤ 8,0	2,5	3,5	6,0
10	> 8,0	-	4,0	10,0

Diamètre de filetage mm		Couple de serrage Nm		
Valeurs normalisées en unités métriques	Plage de diamètres	I	II	III
	≤ 10,0			
12	> 10,0 ≤ 12,0	-	-	14,0
14	> 12,0 ≤ 15,0	-	-	19,0
16	> 15,0 ≤ 20,0	-	-	25,0
20	> 20,0 ≤ 24,0	-	-	36,0
24	≤ 24	-	-	50,0
Colonne I S'applique aux vis sans tête, qui, lorsqu'elles sont serrées, ne dépassent pas du trou, et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées à l'aide d'un tournevis dont l'embout est plus large que le diamètre de la vis. Colonne II S'applique aux vis et aux écrous serrés à l'aide d'un tournevis. Colonne III S'applique aux vis et aux écrous qui peuvent être serrés à l'aide d'un outil autre qu'un tournevis.				
60947-1				

4.11.6 Examen visuel

Après chacun de ces essais, les filtres doivent être soumis à un examen visuel conformément à 4.2.1. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

4.12 Résistance à la chaleur de brasage

4.12.1 Applicabilité de l'essai

Cet essai n'est pas applicable aux filtres avec des broches isolées flexibles de longueur supérieure à 50 mm, ou aux filtres avec des bornes non destinées à être brasées (par exemple des bornes à enclenchement).

4.12.2 Mesure préalable

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.12.3 Conditions d'essai

Il ne doit pas y avoir de préséchage.

4.12.4 Sévérité des essais

Les filtres doivent subir l'Essai Tb de l'IEC 60068-2-20 selon les exigences suivantes:

- pour les filtres conçus pour être utilisés sur des cartes imprimées et pour les filtres non conçus pour être utilisés sur des cartes imprimées, mais avec des broches de longueur supérieure à 4 mm, comme indiqué dans la spécification particulière, la Méthode 1 doit être utilisée avec une température de $260^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ et une durée de $5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$ ou de $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$, comme indiqué dans la spécification particulière. La profondeur d'immersion à partir du plan d'appui doit être comprise entre 2,0 mm et

2,5 mm, en utilisant un écran isolant du point de vue thermique de $1,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ d'épaisseur;

La durée doit être définie dans la spécification particulière.

- b) pour d'autres filtres, la Méthode 2 doit être utilisée. La spécification applicable doit indiquer quelle taille de fer à braser doit être utilisée.

La période de rétablissement doit être comprise entre 1 h et 2 h, sauf indication contraire de la spécification particulière.

4.12.5 Exigences, mesures et inspection intermédiaires

Les mesures après cet essai sont les mesures intermédiaires après les essais du Groupe 1A et avant le reste des essais du Groupe 1.

Les filtres doivent être soumis à un examen visuel conformément à 4.2. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

La résistance de ligne continue ou la chute de tension doit être mesurée conformément à 4.9. La valeur doit se situer à l'intérieur des limites prescrites dans le Groupe A.2 de la spécification particulière.

4.13 Brasabilité (uniquement pour les performances)

4.13.1 Généralités

Cet essai peut être effectué sur des filtres électriquement défectueux ou sur des bornes détachées à condition qu'ils aient reçu le traitement complet d'un filtre terminé.

L'essai est uniquement applicable aux sorties destinées au brasage, comme prescrit dans la spécification particulière.

4.13.2 Méthode d'essai

Les filtres doivent être soumis à l'Essai Ta de l'IEC 60068-2-20 en utilisant une des deux méthodes d'essai prescrites.

4.13.3 Conditions d'essai

Un vieillissement en chaleur sèche de 4 h à 155 °C doit être appliqué sauf si la spécification particulière n'indique pas de vieillissement ou si une procédure de vieillissement différente est indiquée dans la spécification particulière.

4.13.4 Exigences

4.13.4.1 Méthode 1 – Bain de brasure

Lorsque la méthode du bain de brasage (Méthode 1) est spécifiée, les exigences suivantes s'appliquent:

température du bain: $245 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$;

temps d'immersion: $3,0 \text{ s} \pm 0,3 \text{ s}$.

Profondeur d'immersion (à partir du plan d'appui ou du corps du composant):

- a) tous les filtres à l'exception de ceux du b) ci-dessous: $2_{-0,5}^0 \text{ mm}$, en utilisant un écran isolant du point de vue thermique de $1,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ d'épaisseur;
- b) filtres décrits dans la spécification particulière comme ne convenant pas pour l'utilisation sur cartes à circuits imprimés: $3,5_{-0,5}^0 \text{ mm}$.

NOTE La composition d'alliages différents de l'alliage Sn96,5Ag3Cu est indiquée dans le Tableau 1 de l'IEC 60068-2-20:2008.

4.13.4.2 Méthode 2 – Fer à braser à 350 °C

Cette méthode fournit une procédure pour évaluer la brasabilité des bornes lorsque la méthode du bain de brasure n'est pas possible. Elle s'applique aux alliages de brasure contenant du plomb ou non.

Quand la méthode 2 est utilisée, un fer à braser de taille A doit être utilisé.

4.13.5 Mesures et exigences finales

Une inspection doit être effectuée sous une lumière appropriée, à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe capable de grossir 4 × à 25 ×, en fonction de la taille des objets.

Les spécimens doivent être soumis à un examen visuel, et si la spécification applicable l'exige, ils doivent être contrôlés électriquement et mécaniquement.

La surface immergée à braser doit être recouverte d'une couche de brasure ne comportant que très peu d'imperfections isolées telles que des perforations ou des zones non mouillées ou démouillées. Toutes les broches doivent comporter une couche de brasure continue exempte de défauts sur au moins 95 % de la zone critique de chaque broche. Pour les alliages de brasure contenant du plomb, la brasure doit être lisse et brillante.

4.14 Variations rapides de température (uniquement pour les performances)

4.14.1 Mesures préalables

Les mesures prescrites dans la spécification particulière doivent être effectuées.

4.14.2 Méthode d'essai

Les filtres doivent être soumis à l'Essai Na de l'IEC 60068-2-14, en utilisant le degré de sévérité prescrit ci-dessous.

Nombre de cycles: 5

Durée d'exposition aux limites de température:

30 min pour une masse inférieure ou égale à 25 g;

3 h pour une masse supérieure à 25 g.

4.14.3 Inspection finale

Les filtres doivent être soumis à un examen visuel conformément à 4.2.1 et il ne doit pas y avoir de dommage visible. Les mesures prescrites dans la spécification particulière doivent alors être effectuées.

4.15 Vibrations (uniquement pour les performances)

4.15.1 Mesures préalables

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.15.2 Méthode d'essai

Les filtres doivent être soumis à l'essai Fc de l'IEC 60068-2-6.

4.15.3 Conditions d'essai

Une endurance par balayage doit être appliquée. La sévérité préférentielle est:

Plage de fréquences: 10 Hz à 150 Hz

Amplitude: 20 m/s²

Nombre de cycles de balayage selon chaque axe: 20

La spécification particulière doit prescrire la méthode de montage à utiliser. Pour les filtres à sorties axiales destinés à être montés par leurs connecteurs de sortie, la distance entre le corps et le point de montage doit être 6 mm ± 1 mm.

4.15.4 Inspection intermédiaire

Lorsque cela est indiqué dans la spécification particulière, pendant le dernier cycle de balayage de l'essai de vibrations, dans chaque direction du mouvement, une mesure électrique doit être effectuée pour déceler les contacts intermittents, les circuits ouverts ou les courts-circuits. La durée de la mesure doit être égale à celle d'un balayage d'une extrémité à l'autre de la plage de fréquences. La méthode de mesure doit être prescrite dans la spécification particulière.

4.15.5 Inspection finale

Après l'essai, les filtres doivent être soumis à un examen visuel, comme spécifié en 4.2.1. Il ne doit pas y avoir de dommage visible. Lorsque les filtres sont soumis à l'essai spécifié en 4.15.3, les exigences doivent être indiquées dans la spécification particulière en termes de méthode prescrite.

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent ensuite être effectuées.

4.16 Chocs (uniquement pour les performances)

4.16.1 Mesures préalables

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.16.2 Méthode d'essai

Les filtres doivent être soumis à l'essai Ea de l'IEC 60068-2-27, en utilisant la méthode de montage et la sévérité prescrites dans la spécification particulière.

4.16.3 Conditions d'essai

La méthode de montage et la sévérité doivent être indiquées dans la spécification particulière.

Les sévérités données dans le Tableau 16 sont les sévérités préférentielles.

Forme des impulsions: semi-sinusoïdale.

Tableau 16 – Sévérités préférentielles

Accélération de crête		Durée correspondante de l'impulsion	Nombre de chocs dans chaque direction
m/s ²	g _n		
150	15	6	3

4.16.4 Inspection finale

Après l'essai, les filtres doivent être soumis à un examen visuel, conformément à 4.2.1. Il ne doit pas y avoir de dommage visible. Lorsque les filtres sont soumis à l'essai spécifié en 4.16.3, les exigences doivent être indiquées dans la spécification particulière en termes de méthode prescrite.

4.17 Etanchéité des boîtiers (uniquement pour les performances)

4.17.1 Généralités

Cet essai s'applique uniquement si la spécification particulière le prescrit.

4.17.2 Conditions d'essai

Les filtres doivent être soumis à l'essai Qc ou à l'essai Qd de l'IEC 60068-2-17, selon le cas. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la méthode 2 doit être utilisée lorsque l'essai Qc est utilisé.

4.17.3 Exigences

Pendant ou après l'essai, selon le cas, on ne doit pas constater de fuite.

4.18 Séquence climatique

4.18.1 Généralités

Pour les essais de sécurité; seuls les essais de chaleur sèche (4.18.3) et les essais de froid (4.18.5) doivent être effectués.

Au cours de la séquence climatique, un intervalle ne dépassant pas 3 jours est admis entre deux essais, excepté entre le premier cycle de l'essai cyclique de chaleur humide et l'essai de froid, ce dernier devant suivre immédiatement la période de rétablissement spécifiée pour le premier cycle de l'essai cyclique de chaleur humide, essai Db.

4.18.2 Mesures initiales

Les mesures prescrites dans la spécification applicable doivent être effectuées.

4.18.3 Chaleur sèche

Les filtres doivent être soumis à l'essai Bb de l'IEC 60068-2-2 pendant 16 h en utilisant le degré de sévérité de la température de catégorie supérieure prescrit dans la spécification particulière.

A la fin du conditionnement, les filtres doivent être retirés de la chambre d'essai et soumis pendant au moins 4 h aux conditions atmosphériques d'essai normalisées.

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

4.18.4 Essai cyclique de chaleur humide

Les filtres doivent être soumis à l'essai décrit dans l'Article 4, sévérité b) de l'IEC 60068-2-30:2005 pendant un cycle de 24 h. Sauf si la variante 1 est prescrite dans la spécification applicable, la variante 2 doit être utilisée.

Après rétablissement, les filtres doivent être soumis immédiatement à l'essai au froid.

4.18.5 Froid

Les filtres doivent être soumis à l'essai Ab de l'IEC 60068-2-1 pendant 16 h en utilisant le degré de sévérité de la température de catégorie inférieure prescrit dans la spécification applicable.

A la fin du conditionnement, les filtres doivent être retirés de la chambre d'essai et soumis pendant au moins 4 h aux conditions atmosphériques d'essai normalisées.

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

4.18.6 Basse pression atmosphérique

Cet essai est réalisé uniquement si la spécification particulière l'exige. Normalement, il n'est pas spécifié pour les filtres de réseau d'alimentation.

Les filtres doivent être soumis à l'Essai M de l'IEC 60068-2-13, en utilisant le degré approprié de sévérité prescrit dans la spécification applicable. Sauf indication contraire dans la spécification applicable, la durée de l'essai doit être de 10 min.

L'essai doit être effectué à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et à une pression de 8 kPa, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, pour les filtres dont la tension assignée dépasse 200 V, les filtres étant à la basse pression spécifiée, la tension assignée doit être appliquée aux bornes pendant la dernière minute de la période d'essai, comme prescrit dans la spécification applicable.

Durant et après l'essai, il ne doit pas y avoir de signe de claquage permanent, de contournement, de déformation nuisible du boîtier ni de trace d'imprégnation.

4.18.7 Essai cyclique de chaleur humide, cycles restants

Les filtres doivent être soumis à l'essai décrit dans l'Article 5, sévérité b) de l'IEC 60068-2-30 pour le nombre de cycles de 24 h indiqué dans le Tableau 17, dans les mêmes conditions que pour le premier cycle. Voir 4.18.4.

Tableau 17 – Nombre de cycles

Catégories	Nombre de cycles
-/-/56	5
-/-/21	1
-/-/10	1
-/-/04	Aucun

4.18.8 Exigences, mesures et inspection finales

Le rétablissement doit durer 18 h à 26 h dans des conditions de mesure normalisées.