

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Passive filter units for electromagnetic interference suppression –
Part 2: Sectional specification – Passive filter units for which safety tests are
appropriate – Test methods and general requirements**

**Filtres passifs d'antiparasitage –
Partie 2: Spécification intermédiaire – Filtres passifs pour lesquels des essais de
sécurité sont appropriés – Méthodes d'essai et exigences générales**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Passive filter units for electromagnetic interference suppression –
Part 2: Sectional specification – Passive filter units for which safety tests are
appropriate – Test methods and general requirements**

**Filtres passifs d'antiparasitage –
Partie 2: Spécification intermédiaire – Filtres passifs pour lesquels des essais de
sécurité sont appropriés – Méthodes d'essai et exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.160

ISBN 978-2-8322-7417-0

**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.**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Passive filter units for electromagnetic interference suppression –
Part 2: Sectional specification – Passive filter units for which safety tests are
appropriate – Test methods and general requirements**

**Filtres passifs d'antiparasitage –
Partie 2: Spécification intermédiaire – Filtres passifs pour lesquels des essais de
sécurité sont appropriés – Méthodes d'essai et exigences générales**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 General	6
1.1 Scope.....	6
1.2 Normative references	6
1.3 Information to be given in a detail specification	7
1.4 Terms and definitions	8
1.5 Marking	10
2 Preferred ratings and characteristics	10
2.1 Preferred characteristics	10
2.2 Preferred values of ratings	11
3 Quality assessment procedures	11
3.1 Primary stage of manufacture	11
3.2 Structurally similar filters	11
3.3 Certified records of released lots	11
3.4 Approval testing	11
3.5 Quality conformance inspection	13
4 Test and measurement procedures.....	19
4.1 Earth inductors incorporated in filters	19
4.2 Capacitance and $\tan \delta$ measurements	19
4.3 Visual examination and check of dimensions	19
4.4 Voltage proof.....	20
4.5 Insulation resistance	21
4.6 DC line resistance or voltage drop at rated current	22
4.7 Insertion loss	22
4.8 Discharge resistance	23
4.9 Robustness of terminations	23
4.10 Resistance to soldering heat	23
4.11 Solderability	24
4.12 Rapid change of temperature	24
4.13 Vibration.....	24
4.14 Bump	24
4.15 Shock	25
4.16 Container sealing	26
4.17 Climatic sequence	26
4.18 Damp heat, steady state.....	27
4.19 Temperature rise	28
4.20 Impulse voltage	29
4.21 Endurance	30
4.22 Charge and discharge	32
4.23 Passive flammability.....	33
4.24 Current overload	33
4.25 Solvent resistance of the marking	33
4.26 Component solvent resistance.....	34
4.27 Active flammability	34
Annex A (normative) Test schedule for qualification approval – Assessment level D / DZ	35
Annex B (normative) Test schedule for safety requirements only	39

Annex C (normative) Circuit for the impulse voltage test	41
Annex D (normative) Circuit for the endurance test	43
Annex E (normative) Declaration of design	44
Bibliography	45
Figure 1 – Impulse wave form	30
Figure C.1 – Impulse voltage test circuit	41
Figure D.1 – Endurance test circuit	43
Table 1 – Classification of class X capacitors	8
Table 2 – Classification of class Y capacitors	9
Table 3 – Tests concerning safety requirements only	15
Table 4 – Sampling plan – Safety and performance tests qualification approval – Assessment level D / DZ	16
Table 5 – Lot-by-lot-tests – Assessment level D / DZ	17
Table 6 – Lot-by-lot test – Safety tests only approval	17
Table 7 – Periodic tests – Assessment level D / DZ	18
Table 13 – Minimum copper cross-sectional area of earth inductor's winding	19
Table 8 – Creepage distances and clearances	20
Table 9 – Voltage proof	21
Table 10 – Insulation resistance	22
Table 11 – Preferred severities	25
Table 12 – Measurements and requirements after charge and discharge	32
Table A.1 – Test schedule for qualification approval – Assessment level D / DZ	35
Table B.1 – Test schedule for safety requirements only	39
Table C.1 – Values of C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	41
Table C.2 – Values and tolerances of C_X , t_r , t_d	42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PASSIVE FILTER UNITS FOR ELECTROMAGNETIC
INTERFERENCE SUPPRESSION –****Part 2: Sectional specification –
Passive filter units for which safety tests are appropriate –
Test methods and general requirements**

FOREWORD

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

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 60939-2 edition 2.1 contains the second edition (2005-02) [documents 40/1510/FDIS and 40/1537/RVD], its corrigendum (2005-11) and its amendment 1 (2023-08) [documents 40/3059/FDIS and 40/3072/RVD].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60939-2 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This second edition constitutes a technical revision.

The major changes that have been made between the first and the second edition are :

- Capacitance and $\tan \delta$ measurements, d.c. line resistance or voltage drop at rated current, impulse voltage, passive flammability, current overload, solvent resistance of marking, component solvent resistance and active flammability have been added to Clause 4, test and measurement procedures.

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

IEC 60939 consists of the following parts, under the general title *Passive filter units for electromagnetic interference suppression*

- Part 1: Generic specification
- Part 2: Sectional specification: Test methods and general requirements
- Part 2-1: Blank detail specification – Passive filter units for electromagnetic interference suppression – Filters for which safety tests are required (Assessment level D / DZ)
- Part 2-2: Blank detail specification – Passive filter units for electromagnetic interference suppression – Filters for which safety tests are required (Safety tests only)

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

PASSIVE FILTER UNITS FOR ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SUPPRESSION –

Part 2: Sectional specification – Passive filter units for which safety tests are appropriate – Test methods and general requirements

1 General

1.1 Scope

This Sectional specification applies to passive filter units for electromagnetic interference suppression which fall within the scope of the Generic Specification IEC 60939-1:2010.

The scope of this Sectional specification is restricted to passive filter units for which safety tests are appropriate. This implies that filters specified according to this Sectional 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 Sectional specification applies to passive filter units which will be connected to an a.c. mains or other supply with a nominal voltage not exceeding 1 000 V a.c., with a nominal frequency not exceeding 400 Hz, or 1 000 V d.c.

1.2 Normative references

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

NOTE Components other than inductors and capacitors in the filter unit should fulfil requirements in the relevant IEC Standard.

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

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

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

IEC 60085, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60335-1:2020, *Safety of Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60384-14:2023, *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 (all parts), *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

IEC 60939-1:2010, *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 radio interference suppression*

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

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 the generic, sectional or blank detail specification. When more severe requirements are included, they shall be listed in 1.9 of the detail specification, and indicated in the test schedules, for example by an asterisk.

NOTE The information given in 1.3.2 may, for convenience, be presented in tabular form.

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

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 1.8 "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 1.1 of the detail specification are used.

1.3.4 Ratings and characteristics

1.3.4.1 General

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

1.3.4.2 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 Sectional specification, the terms and definitions given in 2.2 of IEC 60939-1:2010, as well as the following apply.

1.4.1

a.c. mains filter (or mains filter)

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

1.4.2

class X capacitor

capacitor 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.

Class X capacitors are divided into three 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 pulse voltage in service	IEC 60664 insulation category	Application	Peak impulse voltage U_p applied before endurance test
X1	> 2,5 kV ≤ 4,0 kV	III	High pulse application	when $C_R \leq 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = 4,0 \text{ kV}$ when $C_R > 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = \frac{4}{\sqrt{C_R \times 10^6}} \text{ kV}$
X2	≤ 2,5 kV	II	General purpose	when $C_R \leq 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = 2,5 \text{ kV}$ when $C_R > 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = \frac{2,5}{\sqrt{C_R \times 10^6}} \text{ kV}$
X3	≤ 1,2 kV	-	General purpose	none

1.4.3

class Y capacitor

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

Class Y capacitors are further divided into ~~four~~ three subclasses, Y1, Y2, ~~Y3~~ and Y4, as shown in Table 2.

~~(IEC 60384-14, 1.5.4)~~

Table 2 – Classification of class Y capacitors

Subclass	Type of insulation bridged	Range of rated voltages	Peak impulse voltage before endurance test
Y1	Double insulation or reinforced insulation	$\leq 500\text{ V}$	8,0 kV
Y2	Basic insulation or supplementary insulation	$\geq 150\text{ V}$ $\leq 300\text{ V}$	5,0 kV
Y3		$\geq 150\text{ V}$ $\leq 250\text{ V}$	none
Y4		$< 150\text{ V}$	2,5 kV

NOTE – For definitions of basic, supplementary, double and reinforced insulation, see IEC 61140.

Subclass	Type of insulation bridged	Range of rated voltages	Peak impulse voltage U_P applied before endurance test	
Y1	Double insulation or reinforced insulation	$\leq 500\text{ V}$	8,0 kV	
Y2	Basic insulation or supplementary insulation	$\geq 150\text{ V}$ $\leq 500\text{ V}$	$C_N \leq 1,0\text{ }\mu\text{F}$	$C_N > 1,0\text{ }\mu\text{F}$
			5 kV	$U_P = \frac{5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6}\text{ F}}}}\text{ kV}$
Y4	Basic insulation or supplementary insulation	$< 150\text{ V}$	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 μF maintains $0,5 \times C_N U_P^2$ 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.

One Y1-capacitor may bridge double insulation or reinforced insulation.

The enclosure of a Y1-capacitor shall not contain other components.

Assemblies, like Delta by-pass or T-connected by-pass capacitors, may be constructed from Y-capacitors and X-capacitors provided these capacitors fulfil the requirements for the relevant X and Y subclasses.

One Y-capacitor may bridge basic insulation. One Y-capacitor may bridge supplementary insulation. If combined basic and supplementary insulations are bridged by two or more Y2-, Y3- or Y4-capacitors in series, they ~~must~~ shall have the same class and sub-class, the same rated voltage, and the same nominal capacitance value.

~~For guidance on the application of capacitors bridging basic insulation, see 6.1 of IEC 60940.~~

1.4.4

earth inductor

inductor that forms part of the earth lead of a filter

1.5 Marking

1.5.1 See 2.4 of IEC 60939-1:2010 with the following 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;
- b) manufacturer's type designation or the type designation given in the detail specification;
- c) recognised approval mark;
- d) rated voltage and rated 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) reference to the detail specification.

1.5.2 The filter shall be clearly marked with the information in 1.5.1 a), b), c), d) and f), and also e) if this is not implied by b).

1.5.3 The package containing the filter(s) shall be clearly marked with all the information listed in 1.5.1.

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

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

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.

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.

For guidance on the application of the categories described above, see IEC 60940.

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Rated voltage (U_R)

The preferred values of rated voltage are:

115 V, 125 V, 250 V, 400 V, 440 V, 500 V and 760 V.

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.

NOTE X-capacitors can be used in a star connect.

2.2.2 Category voltage (U_C)

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

2.2.3 Rated temperature

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

2.2.4 Passive flammability

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

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

See 3.2 of IEC 60939-1:2010.

3.2 Structurally similar filters

See 3.4 of IEC 60939-1:2010.

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.

3.3 Certified records of released lots

The information required in 3.5.1 of IEC 60939-1:2010 shall be made available when prescribed in the detail specification and when requested by a customer. After the endurance test, the parameters for which variables information is required are insertion loss change and insulation resistance.

3.4 Approval testing

3.4.1 Safety tests only approval

Table 3 and Annex B form a schedule 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 3.4 of IEC 60939-1:2010 as given in 3.4.3 and Table 3 of this Sectional 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.

3.4.2 Qualification approval

Tables 4, 5, 6 and 7 are to be used when qualification approval is sought.

The procedures for qualification approval testing are given in 3.5 of IEC 60939-1:2010. The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic tests is given in 3.5 and Tables 5, 6 and 7 of this Sectional specification. The procedure using a fixed sample size schedule is given in 3.4.3 and Table 4. For the two procedures, the sample sizes and the number of non-conforming items shall be of comparable order. The test conditions and requirements shall be the same. Qualification approval according to the fixed sample sizes of Table 4 is preferred.

3.4.3 Sampling

Filter types to be qualified together shall have the same rated voltage, and combination of component technologies; in addition, the corresponding capacitive elements shall be of the same subclass. The numbers of filters required for each qualification in each group are given in Tables 3 and 4.

For each 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 Tables 3 and 4 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 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 Note 8 to Tables 7 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 7 and 8.

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

Table 3 or 4 gives the number of specimens to be tested in each group together with the permissible number of non-conforming for qualification approval tests.

3.4.4 Tests

Before submission to qualification approval testing, an appropriate 100 % voltage proof test between terminations according to Table 9 shall be made. The details of this test are the

prerogative of the manufacturer, but the time shall not be less than 1 s. If a d.c. test voltage is used instead of a.c. for filters containing class Y capacitors and the time is less than 2 s, it shall not be less than 1,8 times the a.c. test voltage in Table 9. All non-conforming items shall be removed from the lot prior to qualification approval testing.

One or more of the complete series of tests indicated in Table 3 or Table 4 may be required for the approval of filters covered by one 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 7 and 8 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.

NOTE Table 3 and Annex B or Table 4 and Annex A form the fixed sample size test schedule, where Table 3 or Table 4 includes the details for the sampling and permissible defectives for the different tests or groups of tests, whereas Annex A and Annex B together with the details of test contained in Clause 4 give a complete summary of the test conditions and performance requirements and indicate 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.

3.5 Quality conformance inspection

3.5.1 General

Before submission to the quality conformance inspection an appropriate 100 % voltage proof test between terminations according to Table 9 shall be made. The details of this test are the prerogative of the manufacturer, but the time shall not be less than 1 s. If a d.c. test voltage is used instead of a.c. for filters containing class Y capacitors and the time is less than 2 s, it shall not be less than 1,8 times the a.c. test voltage in Table 9. All non-conforming items shall be removed from the lot prior to lot-by-lot testing.

3.5.2 Formation of inspection lots

a) Groups A and B inspection

These tests shall be carried out on a lot-by-lot basis using sampling plans appropriate to the given assessment level specified in Table 5 and Table 6.

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

b) Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

Qualification approval:

These tests shall be carried out on the number of specimens appropriate to the given assessment level specified in Table 7. In order to reduce the number of specimens required to carry out any single complete periodic test, the manufacturer may elect to have the tests of

more than one group carried out sequentially on the same specimens. The specimens shall be representative of the filters manufactured during each period. In subsequent periods, other filters in the approved range in production shall be tested with the aim of covering the whole range of the approval.

Safety tests only approval:

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.

3.5.3 Test schedule

Qualification approval:

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in Table 4a and 4b of IEC 60939-2-1.

Safety tests only approval:

The schedule for the lot-by-lot tests and criteria for requalification are given in Annex A and Annex B of IEC 60939-2-2.

3.5.4 Delayed delivery

When according to the procedures in 3.10 of IEC 60939-1:2010, re-inspection has to be made, insulation resistance shall be checked as specified in Group A inspection and solderability shall be checked according to Group B inspection.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

Table 3 – Tests concerning safety requirements only

Group	Subclauses and test	Number of specimens tested per qualification ⁴⁾	Number of permissible non-conforming items per qualification	
			Per group ⁸⁾	Total
0	4.3 Visual examinations	20/10/5	1/1/0	
	4.6 DC line resistance			
	4.7 Insertion loss (no load)			
	4.4 Voltage proof	5/3/2		
	4.5 Insulation resistance			
	4.8 Discharge resistance ¹⁾			
	Spares			
1A	4.3.2 Creepage distances and clearances	4/2/1	0	0
	4.9 Robustness of terminations			
	4.10 Resistance to soldering heat ¹⁾			
	4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾			
2	4.18 Damp heat, steady state	4/2/1	0	0
3A	4.19 Temperature rise or ⁵⁾	4/2/1	0	0
	4.21.1 Endurance current ⁶⁾ ⁷⁾			
3B	4.20 Impulse voltage ¹⁰⁾ ¹¹⁾	4/2/1	0	0
	4.21.2 Endurance – voltage line terminations/case ¹⁾			
3C	4.20 Impulse voltage ¹⁰⁾ ¹¹⁾	4/2/1	0	0
	4.21.3 Endurance voltage between line terminations ⁷⁾			
7	4.23 Passive flammability ²⁾	see 4.23	0	0
9	4.27 Active flammability ²⁾	see 4.27	0	0
Footnotes: see end of Table 7.				

Table 4 – Sampling plan – Safety and performance tests qualification approval – Assessment level D / DZ

Group	Subclauses and tests		Number of specimens tested per qualification ⁴⁾	Number of permissible non-conforming items per qualification ⁴⁾			
				Per group ⁸⁾		Total	
				D	DZ	D	DZ
0	4.3 Dimensions (gauging) 4.3 Visual examination 4.6 DC line resistance or voltage drop 4.7 Insertion loss (no load) 4.4 Voltage proof 4.5 Insulation resistance 4.8 Discharge resistance ¹⁾ Spares	36/16/9 8/3/2		2/1/1	0		
1A	4.3 Dimensions (detail) 4.3.2 Creepage distances and clearances 4.9 Robustness of terminations 4.10 Resistance to soldering heat ¹⁾ 4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾	4/1/1		0	0		
1B	4.26 Component solvent resistance ²⁾ 4.12 Rapid change of temperature 4.13 Vibration 4.14 Bump or ³⁾ 4.15 Shock	4/1/1		1/0/0	0		
1	4.16 Container sealing ²⁾ 4.17 Climatic sequence	8/2/2		1/0/0	0	1/0/0	0
2	4.18 Damp heat, steady state	4/2/1		0	0		
3A	4.19 Temperature rise or ⁵⁾ 4.21.1 Endurance – current ^{6) 7)}	4/2/1		0	0		
3B	4.20 Impulse voltage ^{10) 11)} 4.21.2 Endurance-voltage line terminations/case ¹⁾	4/2/1		0	0		
3C	4.20 Impulse voltage ^{10) 11)} 4.21.3 Endurance – voltage between line terminations ⁷⁾	4/2/1		0	0		
4	4.22 Charge/discharge ^{1) 11)}	4/2/1		0	0		
5	4.7 Insertion loss (load/temperature) ²⁾	4/2/1		0	0		
6	4.24 Current overload ²⁾	4/2/1		0	0		
7	4.23 Passive flammability ²⁾	see 4.23		0	0		
8	4.11 Solderability ^{1) 9)}	4/2/1		0	0		
9	4.27 Active flammability ²⁾	4/2/1		0	0		

Footnotes: see end of Table 7.

Table 5 – Lot-by-lot-tests – Assessment level D / DZ

Assessment level D			
Group	Subclauses and tests	Inspection level IL	AQL %
A1	4.3 Visual examination 4.3 Marking 4.3 Dimensions (gauging)	S-4	2,5
A2	4.6 DC line resistance 4.7 Insertion loss (no load) 4.4 Voltage proof (test A only) 4.5 Insulation resistance (test A only) 4.8 Discharge resistance ¹⁾	II	1,0
B1	4.11 Solderability ¹⁾ ⁹⁾	S-3	2,5
Assessment level DZ			
Group	Subclauses and tests	Inspection level IL	Acceptance number
A1	4.3 Visual examination 4.3 Marking 4.3 Dimensions (gauging)	S-3	0
A2	4.6 DC line resistance 4.7 Insertion loss (no load) 4.4 Voltage proof (Test A only) 4.5 Insulation resistance (Test A only) 4.8 Discharge resistance ¹⁾	S-4	0
B1	4.11 Solderability ¹⁾ ⁹⁾	S-3	0
Footnotes: see end of Table 7.			

Table 6 – Lot-by-lot test – Safety tests only approval

Subclause and test ¹³⁾	Conditions of test ¹³⁾	Sample size	Requirements ¹³⁾
4.3 Visual examination 4.4 Voltage proof (Test A, B and C ¹⁵⁾)	Non destructive Method for test C: ¹⁶⁾	100 % ¹⁴⁾	Any marking on the filter shall be legible and correct No permanent breakdown or flashover
Footnotes: see end of Table 7.			

Table 7 – Periodic tests – Assessment level D / DZ

Group	Periodicity Months	Subclauses and tests	Total sample ⁴⁾	Number of non- conforming items ⁸⁾	
				D	DZ
C1	6	4.3 Dimensions (detail)	2/1/1	0	0
		4.3.2 Creepage distances and clearances			
		4.9 Robustness of terminations			
		4.10 Resistance to soldering heat ¹⁾			
		4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾			
	C1B	4.26 Component solvent resistance ²⁾	4/1/1	0	0
		4.12 Rapid change of temperature			
		4.13 Vibration			
C1	6	4.14 Bump or ³⁾	4/1/1	0	0
		4.15 Shock			
C1	6	4.16 Container sealing ²⁾	6/2/2	1/0/0	0
		4.17 Climatic sequence			
C2	12	4.18 Damp heat, steady state	4/2/1	0	0
C3A	3	4.19 Temperature rise or ⁵⁾	2/2/1	0	0
		4.21.1 Endurance – current ⁶⁾ ⁷⁾			
C3B	3	4.20 Impulse voltage ¹¹⁾	2/2/1	0	0
		4.21.2 Endurance – voltage line terminations/case			
C3C	3	4.20 Impulse voltage ¹¹⁾	4/2/1	0	0
		4.21.3 Endurance – voltage between-line terminations ⁷⁾			
C4	12	4.22 Charge/discharge ¹⁾	2/2/1	0	0
C5	12	4.7 Insertion loss ²⁾ (load/temperature)	2/2/1	0	0
C6	12	4.24 Current overload	2/2/1	0	0
C7	12	4.23 Passive flammability ²⁾	see 4.23	0	0
C9	12	4.27 Active flammability ²⁾	see 4.27	0	0

Footnotes to Tables 3, 4, 5, 6 and 7:

1) If applicable.

2) If required in the detail specification.

3) Whichever is required in the detail specification.

4) See 3.4.3 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 A
≥ 16 A ... ≤ 80 A
> 80 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.

5) For filters with rated current > 0,5 A only.

6) For filters with rated current ≤ 0,5 A.

7) See 4.21.4 for the option of combining the tests of Groups 3A and 3C.

8) When zero non-conforming items are required and one non-conforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a fresh sample and then no further non-conforming items are permitted. This provision is not applicable for Groups 7, 8 and C7, or when the non-conforming items obtained in any group are due to failure of the voltage proof test between line terminations and case. For Tables 3 and 4, the non-conforming item obtained in the first sample shall be counted for the total non-conforming items permitted in the right hand column.

9) 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.

- 10) Not applicable to filters with capacitors of Subclasses X3 and Y3.
- 11) The tests of this group or subgroup may be omitted if the capacitors in the filter across which the test voltages will appear are separately encapsulated and have been qualified to a detail specification under IEC 60384-14.
- 12) Total number of non-conforming items of the groups 1 through 8.
- 13) Clause numbers of test and conditions/requirements refer to 4.
- 14) May be carried out as end-of-line testing.
- 15) B or C as applicable.
- 16) To be required in the detail specification.

4 Test and measurement procedures

This Clause supplements the information given in Clause 4 of IEC 60939-1:2010.

4.1 Earth inductors incorporated in filters

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

The cross-section of the copper winding shall be not less than the value specified in Table 13. Additional information can also be found in IEC 60938-1:2021, Annex B.

Table 13 – Minimum copper cross-sectional area of earth inductor's winding

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

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

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

4.2 Capacitance and tan δ measurements

Measurements of capacitance and tan δ shall be carried out in accordance with 4.2 in IEC 60384-14:2023.

4.3 Visual examination and check of dimensions

4.3.1 General

The filters shall be visually examined and dimensions checked according to 4.4 in IEC 60939-1:2010.

4.3.2 Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances on the outside 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 Table 8.

Table 8 – Creepage distances and clearances

Points of measurement	Rated voltage (r.m.s.)							
	$U_R \leq 130 \text{ V}$		$130 \text{ V} < U_R \leq 250 \text{ V}$		$250 \text{ V} < U_R \leq 500 \text{ V}$		$500 \text{ V} < U_R \leq 760 \text{ V}$	
	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm
Between live parts of different polarity	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5
Between live parts and other metal parts over basic insulation	2,0	1,5	4,0	3,0	6,3	5,5	6,3	5,5
Between live parts and other metal parts over reinforced insulation	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		-

Further information ~~may~~ can be obtained by reference to ~~the full table in~~ IEC 60335-1:2020, Clause 29 with its Tables 15 to 19. For definitions of basic, double and reinforced insulation see IEC 61140.

Compliance shall be checked by measurement according to the rules laid down in IEC 60335-1:2020 for measurements on the outside of the filter. Additional requirements may be necessary, e.g. for drip-proof and splash-proof filters.

4.4 Voltage proof

See 4.6 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.4.1 Test circuit for d.c. tests

Unless otherwise specified in the detail specification, R_1 shall be large enough to limit the charging current to 50 mA maximum.

Unless otherwise specified in the detail specification, R_2 shall limit the discharge current to 50 mA maximum.

4.4.2 Applied voltage

The voltages given in Table 9 shall be applied between the measuring points of Table 3 of IEC 60939-1:2010 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 4.5.2.1 of IEC 60939-1:2010 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 9 – Voltage proof

Type of insulation	Range of rated voltages line/line (Test A) or line/ground (Test B or C)	Test A	Test B or C	
			$C \leq 1 \mu\text{F}$	$C > 1 \mu\text{F}$
Basic	$< 150 \text{ V}$	$4,3 U_R \text{ d.c.}$	900 V a.c. or 1 260 V d.c.	$4,3 U_R \text{ d.c.}$
Basic	$\geq 150 \text{ V}$ $\leq 300 \text{ V}$		1 500 V a.c. or 2 250 V d.c.	
Basic	$> 300 \text{ V}$ $\leq 520 \text{ V}$		2 000 V a.c. or 3 000 V d.c.	
Basic	$> 520 \text{ V}$ $\leq 760 \text{ V}$		3 000 V a.c. or 4 000 V d.c.	
Double or reinforced	$\geq 150 \text{ V}$ $\leq 300 \text{ V}$		3 000 V a.c. or 4 500 V d.c.	
Double or reinforced	$> 300 \text{ V}$ $\leq 520 \text{ V}$		4 000 V a.c. or 6 000 V d.c.	
Double or reinforced	$> 520 \text{ V}$ $\leq 760 \text{ V}$		5 000 V a.c. or 7 500 V d.c.	
NOTE C is the capacitance measured at 1 kHz between the relevant test terminations. All a.c. test voltages are r.m.s. and 50 Hz or 60 Hz, unless otherwise specified in the detail specification.				

4.4.3 Requirements

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

4.5 Insulation resistance

See 4.5 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

The method of applying the test voltage for Test C shall be given in the detail specification. For qualification testing, the foil method of 4.5.2.1 of IEC 60939-1:2010 shall be used.

4.5.1 Temperature correction

When prescribed in the detail specification, the temperature at which the measurement is made shall be noted. If this temperature differs from 20 °C, a correction 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.

4.5.2 Requirements

The insulation resistance shall not be less than the value given in Table 10.

Table 10 – Insulation resistance

Climatic category	Test A		Tests B or C
	if $C > 0,33 \mu\text{F}$ RC s	if $C \leq 0,33 \mu\text{F}$ R $M\Omega$	
- / - / 56	4 000	12 000	12 000
- / - / 21 and - / - / 10	2 000	6 000	6 000

NOTE 1 C is the capacitance measured at 1 kHz between the relevant test terminations. All a.c. test voltages are r.m.s. and 50 Hz or 60 Hz, unless otherwise specified in the detail specification.

NOTE 2 Limits more severe and related to a dielectric may be given in the detail specification.

NOTE 3 For filters fitted with a discharge resistor this measurement can only be made with the discharge resistor 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.

NOTE 4 For multiple filters comprising of a number of individual filter elements the limit be divided by the number of filter channels.

4.6 DC line resistance or voltage drop at rated current

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

4.6.1 DC line resistance

Using a d.c. measuring method with an applied voltage of less than 10 V, the resistance between any input terminal and the corresponding output terminal shall be measured and shall not exceed the limit prescribed in the detail specification. The detail specification may specify precise points of connection between the terminals and the measuring instrument.

4.6.2 Voltage drop at rated current

A d.c. current equal in value to the r.m.s. 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.

4.7 Insertion loss

See 4.7 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

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:

Exposure at upper category temperature or at such higher temperature as may be specified in the detail specification, for 1 h, followed by a recovery period of (24 ± 1) h at standard atmospheric conditions for testing (for further information see 4.1 of IEC 60384-9).

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

In cases where the capacitive and inductive filter elements are individually accessible, the measurement of the capacitors and inductors may be performed as an alternative to the measurement of the insertion loss.

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 in Group A or 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.

4.8 Discharge resistance

See 4.8 of IEC 60939-1:2010.

4.9 Robustness of terminations

See 4.9 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

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.

4.10 Resistance to soldering heat

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.

See 4.10 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.10.1 Test conditions

There shall be no pre-drying.

4.10.2 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

4.11 Solderability

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.

See 4.11 of IEC 60939-1:2010, with the following details:

4.11.1 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.

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

4.11.2 Requirements

See 4.11.2, 4.11.3 and 4.11.4 of IEC 60939-1:2010. When Method 3 is used the soldering time shall be less than 3 s.

4.12 Rapid change of temperature

See 4.12 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

Number of cycles: 5

Duration of exposure at the temperature limits:

30 min for mass ≤ 25 g;

3 h for mass > 25 g.

4.12.1 Intermediate inspection

The filters shall be visually examined and there shall be no visible damage.

4.13 Vibration

See 4.13 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.13.1 Test conditions

Endurance by sweeping shall be applied. The following are preferred severities:

0,75 mm displacement or 98 m/s² whichever is the lower amplitude, over one of the following frequency ranges: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz, 10 Hz to 2 000 Hz. The preferred duration is 6 h, equally divided over the axes swept.

The detail specification shall prescribe the severity and shall also 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 mm ± 1 mm.

4.13.2 Intermediate inspection

The filters shall be visually examined and there shall be no visible damage.

4.14 Bump

The detail specification shall state which of the two alternatives, the bump or the shock test, applies.

See 4.14 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.14.1 Test conditions

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

The following severities are preferred:

Total number of bumps:	1 000	or	4 000
Acceleration:	400 m/s ²		100 m/s ²
or			
Pulse duration:	6 ms		16 ms

4.14.2 Intermediate inspection, measurements and requirements

The measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Group 1B 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

4.15 Shock

The detail specification shall state which of the two alternatives, the bump or the shock test, applies.

See 4.15 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.15.1 Test conditions

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

The severities given in Table 11 are preferred.

Pulse shape: half sine.

Table 11 – Preferred severities

Peak acceleration	Corresponding duration of the pulse
m/s ²	ms
50	30
300	18
500	11
1 000	6

4.15.2 Intermediate inspection, measurements and requirements

The measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Group 1B 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

4.16 Container sealing

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

See 4.16 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.16.1 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.

4.16.2 Requirements

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

4.17 Climatic sequence

See 4.17 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.17.1 Initial measurements

The initial measurements for the climatic sequence are the measurements made in 4.10.2, 4.14.2 or 4.15.2 as appropriate.

4.17.2 Dry heat

See 4.17.2 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

No measurements are required at the upper category temperature.

4.17.3 Damp heat, cyclic, first cycle

See 4.17.3 of IEC 60939-1:2010.

4.17.4 Cold

See 4.17.4 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

No measurements are required at the lower category temperature.

4.17.5 Low air pressure

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

See 4.17.5 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

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 still at the specified low air pressure, and during the last 1 min of the test period, the rated voltage shall be applied.

There shall be no permanent breakdown, flashover or harmful deformation of the case.

4.17.6 Damp heat, cyclic, remaining cycles

See 4.17.6 of IEC 60939-1:2010.

4.17.7 Final inspection, measurements and requirements

See 4.17.7 of IEC 60939-1:2010, with the following details:

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

The filters shall be visually examined according to 4.2. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.4 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 9. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.5. 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

Within a further 72 h, the insertion loss at no load shall be measured in accordance with 4.7 and shall meet the requirements prescribed in 4.7. This test is not required for safety test only.

4.18 Damp heat, steady state

See 4.18 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.18.1 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.

4.18.2 Final inspection, measurements and requirements

See 4.18.3 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

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

The filters shall be visually examined according to 4.2. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.4 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 9. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.5. 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

Within a further 72 h, the insertion loss at no load shall be measured in accordance with 4.7 and shall meet the requirements prescribed in 4.7.

4.19 Temperature rise

This test is applicable only to filters with a rated current $>0,5$ A. See Tables 3 and 4, footnotes 4, 5 and 6.

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

See 4.19 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.19.1 Test method

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 in such a way that all lines carry the test current at the same time.

When testing 3-phase-filters, having an additional neutral line, two different test runs shall be carried out:

- a) the test current shall be passed through all three phases ¹, neutral excluded;
- b) the test current shall be passed through two phases and neutral ² (one phase excluded).

The filter shall be placed in a chamber maintained at an ambient temperature within ± 3 °C of the test temperature. The test a.c. current or a d.c. current equal to the r.m.s. 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 shall be determined by using the resistance method. In addition, the temperature of 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 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 formulae:

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

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

¹ Covers normal operation.

² Covers the worst case: one phase disconnected.

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.

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.

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

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.

4.19.2 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 IEC 60085 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.

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.

NOTE If a higher temperature is prescribed, this has implications for the temperature at which the endurance test is carried out. See 4.20.2 and 4.20.3.

4.20 Impulse voltage

This test is to be carried out as a sequence with the endurance test described in 4.21.

4.20.1 Initial measurements

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

4.20.2 Test conditions

Filters shall be submitted to an impulse voltage test except for filters with capacitors of subclasses X3 and Y3.

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 Tables 1 and 2.

The front time t_r is defined as:

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

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

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 1).

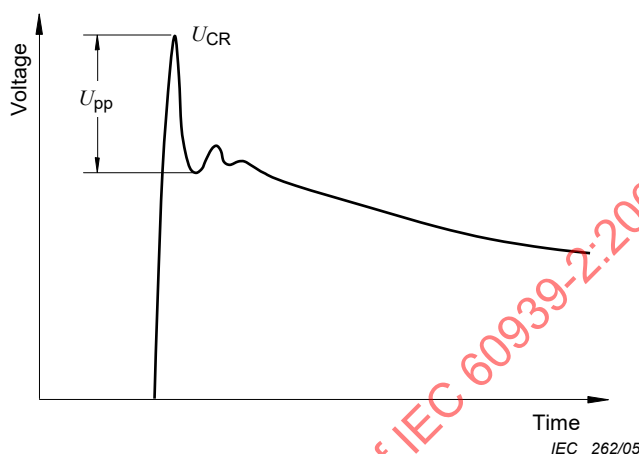


Figure 1 – Impulse wave form

4.20.3 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.

4.21 Endurance

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

See 4.21 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.21.1 Test conditions – current test

This test is not applicable to filters with rated current > 0,5 A. See Tables 3 and 4, footnotes 4, 5 and 6.

This test is omitted if a combined voltage/current endurance test is carried out according to 4.21.4.

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.

NOTE 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 4.21.5.

4.21.2 Test conditions – voltage test, terminations/case

This test is not applicable when either the filter case consists of non-conductive material or when one of the line terminations may be considered to be part of the case.

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 4.19.2, 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 1 000 V r.m.s. 50 Hz or 60 Hz for 0,1 s. 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 1 000 V and back does not exceed 30 s.

NOTE A fuse or other suitable device may be connected in the circuit of each 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 4.21.5.

4.21.3 Test conditions – voltage test between terminations

This test is omitted if a combined voltage/current endurance test is carried out according to 4.21.4. 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 4.19.2, 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 1 000 V r.m.s. 50 Hz or 60 Hz (or rated frequency if this is specified in the detail specification) for 0,1 s. Each of these voltages shall be applied to each 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 1 000 V and back does not exceed 30 s.

NOTE A fuse or other suitable device may be connected in the circuit of each 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 4.21.5.

4.21.4 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 4.21.1 and 4.21.3 using the number of samples appropriate for the test of 4.21.3. The filters shall be mounted as in 4.21.1. 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 4.21.3, if a capacitor of Class X is under test, or as in 4.21.2, if a capacitor of Class Y is under test.

NOTE 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 4.21.5.

4.21.5 Final inspection, measurements and requirements

The filters shall be visually examined according to 4.2. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.4 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 9. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.5. 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 4.6. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

Within a further 72 h, the insertion loss shall be measured in accordance with 4.7 and shall meet the requirements prescribed in 4.7.

4.22 Charge and discharge

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.

Table 12 – Measurements and requirements after charge and discharge

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirement
Capacitance	4.2.2 of IEC 60384-14:2023	The difference between the capacitances measured finally and in 4.22.1 shall not exceed 10 %.
Tan δ for $C \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$	4.22.1	The increase of tan δ over that measured in 4.22.1 shall not exceed 80×10^{-4} .
Tan δ for $C > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$	4.22.1	The increase of tan δ over that measured in 4.22.1 shall not exceed 50×10^{-4} .
Insulation resistance	4.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Table 10.

See 4.22 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.22.1 Initial measurements

The capacitance and $\tan \delta$ shall be measured.

4.22.2 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 4.22.1.

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.

4.22.3 Final measurements and requirements

The filter connected as a capacitor shall be measured and shall meet the requirements of Table 12.

4.23 Passive flammability

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

See 4.23 of IEC 60939-1:2010.

The initial and final measurements shall be prescribed in the detail specification. The requirements are those given in IEC 60939-1:2010 for the category of flammability prescribed in the detail specification.

4.24 Current overload

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

See 4.20 of IEC 60939-1:2010.

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

4.25 Solvent resistance of the marking

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

See 4.25 of IEC 60939-1:2010.

The requirements are as in 4.25 of IEC 60939-1:2010.

4.26 Component solvent resistance

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

See 4.26 of IEC 60939-1:2010.

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

4.27 Active flammability

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

See 4.24 of IEC 60939-1:2010.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

Annex A (normative)

Test schedule for qualification approval – Assessment level D / DZ

Table A.1 – Test schedule for qualification approval – Assessment level D / DZ

Subclause 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 4	
4.3 Dimensions (gauging)			See detail specification
4.3 Visual examination			No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
4.6 DC line resistance or voltage drop			See detail specification
4.7 Insertion loss (no load)			Within specified tolerance
4.4 Voltage proof	See detail specification for the method		No permanent breakdown or flash-over
4.5 Insulation resistance	See detail specification for the method		As in Table 10
4.8 Discharge resistance ³⁾	See detail specification for the method		Within specified tolerance
Group 1A	Destructive	See Table 4	
4.3 Dimensions (detail)			See detail specification
4.3.2 Creepage distances and clearances			See Table 8
4.9 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.10 Resistance to soldering heat ³⁾	No pre-drying; see detail specification for the method		
4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾			The marking shall remain legible
4.10.2 Intermediate measurements	Visual examination DC line resistance or voltage drop		No visible damage As in Group 0
Group 1B	Destructive	See Table 4	
4.26 Component solvent resistance ²⁾			See detail specification
4.12 Rapid change of temperature	T_A = lower category temperature T_B = upper category temperature Five cycles Duration t = ...		
4.12.1 Intermediate inspection	Visual examination		No visible damage
4.13 Vibration	For mounting method and severity see detail specification		
4.13.2 Intermediate inspection	Visual examination		No visible damage

Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
4.14 Bump or 4.15 Shock 4.14.2 Intermediate measurements or 4.15.2	For mounting method and severity see detail specification Visual examination DC line resistance or voltage drop	See Table 4	No visible damage As in Group 0
Group 1 4.16 Container sealing ²⁾ 4.17 Climatic sequence 4.17.1 Initial measurements 4.17.2 Dry heat 4.17.3 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle 4.17.4 Cold 4.17.5 Low air pressure ²⁾ 4.17.6 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles 4.17.7 Final inspection and measurements	Destructive Test Qc or Test Qd as prescribed in the detail specification Measurements made in 4.10.2, 4.14.2 or 4.15.2 as appropriate No measurements No measurements Specify severity if non-standard See 4.17.5 for applied voltage Recovery 18 h to 26 h Visual examination Voltage proof at 66 % of value in Table 9 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Insertion loss (no load)	See Table 4	No evidence of leakage No permanent breakdown, flashover or harmful deformation of the case No visible damage Marking legible No permanent breakdown or flashover > 50 % of Table 10 limit As in Group 0 As in 4.7
Group 2 4.18 Damp heat, steady state 4.18.1 Test conditions 4.18.2 Final inspection and measurements	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 9 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Insertion loss (no load)	See Table 4	No visible damage Marking legible No permanent breakdown or flashover $\geq 3,5 \text{ M}\Omega$ As in Group 0 As in 4.7

Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
Group 3A 4.19 Temperature rise or 4.21.1 Endurance, current	Destructive For filters with rated current > 0,5 A For filters with rated current ≤ 0,5 A Duration: 1 000 h Current and temperature: see 4.21.1	See Table 4	
Group 3B 4.20 Impulse voltage 4.21.2 Endurance voltage, line terminations to case ³⁾	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.21.2	See Table 4	See 4.20.3
Group 3C 4.20 Impulse voltage 4.21.3 Endurance voltage between line terminations or 4.21.4 Endurance, combined voltage/current ²⁾	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.20.3 Duration: 1 000 h Voltage, temperature and current: see 4.21.4	See Table 4	See 4.20.3
Group 3 4.21.5 Final inspection and measurements for all endurances	Recovery 1 h to 26 h Visual examination Voltage proof at 66 % of value in Table 9 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Insertion loss (no load)	See Table 4	No visible damage No permanent breakdown or flashover > 50 % of Table 10 limit As in Group 0 As in 4.7
Group 4 4.22 Charge and discharge 4.22.1 Initial measurements 4.22.3 Final measurements	Destructive Only for filters containing metallized film and/or metallized paper capacitors Capacitance at 1 kHz Tan δ at 10 kHz for $C_R \leq 1 \mu F$ 1 kHz for $C_R > 1 \mu F$ Capacitance Tan δ at same frequency as initial measurement Insulation resistance	See Table 4	Recorded for reference Recorded for reference See Table 12 See Table 12 See Table 12
Group 5 4.7 Insertion loss (load/temperature) ²⁾	Non destructive See detail specification for method, temperature and load current	See Table 4	See detail specification

Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
Group 6 4.24 Current overload ²⁾	Destructive Mounting as specified in the detail specification	See Table 4	See detail specification
Group 7 4.23 Passive flammability ²⁾	Destructive	See Table 4	According to specified category in the detail specification
Group 8 4.11 Solderability ³⁾	Destructive Specify ageing if none or other than 4 h, 155 °C dry heat. For method see detail specification	See Table 4	Methods 1 and 2: good tinning Method 3: < 3 s
Group 9 4.27 Active flammability ²⁾	Destructive	See Table 4	See detail specification
¹⁾ Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4 of this Sectional specification. ²⁾ If required in the detail specification. ³⁾ If applicable. See Note 11 to Table 7 for the applicability of Groups 3B and 3C.			

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

Annex B (normative)

Test schedule for safety requirements only

Table B.1 – Test schedule for safety requirements only

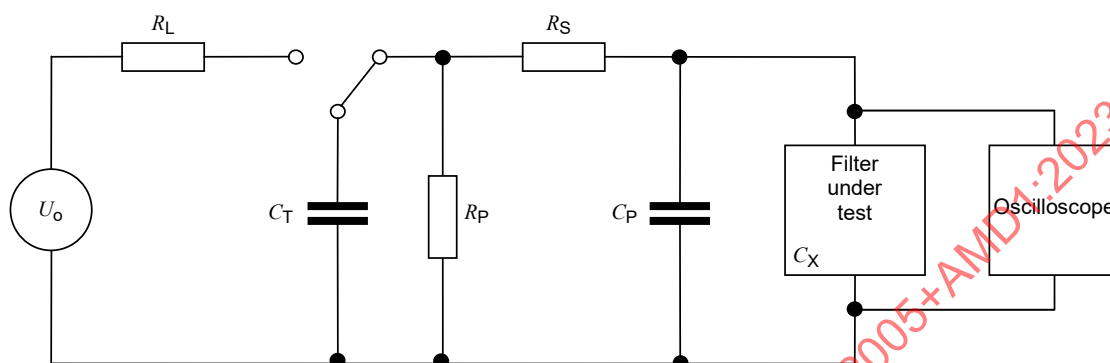
Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
Group 0	Non destructive	See Table 3	
4.3 Visual examination			No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
4.6 DC line resistance or voltage drop			See detail specification
4.7 Insertion loss (no load)			Within specified tolerance
4.4 Voltage proof	See detail specification for the method		No permanent breakdown or flashover
4.5 Insulation resistance	See detail specification for the method		As Table 10
4.8 Discharge resistance ³⁾	See detail specification for the method		Within specified tolerances
Group 1A	Destructive	See Table 3	
4.3.2 Creepage distances and clearances			See Table 8
4.9 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.10 Resistance to soldering heat ³⁾	No pre-drying See detail specification for the method		
4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾	Recovery: 1 h to 26 h		The marking shall remain legible
4.17.7 Final inspection and measurements	Visual examination		No visible damage Marking legible
	Voltage proof at 66 % of value in Table 9		No permanent breakdown or flashover
	Insulation resistance		> 50 % of Table 10 limit
	DC line resistance or voltage drop		As in Group 0
Group 2	Destructive	See Table 3	
4.18 Damp heat, steady state			
4.18.1 Test conditions	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		
4.18.2 Final inspection	Visual examination		No visible damage Marking legible
	Voltage proof at 66 % of value in Table 9		No permanent breakdown or flashover
	Insulation resistance		≥ 3,5 MΩ
	DC resistance or voltage drop		As in Group 0

Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
	Insertion loss (no load)		As in 4.7
Group 3A 4.19 Temperature rise or 4.21.1 Endurance, current	Destructive For filters with rated current > 0,5 A For filters with rated current ≤ 0,5 A Duration: 1 000 h Current and temperature: see 4.21.1	See Table 3	
Group 3B 4.20 Impulse voltage 4.21.2 Endurance, voltage, line terminations to case ³⁾	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.21.2	See Table 3	See 4.20.3
Group 3C 4.20 Impulse voltage 4.21.3 Endurance, voltage, between line terminations or 4.21.4 Endurance, combined voltage/current ²⁾	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.21.3 Duration: 1 000 h Voltage, temperature and current: see 4.21.4	See Table 3	See 4.20.3
Group 3 4.21.5 Final inspection and measurements for all endurance tests	Recovery: 1 h to 26 h Visual examination Voltage proof at 66 % of value in Table 9 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Insertion loss (no load)	See Table 3	No visible damage No permanent breakdown or flashover > 50 % of Table 10 limit As in Group 0 As in 4.7
Group 7 4.23 Passive flammability ²⁾	Destructive If prescribed in the detail specification	See Table 3	See 4.23
Group 9 4.27 Active flammability ²⁾	Destructive If prescribed in the detail specification	See Table 3	See 4.27
¹⁾ Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4 of this Sectional specification. ²⁾ If required in the detail specification. ³⁾ If applicable. See Note 11 to Table 7 for the applicability of Groups 3B and 3C.			

Annex C (normative)

Circuit for the impulse voltage test

The test prescribed in 4.20 shall be carried out using the circuit of Figure C.1.



IEC 263/05

- 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 $\pm 10\%$ μF	R_P $\pm 10\%$ Ω	R_S $\pm 10\%$ Ω	C_P $\pm 10\%$ 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 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

Annex D (normative)

Circuit for the endurance test

The test prescribed in 4.22.2 and 4.22.3 shall be carried out with the circuit shown in Figure D.1.

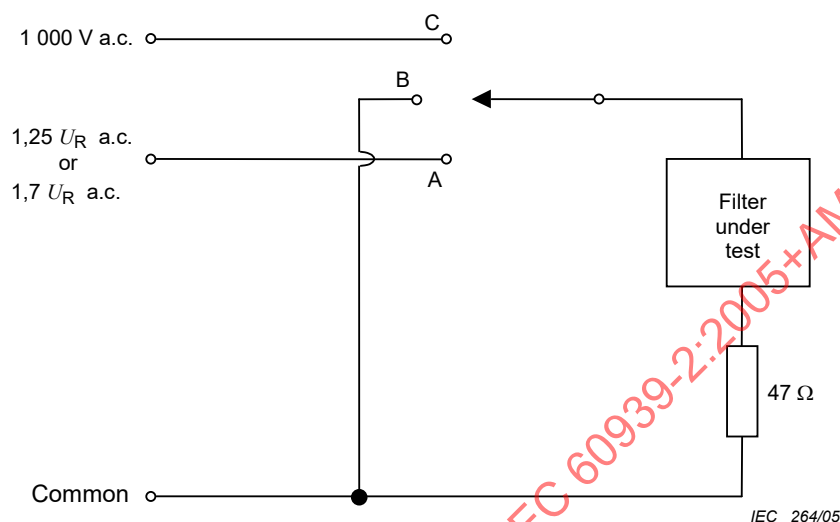


Figure D.1 – Endurance test circuit

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 the 1 000 V 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: ...
- 8 Construction details:

Location

Date

Name

Signature

Bibliography

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

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

IEC 60938-1:2021, *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression – Part 1: Generic specification*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	48
1 Généralités.....	50
1.1 Domaine d'application	50
1.2 Références normatives.....	50
1.3 Informations à spécifier dans une spécification particulière	51
1.4 Termes et définitions	52
1.5 Marquage	55
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles.....	55
2.1 Caractéristiques préférentielles	55
2.2 Valeurs assignées préférentielles	56
3 Procédures d'évaluation de la qualité	56
3.1 Étape initiale de fabrication	56
3.2 Filtres de structure similaire	56
3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés	56
3.4 Essais d'approbation	57
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	58
4 Procédures d'essai et de mesure.....	64
4.1 Inductances de terre incorporées dans les filtres.....	64
4.2 Mesurages de la capacité et de la tangente de l'angle de perte $\tan \delta$	64
4.3 Examen visuel et contrôle des dimensions.....	64
4.4 Tension de tenue.....	65
4.5 Résistance d'isolement.....	66
4.6 Résistance de ligne continue ou chute de tension au courant assigné	67
4.7 Perte d'insertion	68
4.8 Résistance de décharge.....	68
4.9 Robustesse des sorties.....	68
4.10 Résistance à la chaleur de brasage.....	69
4.11 Brasabilité	69
4.12 Variations rapides de température.....	69
4.13 Vibrations.....	70
4.14 Secousses	70
4.15 Chocs.....	70
4.16 Étanchéité des boîtiers.....	71
4.17 Séquence climatique	71
4.18 Chaleur humide, essai continu.....	73
4.19 Échauffement	73
4.20 Tension de choc.....	75
4.21 Endurance.....	76
4.22 Charge et décharge.....	78
4.23 Inflammabilité passive	79
4.24 Surcharge de courant.....	80
4.25 Résistance du marquage au solvant.....	80
4.26 Résistance des composants au solvant	80
4.27 Inflammabilité active.....	80
Annexe A (normative) Programme d'essai pour l'homologation – Niveau d'assurance D / DZ.....	81
Annexe B (normative) Programme d'essai pour les exigences de sécurité uniquement	85

Annexe C (normative) Circuit pour l'essai de tension de choc	88
Annexe D (normative) Circuit pour l'essai d'endurance	90
Annexe E (normative) Déclaration de conception	91
Bibliographie.....	92

Figure 1 – Forme d'onde d'un choc	76
Figure C.1 – Circuit d'essai de tension de choc	88
Figure D.1 – Circuit d'essai d'endurance.....	90

Tableau 1 – Classification des condensateurs de classe X	53
Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y	54
Tableau 3 – Essais sur les exigences de sécurité uniquement	59
Tableau 4 – Plan d'échantillonnage – Homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance D / DZ	61
Tableau 5 – Essais lot par lot – Niveau d'assurance D / DZ	62
Tableau 6 – Essais lot par lot – Essais d'approbation de sécurité uniquement	62
Tableau 7 – Essais périodiques – Niveau d'assurance D / DZ	63
Tableau 13 – Aire minimale de la section de l'enroulement en cuivre de l'inductance de terre.....	64
Tableau 8 – Lignes de fuite et distances d'isolement	65
Tableau 9 – Tension de tenue.....	66
Tableau 10 – Résistance d'isolement.....	67
Tableau 11 – Sévérités préférentielles	71
Tableau 12 – Mesurages et exigences après la charge et la décharge.....	79
Tableau A.1 – Programme d'essai pour l'homologation – Niveau d'assurance D / DZ	81
Tableau B.1 – Programme d'essai pour les exigences de sécurité uniquement	85
Tableau C.1 – Valeurs de C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	88
Tableau C.2 – Valeurs et tolérances de C_X , t_r , t_d	89

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILTRES PASSIFS D'ANTIPARASITAGE –

**Partie 2: Spécification intermédiaire –
Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés –
Méthodes d'essai et exigences générales**

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 60939-2 édition 2.1 contient la deuxième édition (2005-02) [documents 40/1510/FDIS et 40/1537/RVD], son corrigendum (2005-11) et son amendement 1 (2023-08) [documents 40/3059/FDIS et 40/3072/RVD].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60939-2 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette seconde édition constitue une révision technique.

Les principales modifications effectuées entre la première et la seconde édition comprennent:

- Les mesurages de la capacité et de la tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$), la résistance de ligne continue ou la chute de tension continue au courant assigné, la tension de choc, l'inflammabilité passive, la surcharge de courant, la résistance du marquage au solvant, la résistance des composants au solvant et l'inflammabilité active ont été ajoutés à l'Article 4, procédures d'essai et de mesure.

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

L'IEC 60939 comprend les parties suivantes, publiées sous le titre général *Filtres passifs d'antiparasitage*

- Partie 1: Spécification générique
- Partie 2: Spécification intermédiaire: Méthodes d'essai et exigences générales
- Partie 2-1: Spécification particulière-cadre – Filtres passifs d'antiparasitage – Filtres pour lesquels des essais de sécurité sont exigés (Niveau d'assurance D / DZ)
- Partie 2-2: Spécification particulière-cadre – Filtres passifs d'antiparasitage – Filtres nécessitant des essais de sécurité (essais de sécurité uniquement)

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

FILTRES PASSIFS D'ANTIPARASITAGE –

Partie 2: Spécification intermédiaire – Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés – Méthodes d'essai et exigences générales

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente spécification intermédiaire s'applique aux filtres passifs d'antiparasitage qui entrent dans le domaine d'application de la spécification générique IEC 60939-1:2010.

Le domaine d'application de la présente spécification intermédiaire est restreint aux filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés. Par conséquent, les filtres spécifiés selon la présente spécification intermédiaire sont connectés aux réseaux d'alimentation, lorsque la conformité aux essais obligatoires présentés dans le Tableau 3 est nécessaire, ou sont utilisés dans d'autres endroits du circuit pour lesquels la spécification de l'équipement prescrit que tout ou partie de ces essais de sécurité est exigé.

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

1.2 Références normatives

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

NOTE Il convient que les composants autres que les inductances et les condensateurs du filtre satisfassent aux exigences de la norme applicable de l'IEC.

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

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

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

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

IEC 60085, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

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

IEC 60335-1:2020, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60384-14:2023, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement*

à l'alimentation pour la suppression des interférences électromagnétiques et la connexion au réseau d'alimentation

IEC 60664 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension*

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

IEC 60939-1:2010, *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*

1.3 Informations à spécifier dans une spécification particulière

1.3.1 Généralités

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

Les spécifications particulières ne doivent pas indiquer d'exigences inférieures à celles de la spécification générique, intermédiaire ou particulière-cadre. Si des exigences plus strictes sont incluses, elles doivent être répertoriées en 1.9 de la spécification particulière et indiquées dans les programmes d'essai, par exemple, par un astérisque.

NOTE Par commodité, les informations en 1.3.2 peuvent être présentées dans un tableau.

Les informations suivantes doivent être données dans chaque spécification particulière et les valeurs citées doivent, de préférence, être choisies parmi l'article approprié de la présente spécification intermédiaire.

1.3.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Une représentation du filtre doit être incluse pour l'identifier facilement et le comparer à d'autres filtres. 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.

En règle générale, les valeurs numériques doivent être données pour la longueur, la largeur et la hauteur du corps et l'entraxe des sorties ou, pour les types cylindriques, le diamètre du corps et la longueur et le diamètre des sorties. Au besoin, par exemple, lorsqu'une gamme de filtres est couverte par une seule spécification particulière, leurs dimensions et leurs tolérances associées doivent être données dans un tableau placé sous le dessin.

De plus, la spécification particulière doit indiquer d'autres informations relatives aux dimensions de manière à décrire l'encombrement du filtre de façon appropriée.

1.3.3 Montage

La spécification particulière doit spécifier la méthode de montage recommandée pour une utilisation normale et la méthode obligatoire lors des essais de vibrations, de secousses, de chocs et d'endurance. La conception du filtre peut être telle que des supports de montage spéciaux ou des dissipateurs thermiques soient exigés pour son utilisation. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les supports de montage et ceux-ci doivent être utilisés lors des essais de vibrations, de secousses ou de chocs. Le dissipateur thermique spécifié doit être utilisé lors de l'essai d'endurance.

Lorsque des recommandations de montage pour une utilisation normale sont établies, elles doivent être incluses dans la spécification particulière en 1.8 "Informations complémentaires (non prises en considération pour les inspections)". Dans le cas où 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 spécifiées en 1.1 de la spécification particulière sont utilisées.

1.3.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.3.4.1 Généralités

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

1.3.4.2 Caractéristiques particulières

D'autres caractéristiques peuvent être répertoriées lorsqu'elles sont jugées nécessaires pour préciser de façon appropriée des informations relatives à la conception ou aux applications du filtre.

1.3.5 Marquage

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

1.4 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente spécification intermédiaire, les termes et les définitions indiqués en 2.2 de l'IEC 60939-1:2010 ainsi que les suivants s'appliquent.

1.4.1

filtre du réseau d'alimentation en courant alternatif (ou filtre du réseau d'alimentation)

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

1.4.2

condensateur de classe X

condensateur d'un type approprié pour être utilisé dans des situations où une défaillance du condensateur n'entraîne aucun danger de choc électrique mais peut être à l'origine d'un incendie.

Les condensateurs de classe X se divisent en trois sous-classes (voir le 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	Catégorie d'isolation selon l'IEC 60664	Application	Tension de choc de crête U_p appliquée avant un essai d'endurance
X1	$> 2,5 \text{ kV}$ $\leq 4,0 \text{ kV}$	III	Application pour hautes impulsions	quand $C_R \leq 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = 4,0 \text{ kV}$ quand $C_R > 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = \frac{4}{\sqrt{C_R \times 10^6}} \text{ kV}$
X2	$\leq 2,5 \text{ kV}$	II	Usage général	quand $C_R \leq 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = 2,5 \text{ kV}$ quand $C_R > 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = \frac{2,5}{\sqrt{C_R \times 10^6}} \text{ kV}$
X3	$\leq 1,2 \text{ kV}$	-	Usage général	aucune

1.4.3

condensateur de classe Y

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

Les condensateurs de classe Y sont encore divisés en ~~quatre~~ **trois** sous-classes Y1, Y2, ~~Y3~~ et Y4, comme cela est indiqué dans le Tableau 2.

~~(IEC 60384-14, 1.5.4)~~

Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y

Sous-classe	Type d'isolation en pont	Plage de tensions assignées	Tension de choc de crête avant un essai d'endurance
Y1	Double isolation ou isolation renforcée	$\leq 500 \text{ V}$	8,0 kV
Y2	Isolation principale ou isolation supplémentaire	$\geq 150 \text{ V}$ $\leq 300 \text{ V}$	5,0 kV
Y3		$\geq 150 \text{ V}$ $\leq 250 \text{ V}$	aucune
Y4		$< 150 \text{ V}$	2,5 kV
NOTE Les définitions d'isolation principale, supplémentaire, double et renforcée sont données dans l'IEC 61140.			

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

Un condensateur Y1 peut relier en pont une isolation double ou renforcée.

Le boîtier d'un condensateur Y1 ne doit pas contenir d'autres composants.

Des ensembles, tels que des condensateurs de contournement connectés en T ou en triangle, peuvent être construits à partir de condensateurs Y ou de condensateurs X, à condition que ces condensateurs satisfassent aux exigences des sous-classes X et Y applicables.

Un condensateur Y peut relier en pont une isolation principale. Un condensateur Y peut relier en pont une isolation supplémentaire. ~~Dans le cas où~~ Lorsqu'une isolation principale combinée à une isolation supplémentaire sont reliées par au moins deux condensateurs Y2, ~~Y3~~ ou Y4 en série, ils doivent appartenir aux mêmes classes et sous-classes, avoir la même tension assignée et avoir la même valeur de capacité nominale.

~~Des recommandations relatives à l'application de l'isolation principale reliée en pont par des condensateurs sont données en 6.1 de l'IEC 60940.~~

1.4.4

inductance de terre

inductance qui fait partie de la broche de raccordement de terre d'un filtre

1.5 Marquage

1.5.1 Voir le 2.4 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

Les informations fournies par le marquage sont généralement 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 de fabrique;
- 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 assignée;
- e) l'indication des sorties et/ou du 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 (lorsque l'indication est un code, celui-ci doit être le code indiqué dans l'IEC 60062);
- j) la référence à la spécification particulière.

1.5.2 Les informations des éléments a), b), c), d) et f), ainsi que e) si cela n'est pas induit par b), du 1.5.1 doivent être clairement marquées sur le filtre.

1.5.3 L'emballage qui contient le ou les filtres doit comporter un marquage clair indiquant toutes les informations énumérées en 1.5.1.

Des approbations nationales peuvent être indiquées par des lettres pour remplacer la marque d'approbation.

1.5.4 Tout autre marquage doit être appliqué de sorte qu'il ne puisse pas porter à confusion.

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 celles données ci-dessous:

2.1.2 Catégories climatiques préférentielles

Les filtres couverts par la présente spécification sont classés en catégories climatiques selon les règles générales données dans l'IEC 60068-1.

Il convient de sélectionner les températures minimale et maximale de catégorie et la durée de chaleur humide, essai continu dans la liste ci-dessous:

Température minimale de la catégorie: –65 °C, –55 °C, –40 °C, –25 °C ou –10 °C;

Température maximale de la catégorie: +70 °C, +85 °C, +100 °C, +125 °C ou +155 °C;

Durée de chaleur humide, essai continu: 21 ou 56 jours.

Les sévérités pour les essais de froid et de chaleur sèche sont les températures minimale et maximale de la catégorie respectivement.

L'IEC 60940 donne des recommandations sur l'application des catégories décrites ci-dessus.

2.2 Valeurs assignées préférentielles

2.2.1 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles de tension assignée sont:

115 V, 125 V, 250 V, 400 V, 440 V, 500 V et 760 V.

Les filtres d'antiparasitage doivent être choisis de 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.

NOTE Les condensateurs de classe X peuvent être utilisés dans une connexion en étoile.

2.2.2 Tension de catégorie (U_C)

La tension de catégorie est égale à la tension assignée sauf indication contraire dans la spécification particulière.

2.2.3 Température assignée

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

2.2.4 Inflammabilité passive

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

3 Procédures d'évaluation de la qualité

3.1 Étape initiale de fabrication

Voir le 3.2 de l'IEC 60939-1:2010.

3.2 Filtres de structure similaire

Voir le 3.4 de l'IEC 60939-1:2010.

En plus de ces dispositions, les filtres peuvent être considérés comme ayant une structure similaire uniquement lorsqu'ils comportent des condensateurs, des inductances et des résistances de mêmes technologies pour les valeurs de leurs plages de composants et lorsque les éléments capacitifs correspondants appartiennent à la même sous-classe.

3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés

Les informations exigées en 3.5.1 de l'IEC 60939-1:2010 doivent être rendues disponibles lorsqu'elles sont spécifiées dans la spécification particulière et lorsqu'elles sont demandées par un client. Après l'essai d'endurance, les paramètres pour lesquels des informations variables sont exigées sont la variation de la perte d'insertion et la résistance d'isolement.

3.4 Essais d'approbation

3.4.1 Essais d'approbation de sécurité uniquement

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 est fondé sur des tailles d'échantillons fixes conformément au 3.4 de l'IEC 60939-1:2010 comme cela est présenté en 3.4.3 et dans le Tableau 3 de la présente spécification intermédiaire. Avant d'effectuer les essais d'approbation, il est nécessaire de soumettre à l'organisme de certification une déclaration de conception (voir l'Annexe E) qui enregistre les données essentielles et les précisions de conception de base des filtres passifs à approuver.

Dans le cas où, après l'accord de l'approbation, un composant est modifié, l'organisme de certification doit en être informé (voir l'Annexe E). L'extension d'approbation visant à inclure le ou les composants modifiés est à la discrétion de l'organisme de certification.

3.4.2 Homologation

Les Tableaux 4, 5, 6 et 7 doivent être utilisés quand une homologation est demandée.

Les procédures pour les essais d'homologation sont données en 3.5 de l'IEC 60939-1:2010. Les programmes à utiliser pour les essais d'homologation sur la base des essais lot par lot et périodiques sont présentés en 3.5 et dans les Tableaux 5, 6 et 7 de la présente spécification intermédiaire. La procédure qui utilise le programme d'essai avec une taille d'échantillon fixe est indiquée en 3.4.3 et dans le Tableau 4. Pour les deux procédures, les tailles d'échantillons et le nombre d'éléments non conformes doivent être d'ordre comparable. Les conditions d'essai et les exigences doivent être les mêmes. L'homologation selon les tailles d'échantillons fixes du Tableau 4 est préférée.

3.4.3 Échantillonnage

Les types de filtres à homologuer ensemble doivent avoir la même tension assignée et une combinaison de technologies des composants. De plus, les éléments capacitifs correspondants doivent appartenir à la même sous-classe. Les nombres de filtres exigés pour chaque homologation de chaque groupe sont indiqués dans les Tableaux 3 et 4.

Pour chaque homologation, l'échantillon doit contenir des nombres égaux de spécimens des valeurs les plus élevées et les plus basses de capacité dans la plage à homologuer. Lorsqu'une seule valeur de capacité totale est impliquée, tous les filtres comme cela est indiqué dans les Tableaux 3 et 4 doivent être soumis aux essais.

Lorsque, pour une valeur donnée de capacité totale, il existe plus d'un courant assigné disponible dans la plage, alors les filtres dont le courant assigné est le plus élevé doivent être choisis. Lorsque, à ce courant assigné, il existe plus d'une valeur d'inductance disponible dans la plage, alors les filtres dont la valeur d'inductance est la plus élevée doivent être choisis.

NOTE Dans l'alinéa ci-dessus, la "capacité totale" signifie la capacité 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 les spécimens non conformes en raison d'incidents non imputables au fabricant;
- c) un nombre suffisant de spécimens pour permettre d'effectuer l'essai répété de la Note 8 du Tableau 7.

Les nombres donnés dans le Groupe 0 supposent que tous les groupes supplémentaires s'appliquent. Si ce n'est pas le cas, les nombres peuvent être réduits en conséquence. Les nombres donnés dans le Groupe 0 peuvent aussi être réduits lorsque, par exemple, pour les filtres coûteux, le fabricant choisit de réaliser les essais d'un nombre de groupes en séquence sur les mêmes spécimens. Les nombres donnés pour le Groupe 0 ne comprennent pas les spécimens exigés pour les Groupes 7 et 8.

Lorsque des groupes supplémentaires sont ajoutés au programme d'essai d'homologation, le nombre de spécimens exigé pour le Groupe 0 doit se voir ajouter le nombre exigé pour les groupes supplémentaires.

Les Tableaux 3 ou 4 donnent le nombre de spécimens à soumettre à l'essai dans chaque groupe et le nombre admissible d'éléments non conformes pour les essais d'homologation.

3.4.4 Essais

Avant la soumission aux essais d'homologation, un essai approprié de la tension de tenue à 100 % entre les sorties conformément au Tableau 9 doit être réalisé. Les informations détaillées de cet essai sont la prérogative du fabricant, mais le temps ne doit pas être inférieur à 1 s. Lorsqu'une tension continue d'essai est utilisée au lieu d'une tension alternative pour des filtres comprenant des condensateurs de classe Y et que le temps est inférieur à 2 s, elle ne doit pas être inférieure à 1,8 fois la tension alternative d'essai du Tableau 9. Tous les éléments non conformes doivent être retirés du lot avant les essais d'homologation.

Une des séries complètes des essais indiqués dans les Tableaux 3 ou 4 peut être exigée pour l'approbation des filtres couverts par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être réalisés dans l'ordre indiqué.

La totalité de l'échantillon à l'exception des spécimens à soumettre aux essais des Groupes 7 et 8 doit être soumise aux essais du Groupe 0, puis divisée pour les autres groupes.

Un spécimen qui s'est avéré défectueux au cours des essais du Groupe 0 ne doit pas être utilisé pour d'autres groupes.

Un élément est considéré comme "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 spécifié d'éléments non conformes admissibles pour chaque groupe et le nombre total d'éléments non conformes admissibles.

NOTE Le programme d'essai avec une taille d'échantillon fixe est indiqué dans le Tableau 3 et l'Annexe B ou le Tableau 4 et l'Annexe A. Le Tableau 3 ou le Tableau 4 incluent les informations détaillées relatives à l'échantillonnage et aux éléments défectueux admissibles pour les différents essais ou groupes d'essais. L'Annexe A, l'Annexe B et les informations détaillées relatives aux essais indiquées à l'Article 4 présentent un résumé complet des conditions d'essai et des exigences de performances et indiquent quand il faut choisir des méthodes ou des conditions d'essai dans la spécification particulière.

Les conditions d'essai et les exigences de performances pour le programme d'essai avec une taille d'échantillon fixe doivent être identiques à celles spécifiées dans la spécification particulière pour le contrôle de conformité de la qualité.

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

3.5.1 Généralités

Avant la soumission au contrôle de conformité de la qualité, un essai approprié de la tension de tenue à 100 % entre les sorties conformément au Tableau 9 doit être réalisé. Les précisions relatives à cet essai sont la prérogative du fabricant, mais le temps ne doit pas être inférieur à 1 s. Lorsqu'une tension continue d'essai est utilisée au lieu d'une tension

alternative pour des filtres comprenant des condensateurs de classe Y et que le temps est inférieur à 2 s, elle ne doit pas être inférieure à 1,8 fois la tension alternative d'essai du Tableau 9. Tous les éléments non conformes doivent être retirés du lot avant les essais lot par lot.

3.5.2 Formation des lots d'inspection

a) Inspection des Groupes A et B

Ces essais doivent être effectués lot par lot à l'aide des plans d'échantillonnage appropriés au niveau d'assurance donné spécifiés dans les Tableaux 5 et 6.

Les lots fabriqués de filtres identifiés séparément peuvent être regroupés en lots d'inspection formés pour de tels essais suivant la pertinence des similarités structurelles entre ces lots fabriqués.

b) Inspection du Groupe C

Ces essais doivent être effectués périodiquement.

Homologation:

Ces essais doivent être réalisés sur le nombre de spécimens appropriés au niveau d'assurance indiqué spécifié dans le Tableau 7. Afin de réduire le nombre de spécimens exigés pour réaliser un seul essai périodique complet, le fabricant peut choisir de faire réaliser les essais de plus d'un groupe successivement sur les mêmes spécimens. Les spécimens doivent être représentatifs des filtres fabriqués au cours de chaque période. Lors des périodes suivantes, d'autres filtres de la plage approuvée en production doivent être soumis à l'essai afin de couvrir la plage complète de l'approbation.

Essai d'approbation de sécurité uniquement:

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 est informé des intentions de modification et décide si des essais de requalification doivent être effectués.

3.5.3 Programme d'essai

Homologation:

Le programme pour les essais lot par lot et pour les essais périodiques de contrôle de la conformité de la qualité est présenté dans les Tableaux 4a et 4b de l'IEC 60939-2-1.

Essai d'approbation de sécurité uniquement:

Le programme pour les essais lot par lot et les critères de requalification sont présentés dans l'Annexe A et l'Annexe B de l'IEC 60939-2-2.

3.5.4 Livraison différée

Si, conformément aux procédures du 3.10 de l'IEC 60939-1:2010, une autre inspection doit être effectuée, la résistance d'isolement doit être contrôlée comme cela est spécifié dans l'inspection du Groupe A et la brasabilité doit être contrôlée conformément à l'inspection du Groupe B.

Tableau 3 – Essais sur les exigences de sécurité uniquement

Groupe	Paragraphes et essai	Nombre de spécimens soumis à l'essai par qualification ⁴⁾	Nombre d'éléments non conformes admissibles par qualification	
			Par groupe ⁸⁾	Total

0	4.3 Examens visuels	20/10/5	1/1/0	
	4.6 Résistance de ligne en courant continu			
	4.7 Perte d'insertion (aucune charge)			
	4.4 Tension de tenue			
	4.5 Résistance d'isolement			
	4.8 Résistance de décharge ¹⁾ Composants de rechange			
1A	4.3.2 Lignes de fuite et distances d'isolement	4/2/1	0	0
	4.9 Robustesse des sorties			
	4.10 Résistance à la chaleur de brasage ¹⁾			
	4.25 Résistance du marquage au solvant ²⁾			
2	4.18 Chaleur humide, essai continu	4/2/1	0	0
3A	4.19 Hausse de température ou ⁵⁾	4/2/1	0	0
	4.21.1 Courant d'endurance ⁶⁾ ⁷⁾			
3B	4.20 Tension de choc ¹⁰⁾ ¹¹⁾	4/2/1	0	0
	4.21.2 Endurance – sortie de ligne de tension /boîtier ¹⁾			
3C	4.20 Tension de choc ¹⁰⁾ ¹¹⁾	4/2/1	0	0
	4.21.3 Tension d'endurance entre sorties de ligne ⁷⁾			
7	4.23 Inflammabilité passive ²⁾	voir 4.23	0	0
9	4.27 Inflammabilité active ²⁾	voir 4.27	0	0
Notes de bas de page: voir en fin de Tableau 7.				

Tableau 4 – Plan d'échantillonnage – Homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance D / DZ

Groupe		Paragraphes et essais	Nombre de spécimens soumis à l'essai par qualification 4)		Nombre d'éléments non conformes admissibles par qualification 4)			
					Par groupe 8)		Total	
					D	DZ	D	DZ
0		4.3 Dimensions (calibrage) 4.3 Examen visuel 4.6 Résistance de ligne en courant continu ou chute de tension 4.7 Perte d'insertion (aucune charge) 4.4 Tension de tenue 4.5 Résistance d'isolement 4.8 Résistance de décharge 1) Composants de rechange	36/16/9 8/3/2		2/1/1	0		
	1A	4.3 Dimensions (détail) 4.3.2 Lignes de fuite et distances d'isolement 4.9 Robustesse des sorties 4.10 Résistance à la chaleur de brasage 1) 4.25 Résistance du marquage au solvant 2)	4/1/1	0	0			
	1B	4.26 Résistance des composants au solvant 2) 4.12 Variations rapides de température 4.13 Vibrations 4.14 Secousses ou 3) 4.15 Chocs						4/1/1
1		4.16 Étanchéité des boîtiers 2) 4.17 Séquence climatique	8/2/2	1/0/0	0	1/0/0	0	
2		4.18 Chaleur humide, essai continu	4/2/1	0	0			
3A		4.19 Hausse de température ou 5) 4.21.1 Endurance – courant 6) 7)	4/2/1	0	0			
3B		4.20 Tension de choc 10) 11) 4.21.2 Endurance – sortie de ligne de tension /boîtier 1)	4/2/1	0	0			
3C		4.20 Tension de choc 10) 11) 4.21.3 Endurance – tension entre sorties de ligne 7)	4/2/1	0	0			
4		4.22 Charge/décharge 1) 11)	4/2/1	0	0			
5		4.7 Perte d'insertion (charge/température) 2)	4/2/1	0	0			
6		4.24 Surcharge de courant 2)	4/2/1	0	0			
7		4.23 Inflammabilité passive 2)	voir 4.23	0	0			
8		4.11 Brasabilité 1) 9)	4/2/1	0	0			
9		4.27 Inflammabilité active 2)	4/2/1	0	0			
Notes de bas de page: voir en fin de Tableau 7.								

Tableau 5 – Essais lot par lot – Niveau d'assurance D / DZ

Niveau d'assurance D			
Groupe	Paragraphes et essais	Niveau d'inspection IL	NQA %
A1	4.3 Examen visuel	S-4	2,5
	4.3 Marquage		
	4.3 Dimensions (calibrage)		
A2	4.6 Résistance de ligne en courant continu	II	1,0
	4.7 Perte d'insertion (aucune charge)		
	4.4 Tension de tenue (essai A uniquement)		
	4.5 Résistance d'isolement (essai A uniquement)		
	4.8 Résistance de décharge ¹⁾		
B1	4.11 Brasabilité ^{1) 9)}	S-3	2,5
Niveau d'assurance DZ			
Groupe	Paragraphes et essais	Niveau d'inspection IL	Critère d'acceptation
A1	4.3 Examen visuel	S-3	0
	4.3 Marquage		
	4.3 Dimensions (calibrage)		
A2	4.6 Résistance de ligne en courant continu	S-4	0
	4.7 Perte d'insertion (aucune charge)		
	4.4 Tension de tenue (essai A uniquement)		
	4.5 Résistance d'isolement (essai A uniquement)		
	4.8 Résistance de décharge ¹⁾		
B1	4.11 Brasabilité ^{1) 9)}	S-3	0
Notes de bas de page: voir en fin de Tableau 7.			

Tableau 6 – Essais lot par lot – Essais d'approbation de sécurité uniquement

Paragraphe et essai 13)	Conditions d'essai 13)	Taille d'échantillon	Exigences 13)
4.3 Examen visuel	Non destructif Méthode pour l'essai C: 16)	100 % 14)	Tout marquage sur le filtre doit être visible et correct
4.4 Tension de tenue (essais A, B et C 15)			Aucun claquage permanent ou rupture permanente
Notes de bas de page: voir en fin de Tableau 7.			

Tableau 7 – Essais périodiques – Niveau d'assurance D / DZ

Groupe		Périodicité Mois	Paragraphes et essais		Échantill on total 4)	Nombre d'éléments non conformes 8)		
						D		DZ
C1	C1A	6	4.3	Dimensions (détail)	2/1/1	0		0
			4.3.2	Lignes de fuite et distances d'isolement				
			4.9	Robustesse des sorties				
			4.10	Résistance à la chaleur de brasage ¹⁾				
			4.25	Résistance du marquage au solvant ²⁾				
	C1B	4.26	Résistance des composants au solvant ²⁾	4/1/1	0		0	
		4.12	Variations rapides de température					
		4.13	Vibrations					
		4.14	Secousses ou ³⁾					
		4.15	Chocs					
	4.16	Étanchéité du boîtier ²⁾	6/2/2	1/0/0		0		
	4.17	Séquence climatique						
C2	12	4.18	Chaleur humide, essai continu	4/2/1	0		0	
C3A	3	4.19	Hausse de température ou ⁵⁾	2/2/1	0		0	
		4.21.1	Endurance – courant ⁶⁾ ⁷⁾					
C3B	3	4.20	Tension de choc ¹¹⁾	2/2/1	0		0	
		4.21.2	Endurance – sorties de ligne de tension/boîtier					
C3C	3	4.20	Tension de choc ¹¹⁾	4/2/1	0		0	
		4.21.3	Endurance – tension entre sorties de ligne ⁷⁾					
C4	12	4.22	Charge/décharge ¹⁾	2/2/1	0		0	
C5	12	4.7	Perte d'insertion ²⁾ (charge/température)	2/2/1	0		0	
C6	12	4.24	Surcharge de courant	2/2/1	0		0	
C7	12	4.23	Inflammabilité passive ²⁾	voir 4.23	0		0	
C9	12	4.27	Inflammabilité active ²⁾	voir 4.27	0		0	

Notes de bas de page des Tableaux 3, 4, 5, 6 et 7:

1) Le cas échéant.

2) Lorsque cela est exigé dans la spécification particulière.

3) Ce qui est exigé dans la spécification particulière.

4) Voir en 3.4.3 concernant les similarités de structure nécessaires avant une homologation possible des filtres ensemble.
Les trois nombres inscrits dans chaque cellule du tableau indiquent dans l'ordre décroissant les nombres applicables de spécimens dans les limites de courant suivantes:
 < 16 A
 ≥ 16 A ... ≤ 80 A
 > 80 A
"Courant" dans ce contexte est la somme du ou des courants assignés transportés par les broches de raccordement pour les phases individuelles, N non compris.
Lorsqu'une plage est homologuée et contient des filtres qui répondent à plus d'une des classifications de courant répertoriées ci-dessus, le nombre de spécimens sélectionnés doit être celui pour la classification dans laquelle se trouve la majorité des valeurs de la plage.
Les nombres du Groupe 0 excluent les nombres de spécimens exigés pour les Groupes 7 et 8.

5) Pour les filtres dont le courant assigné est > 0,5 A uniquement.

6) Pour les filtres dont le courant assigné est ≤ 0,5 A.

7) Voir en 4.21.4 concernant l'option d'associer les essais des Groupes 3A et 3C.

8) Lorsqu'aucun élément non conforme n'est exigé et qu'un élément non conforme est obtenu, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est alors admis. Cette disposition n'est pas applicable pour les Groupes 7, 8 et C7 ou lorsqu'il est attendu que les éléments non conformes obtenus dans tout groupe ne satisfont pas à l'essai de tension de tenue entre les sorties de ligne et le boîtier. Pour les Tableaux 3 et 4, l'élément non conforme obtenu dans le premier échantillon doit être compté dans le nombre total d'éléments non conformes admis indiqué dans la colonne de droite.

- 9) Cet essai peut être effectué sur des filtres électriquement défectueux ou des sorties détachées à condition qu'ils aient reçu le traitement complet effectué sur un filtre complété. Les essais de Groupe 0 ou de Groupe A sont omis pour les filtres prévus pour être soumis à cet essai.
- 10) Non applicable aux filtres avec condensateurs de Sous-classes X3 et Y3.
- 11) Les essais de ce groupe ou sous-groupe peuvent être omis lorsque les condensateurs du filtre à travers lequel les tensions d'essai apparaissent sont encapsulés séparément et ont été homologués selon une spécification particulière dans le cadre de l'IEC 60384-14.
- 12) Nombre total d'éléments non conformes des Groupes 1 à 8.
- 13) Les numéros des articles relatifs aux essais et aux conditions/exigences font référence à l'Article 4.
- 14) Peut être effectué comme essai de fin de ligne.
- 15) B ou C le cas échéant.
- 16) À exiger dans la spécification particulière.

4 Procédures d'essai et de mesure

Le présent article complète les informations données à l'Article 4 de l'IEC 60939-1.

4.1 Inductances de terre incorporées dans les filtres

Les inductances de terre incorporées dans les filtres doivent satisfaire aux exigences de la ou des spécifications applicables. ~~Voir aussi le 2.2.19 de l'IEC 60938-1.~~

La section de l'enroulement en cuivre ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée dans le Tableau 13. Des informations complémentaires se trouvent également à l'Annexe B de l'IEC 60938-1:2021.

Tableau 13 – Aire minimale de la section de l'enroulement en cuivre de l'inductance de terre

Courant assigné en A	≤10	≤16	≤25	≤35	≤50	≤63	≤80	≤100	≤125	≤160
Aire minimale de la section de l'enroulement en mm ²	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0	16,0	25,0	35,0	50,0

L'aire de section des broches de raccordement menant à l'inductance de terre doit être au moins faite de la même section de cuivre que l'enroulement.

Les inductances de terre doivent être conçues de façon que la tension entre les bornes d'entrée et de sortie ne dépasse pas 4 V lorsqu'un courant égal à quatre fois le courant assigné est appliqué.

4.2 Mesurages de la capacité et de la tangente de l'angle de perte tan δ

Les mesurages de la capacité et de la tangente de l'angle de perte tan δ doivent être effectués conformément au 4.2 de l'IEC 60384-14:2023.

4.3 Examen visuel et contrôle des dimensions

4.3.1 Généralités

Les filtres doivent être examinés visuellement et les dimensions doivent être contrôlées conformément au 4.4 de l'IEC 60939-1:2010.

4.3.2 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les lignes de fuite et les distances d'isolement sur l'extérieur 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 le Tableau 8.

Tableau 8 – Lignes de fuite et distances d'isolement

Points de mesure	Tension assignée (valeur efficace)							
	$U_R \leq 130 \text{ V}$		$130 \text{ V} < U_R \leq 250 \text{ V}$		$250 \text{ V} < U_R \leq 500 \text{ V}$		$500 \text{ V} < U_R \leq 760 \text{ V}$	
	Ligne de fuite mm	Distance d'isolement mm	Ligne de fuite mm	Distance d'isolement mm	Ligne de fuite mm	Distance d'isolement mm	Ligne de fuite mm	Distance d'isolement mm
Entre des parties sous tension de polarité différente	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5
Entre des parties sous tension et d'autres parties métalliques sur une isolation principale	2,0	1,5	4,0	3,0	6,3	5,5	6,3	5,5
Entre des parties sous tension et d'autres parties métalliques sur une isolation renforcée	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	-	-

Pour obtenir de plus amples informations, consulter ~~le tableau complet de~~ l'IEC 60335-1:2020, Article 29 avec ses Tableaux 15 à 19. Pour les définitions de "isolation principale", "isolation double" et "isolation renforcée", voir l'IEC 61140.

La vérification doit être effectuée par des mesurages conformément aux règles établies dans l'IEC 60335-1:2020 pour les mesurages sur l'extérieur du filtre. D'autres exigences peuvent être nécessaires, par exemple pour des filtres protégés contre les projections et protégés contre les gouttes.

4.4 Tension de tenue

Voir le 4.6 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.4.1 Circuit d'essai pour les essais en courant continu

Sauf spécification contraire indiquée dans la spécification particulière, R_1 doit être suffisamment grand pour limiter le courant de charge à 50 mA au plus.

Sauf spécification contraire indiquée dans la spécification particulière, R_2 doit limiter le courant de décharge à 50 mA au plus.

4.4.2 Tension appliquée

Les tensions du Tableau 9 doivent être appliquées entre les points de mesure du Tableau 3 de l'IEC 60939-1:2010 pendant une période de 1 min pour les essais d'homologation et périodiques et pendant une période de 2 s pour les essais lot par lot de conformité de la qualité. Le temps doit être mesuré à partir du moment auquel 90 % de la tension d'essai apparaît à travers les bornes d'essai.

La méthode d'application de la tension d'essai pour l'Essai C doit être donnée dans la spécification particulière. Pour les essais de qualification, la méthode de la feuille métallique utilisée en 4.5.2.1 de l'IEC 60939-1:2010 doit être utilisée.

L'attention est attirée sur le fait que la répétition de l'essai de tension de tenue peut endommager le filtre.

L'attention est attirée sur le fait qu'il peut être nécessaire pour certains essais que la spécification particulière prescrive qu'il convient de déconnecter les résistances ou les varistances.

Tableau 9 – Tension de tenue

Type d'isolation	Plage de tensions assignées ligne/ligne (Essai A) ou ligne/terre (Essai B ou C)	Essai A	Essai B ou C	
			$C \leq 1 \mu\text{F}$	$C > 1 \mu\text{F}$
Principale	$< 150 \text{ V}$	4,3 U_R courant continu	900 V courant alternatif ou 1 260 V courant continu	4,3 U_R courant continu
Principale	$\geq 150 \text{ V}$ $\leq 300 \text{ V}$		1 500 V courant alternatif ou 2 250 V courant continu	
Principale	$> 300 \text{ V}$ $\leq 520 \text{ V}$		2 000 V courant alternatif ou 3 000 V courant continu	
Principale	$> 520 \text{ V}$ $\leq 760 \text{ V}$		3 000 V courant alternatif ou 4 000 V courant continu	
Double ou renforcée	$\geq 150 \text{ V}$ $\leq 300 \text{ V}$		3 000 V courant alternatif ou 4 500 V courant continu	
Double ou renforcée	$> 300 \text{ V}$ $\leq 520 \text{ V}$		4 000 V courant alternatif ou 6 000 V courant continu	
Double ou renforcé	$> 520 \text{ V}$ $\leq 760 \text{ V}$		5 000 V courant alternatif ou 7 500 V courant continu	
NOTE C est la capacité mesurée à 1 kHz entre les sorties d'essai applicables. Toutes les tensions d'essai en courant alternatif sont en valeur efficace et de 50 Hz ou 60 Hz, sauf spécification contraire dans la spécification particulière.				

4.4.3 Exigences

Aucun claquage permanent ou rupture permanente ne doit être constaté pendant la période d'essai.

4.5 Résistance d'isolement

Voir le 4.5 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

La méthode d'application de la tension d'essai pour l'Essai C doit être donnée dans la spécification particulière. Pour les essais de qualification, la méthode de la feuille métallique utilisée en 4.5.2.1 de l'IEC 60939-1:2010 doit être utilisée.

4.5.1 Correction de la température

Lorsque cela est spécifié dans la spécification particulière, la température à laquelle le mesurage est réalisé doit être notée. Lorsque 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 spécifié dans la spécification intermédiaire relative au condensateur pour le diélectrique concerné, ou elle est donnée dans la spécification particulière.

4.5.2 Exigences

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à la valeur donnée dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Résistance d'isolement

Catégorie climatique	Essai A		Essais B ou C
	si $C > 0,33 \mu\text{F}$ RC s	si $C \leq 0,33 \mu\text{F}$ R $M\Omega$	R $M\Omega$
- / - / 56	4 000	12 000	12 000
- / - / 21 et - / - / 10	2 000	6 000	6 000

NOTE 1 C est la capacité mesurée à 1 kHz entre les sorties d'essai applicables. Toutes les tensions d'essai en courant alternatif sont en valeur efficace et de 50 Hz ou 60 Hz, sauf spécification contraire dans la spécification particulière.

NOTE 2 Des limites plus sévères et liées au diélectrique peuvent être données dans la spécification particulière.

NOTE 3 Pour des filtres avec une résistance de décharge, le mesurage peut être effectué uniquement avec la résistance de décharge débranchée. Dans le cas où la résistance ne peut pas être débranchée sans détruire le filtre, l'essai doit être omis pour les essais lot par lot. Pour les essais périodiques et d'homologation, au cours desquels la résistance de décharge ne peut pas être débranchée sans détruire le filtre, l'échantillon doit être constitué de filtres réalisés spécialement sans résistances de décharge.

NOTE 4 Pour les filtres multiples constitués d'un certain nombre d'éléments de filtre individuels, la limite doit être divisée par le nombre de canaux de filtre.

4.6 Résistance de ligne continue ou chute de tension au courant assigné

La spécification particulière prescrit lequel des deux essais suivants doit être utilisé.

4.6.1 Résistance de ligne continue

À l'aide d'une méthode de mesure en courant continu avec une tension appliquée inférieure à 10 V, la résistance entre une quelconque 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 de connexion précis entre les bornes et l'instrument de mesure.

4.6.2 Chute de tension au courant assigné

Sauf spécification contraire dans la spécification particulière, un courant continu dont la valeur est égale à la valeur efficace du courant alternatif assigné doit être conduit à travers le filtre entre toutes les paires de bornes de lignes pour lesquelles le schéma de circuit indique qu'il convient qu'il y ait continuité.

Lorsque la stabilité thermique a été atteinte (à moins que la spécification particulière ne prescrive un mesurage à la fin d'une période spécifique), la chute de tension doit être mesurée et ne doit pas dépasser la limite prescrite dans la spécification particulière.

4.7 Perte d'insertion

Voir le 4.7 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

Avant tout mesurage de la perte d'insertion sur des filtres qui contiennent des condensateurs céramiques, avant ou après le conditionnement, les filtres doivent être preconditionnés selon les conditions suivantes:

Exposition à la température maximale de catégorie ou à une température supérieure, telle qu'elle peut figurer dans la spécification particulière, pendant 1 h, suivie par une période de reprise pendant $24 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ dans les conditions atmosphériques normalisées pour les essais (pour de plus amples informations, voir le 4.1 de l'IEC 60384-9).

Pour les mesurages effectués après le conditionnement, ce preconditionnement doit suivre la reprise prescrite et tous les autres inspections et mesurages finaux.

Dans les cas où les éléments capacitifs et inductifs du filtre sont individuellement accessibles, le mesurage des condensateurs et des inductances peut être effectué comme une alternative au mesurage de la perte d'insertion.

La spécification particulière doit spécifier:

- a) toute exigence de preconditionnement;
- b) la méthode de mesure de perte d'insertion à utiliser, y compris les dimensions qui influencent l'impédance caractéristique et la longueur électrique de tout dispositif de fixation utilisé pour connecter le filtre au système de mesure;
- c) si les mesurages sont effectués avec le filtre sans charge ou avec une charge spécifiée;
- d) si les mesurages sont effectués selon le mode symétrique ou asymétrique;
- e) les impédances aux bornes;
- f) les fréquences auxquelles les mesurages doivent être effectués (plage préférentielle: de 150 kHz à 30 MHz);
- g) la perte d'insertion ou la capacité et l'inductance minimales à obtenir à chaque fréquence.

Lorsque les mesurages sont effectués après le conditionnement, la limite doit être moins sévère de 6 dB par rapport à la limite applicable dans le Groupe A ou le Groupe 0.

La spécification particulière doit prescrire des limites applicables de capacité (C) et d'inductance (L) ainsi que des fréquences applicables dans le cas où L et C sont mesurées en tant qu'alternatives à la perte d'insertion.

4.8 Résistance de décharge

Voir le 4.8 de l'IEC 60939-1:2010.

4.9 Robustesse des sorties

Voir le 4.9 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

La méthode d'essai et le degré de sévérité à utiliser doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

L'essai relatif à la sortie à enclenchement ou à toute autre sortie spéciale doit être spécifié dans la spécification particulière.

4.10 Résistance à la chaleur de brasage

Cet essai n'est pas applicable aux filtres équipés de broches de raccordement flexibles et isolées d'une longueur supérieure à 50 mm ou aux filtres dont les sorties (telles que les contacts à enclenchement) ne sont pas prévues pour le brasage.

Voir le 4.10 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.10.1 Conditions d'essai

Aucun préséchage ne doit avoir lieu.

4.10.2 Inspection, mesurages et exigences intermédiaires

Les mesurages après cet essai sont les mesurages intermédiaires après les essais du Groupe 1A et avant le reste des essais du Groupe 1.

Les filtres doivent être inspectés visuellement conformément au 4.2. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

La résistance de ligne continue ou la chute de tension doivent être mesurées conformément au 4.6. La valeur doit se situer dans la limite prescrite dans le Groupe A2 de la spécification particulière.

4.11 Brasabilité

Cet essai peut être effectué sur des filtres électriquement défectueux ou des sorties détachées à condition qu'ils aient reçu tout le traitement qui est réalisé sur un filtre complété.

Voir le 4.11 de l'IEC 60939-1:2010, avec les précisions suivantes:

4.11.1 Conditions d'essai

Un vieillissement de 4 h par chaleur sèche à 155 °C doit être appliqué sauf si la spécification particulière ne spécifie aucun vieillissement ou une procédure de vieillissement différente.

Lorsque la méthode 2 est utilisée, un fer à braser de taille A doit être utilisé.

4.11.2 Exigences

Voir le 4.11.2, le 4.11.3 et le 4.11.4 de l'IEC 60939-1:2010. Lorsque la méthode 3 est utilisée, la durée de brasage doit être inférieure à 3 s.

4.12 Variations rapides de température

Voir le 4.12 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

Nombre de cycles: 5

Durée d'exposition aux limites de température:

30 min pour une masse ≤ 25 g;

3 h pour une masse > 25 g.

4.12.1 Inspection intermédiaire

Les filtres doivent être examinés visuellement; il ne doit pas y avoir de dommage visible.

4.13 Vibrations

Voir le 4.13 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.13.1 Conditions d'essai

L'endurance par balayage doit être appliquée. Les sévérités suivantes sont les sévérités préférentielles:

un déplacement de 0,75 mm ou une valeur de 98 m/s^2 , selon l'amplitude la plus faible des deux, sur l'une des plages de fréquences suivantes: 10 Hz à 55 Hz, 10 Hz à 500 Hz, 10 Hz à 2 000 Hz. La durée préférentielle est de 6 h, divisée équitablement entre les axes balayés.

La spécification particulière doit spécifier la sévérité et doit également spécifier la méthode de montage à utiliser. Pour les filtres à broches de raccordement axiales destinés à être montés par leurs broches, la distance entre le corps et le point de montage doit être $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

4.13.2 Inspection intermédiaire

Les filtres doivent être examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

4.14 Secousses

La spécification particulière doit indiquer laquelle des deux options, l'essai de chocs ou de secousses, s'applique.

Voir le 4.14 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.14.1 Conditions d'essai

La méthode de montage et la sévérité doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

Les sévérités suivantes sont les sévérités préférentielles:

Nombre total de	1 000	ou	4 000
secousses:			
Accélération:	400 m/s^2		100 m/s^2
ou			
Durée des impulsions:	6 ms		16 ms

4.14.2 Inspection, mesurages et exigences intermédiaires

Les mesurages après cet essai sont les mesurages intermédiaires après les essais du Groupe 1B et avant le reste des essais du Groupe 1.

Les filtres doivent être inspectés visuellement conformément au 4.2. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

La résistance de ligne continue ou la chute de tension doivent être mesurées conformément au 4.6. La valeur doit se situer dans la limite prescrite dans le Groupe A2 de la spécification particulière.

4.15 Chocs

La spécification particulière doit indiquer laquelle des deux options, l'essai de chocs ou de secousses, s'applique.

Voir le 4.15 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.15.1 Conditions d'essai

La méthode de montage et la sévérité doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

Les sévérités indiquées dans le Tableau 11 sont les sévérités préférentielles.

Forme des impulsions: demi-sinusoïdale.

Tableau 11 – Sévérités préférentielles

Accélération de crête m/s ²	Durée correspondante de l'impulsion ms
50	30
300	18
500	11
1 000	6

4.15.2 Inspection, mesurages et exigences intermédiaires

Les mesurages effectués après cet essai sont les mesurages intermédiaires après les essais du Groupe 1B et avant le reste des essais du Groupe 1.

Les filtres doivent être inspectés visuellement conformément au 4.2. Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

La résistance de ligne continue ou la chute de tension doivent être mesurées conformément au 4.6. La valeur doit se situer dans la limite prescrite dans le Groupe A2 de la spécification particulière.

4.16 Étanchéité des boîtiers

Cet essai s'applique uniquement lorsque la spécification particulière le spécifie.

Voir le 4.16 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.16.1 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.

4.16.2 Exigences

Pendant ou après l'essai, selon le cas, aucune fuite ne doit être constatée.

4.17 Séquence climatique

Voir le 4.17 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.17.1 Mesurages initiaux

Les mesurages initiaux pour la séquence climatique sont les mesurages effectués en 4.10.2, 4.14.2 ou 4.15.2, selon le cas.

4.17.2 Chaleur sèche

Voir le 4.17.2 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

Aucun mesurage n'est exigé à la température maximale de catégorie.

4.17.3 Chaleur humide, cyclique, premier cycle

Voir le 4.17.3 de l'IEC 60939-1:2010.

4.17.4 Froid

Voir le 4.17.4 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

Aucun mesurage n'est exigé à la température minimale de catégorie.

4.17.5 Basse pression atmosphérique

Cet essai s'applique uniquement lorsque la spécification particulière l'exige. Il n'est normalement pas spécifié pour les filtres du réseau d'alimentation.

Voir le 4.17.5 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

L'essai doit être effectué à une température de 15 °C à 35 °C et à une pression de 8 kPa, sauf spécification contraire dans la spécification particulière.

Pour les filtres dont la tension assignée dépasse 200 V tout en restant à la basse pression atmosphérique spécifiée, et pendant la dernière minute de la période d'essai, la tension assignée doit être appliquée.

Il ne doit y avoir aucun signe de claquage permanent, de rupture ou de déformation permanentes nuisible du boîtier.

4.17.6 Essai cyclique de chaleur humide, cycles restants

Voir le 4.17.6 de l'IEC 60939-1:2010.

4.17.7 Inspection, mesurages et exigences finaux

Voir le 4.17.7 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

La reprise doit durer de 18 h à 26 h dans les conditions de mesure normalisées.

Les filtres doivent être inspectés visuellement conformément au 4.2. Il ne doit pas y avoir de dommage visible et tout marquage doit être lisible.

L'essai de tension de tenue conformément au 4.4 doit être effectué avec 66 % de la tension comme cela est spécifié dans le Tableau 9. Il ne doit y avoir aucun signe de claquage permanent ou rupture permanente.

La résistance d'isolement doit être mesurée conformément au 4.5. La valeur doit dépasser 50 % de la limite applicable indiquée dans le Tableau 10.

La résistance de ligne continue ou la chute de tension doivent être mesurées conformément au 4.6. La valeur doit se situer dans la limite prescrite dans le Groupe A2 de la spécification particulière.

Dans les 72 h qui suivent, la perte d'insertion sans charge doit être mesurée conformément au 4.7 et doit satisfaire aux exigences prescrites en 4.7. Cet essai n'est pas exigé pour les essais de sécurité uniquement.

4.18 Chaleur humide, essai continu

Voir le 4.18 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.18.1 Conditions d'essai

Aucune tension ne doit être appliquée sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Lorsque l'application de tension est prescrite, U_R doit être appliqué à la moitié de l'échantillon et aucune tension ne doit être appliquée à l'autre moitié.

4.18.2 Inspection, mesurages et exigences finaux

Voir le 4.18.3 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

La reprise doit durer de 18 h à 26 h dans les conditions de mesure normalisées.

Les filtres doivent être inspectés visuellement conformément au 4.2. Il ne doit pas y avoir de dommage visible et tout marquage doit être lisible.

L'essai de tension de tenue conformément au 4.4 doit être effectué avec 66 % de la tension comme cela est spécifié dans le Tableau 9. Il ne doit y avoir aucun signe de claquage permanent ou rupture permanente.

La résistance d'isolement doit être mesurée conformément au 4.5. Les valeurs pour les essais A, B et C ne doivent pas être inférieures à 3,5 MΩ.

La résistance de ligne continue ou la chute de tension doivent être mesurées conformément au 4.6. La valeur doit se situer dans la limite prescrite dans le Groupe A2 de la spécification particulière.

Dans les 72 h qui suivent, la perte d'insertion sans charge doit être mesurée conformément au 4.7 et doit satisfaire aux exigences prescrites en 4.7.

4.19 Échauffement

Cet essai est applicable uniquement pour les filtres dont le courant assigné est $> 0,5$ A. Voir les Tableaux 3 et 4, notes de bas de page 4, 5 et 6.

L'objectif de l'essai est de démontrer que, lorsque l'échauffement applicable est ajouté à la température assignée ou à la température maximale de catégorie, la tension maximale de service de l'isolement interne (conformément aux exigences de l'IEC 60085) ou des éléments inductifs, capacitifs ou résistifs n'est pas dépassée.

Voir le 4.19 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.19.1 Méthode d'essai

Lorsque le filtre a un courant maximal de valeur non nulle à la température maximale de catégorie, la moitié des spécimens doit être soumise à l'essai à la température maximale de catégorie avec le courant maximal pour cette température. L'autre moitié des spécimens doit être soumise à l'essai à la température assignée avec le courant assigné. Lorsque le courant maximal à la température maximale de catégorie est spécifié de valeur nulle dans la spécification particulière, alors tous les spécimens doivent être soumis à l'essai à la température assignée et avec le courant assigné.

Les filtres doivent être connectés à une puissance de sorte que toutes les lignes transportent le courant d'essai simultanément.

Lors de la mise à l'essai de filtres triphasés qui comportent une ligne neutre supplémentaire, deux séries d'essais différentes doivent être réalisées:

- a) le courant d'essai doit être conduit à travers les trois phases ¹, excepté le neutre;
- b) le courant d'essai doit être conduit à travers deux phases et le neutre ² (une phase exclue).

Le filtre doit être placé dans une chambre maintenue à une température ambiante dont la valeur se situe à ± 3 °C de la température d'essai. Le courant alternatif d'essai ou un courant continu égal à la valeur efficace du courant alternatif d'essai doit être appliqué.

Dès lors que l'équilibre thermique a été obtenu, la température interne des filtres dont le courant assigné peut atteindre 36 A doit être déterminée avec la méthode de la résistance. De plus, la température des composants tels que l'inductance, le condensateur et la varistance doit être mesurée avec la méthode du thermocouple.

Dans le cas de filtres avec courant assigné > 36 A, la méthode du thermocouple doit être utilisée pour déterminer la température des composants tels que l'inductance, le condensateur et la varistance. La méthode de la résistance est facultative pour ces filtres.

En accord avec le fabricant, un filtre spécialement préparé et équipé de thermocouples peut être soumis à l'essai.

La température interne (T_2) à l'équilibre thermique doit être calculée à partir de la résistance mesurée (R_2) entre les bornes d'entrée et de sortie à la température T_2 et sa résistance mesurée (R_1) à la température de la chambre d'essai au début de l'essai (T_1) au moyen des formules:

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

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

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

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

La résistance R_2 est mesurée après désactivation de l'alimentation ou, sans interruption de l'alimentation, au moyen de la méthode de superposition qui consiste à injecter dans l'enroulement un courant continu de valeur basse superposé sur le courant de charge.

¹ Couvre le fonctionnement normal.

² Couvre le cas le plus défavorable: une phase déconnectée.

La température de la partie la plus chaude du boîtier doit également être mesurée, de préférence avec un thermocouple attaché.

En accord avec le fabricant, un filtre spécialement préparé et équipé de thermocouples peut être soumis à l'essai.

NOTE Étant donné que T_2 est prévue pour être la température interne lorsque le filtre est en fonctionnement dans une température ambiante de la température assignée T_1 , le facteur $(T_3 - T_1)$ est introduit pour corriger toute variation de température de la température ambiante qui peut se produire pendant le déroulement de l'essai.

4.19.2 Exigences

Les exigences sont identiques pour l'essai réalisé à la température maximale de catégorie et à la température assignée.

La température interne T_2 ne doit pas dépasser la température spécifiée dans la spécification particulière. La spécification particulière peut ne pas spécifier une température plus élevée que celle spécifiée dans l'IEC 60085 pour la classe d'isolement la plus basse contenue dans le filtre ou supérieure à la température maximale de catégorie de tout élément interne inductif, capacitif ou résistif.

La température de la partie la plus chaude du boîtier ne doit pas dépasser la température maximale de catégorie ou une température plus élevée lorsque cela est prescrit dans la spécification particulière.

NOTE Lorsqu'une température plus élevée est prescrite, cela a des implications pour la température à laquelle l'essai d'endurance est réalisé. Voir les 4.20.2 et 4.20.3.

4.20 Tension de choc

Cet essai doit être réalisé comme une séquence avec l'essai d'endurance décrit en 4.21.

4.20.1 Mesurages initiaux

Des mesurages initiaux ont été réalisés dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou de Tableau 4.

4.20.2 Conditions d'essai

Les filtres doivent être soumis à un essai de tension de choc excepté les filtres avec condensateurs de sous-classes X3 et Y3.

Chaque filtre individuel doit être soumis à 24 chocs au plus de la même polarité. Le temps entre les chocs ne doit pas être inférieur à 10 s. La valeur de crête de la tension de choc doit être comme cela est indiqué dans les Tableaux 1 et 2.

La durée du front t_r est définie comme:

$$t_r = (t_{90} - t_{30}) \times 1,67 \text{ conformément au 18.1.4 de l'IEC 60060-1.}$$

Pour la définition de la durée jusqu'à la mi-valeur t_d , voir le 18.1.6 de l'IEC 60060-1.

La forme d'onde est déterminée par les paramètres du circuit d'essai. Des informations détaillées relatives au circuit d'essai sont données à l'Annexe C.

Avant l'utilisation, le fonctionnement du circuit doit être contrôlé en utilisant des valeurs C_X de 0,01 μF et de 0,1 μF et des valeurs pour les autres éléments de circuit comme celles données dans le Tableau C.1. La durée du front t_r et la durée jusqu'à la mi-valeur t_d ne doivent pas s'écarter de plus de 0 % + 50 % des valeurs données dans le Tableau C.2. Il convient que les condensateurs C_X utilisés pour ce contrôle ne soient pas des condensateurs en céramique à forte permittivité.

Lorsque la forme d'onde issue du contrôle affiche une oscillation amortie, la valeur crête à crête de cette oscillation, U_{pp} , ne doit pas dépasser 10 % de la tension de choc de crête U_{CR} . (Voir la Figure 1).

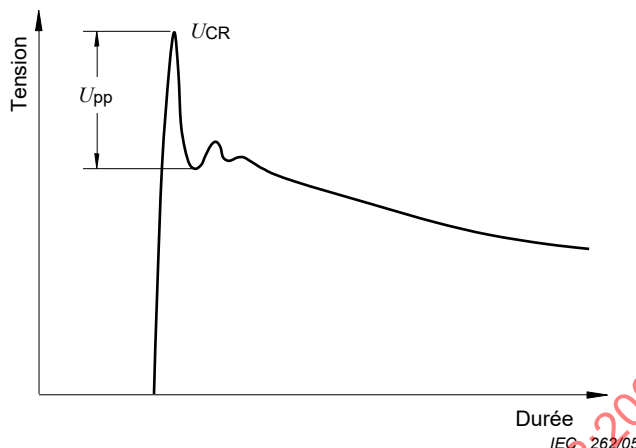


Figure 1 – Forme d'onde d'un choc

4.20.3 Exigences

Il ne doit y avoir aucun signe de claquage permanent ou rupture permanente.

Lorsque trois chocs successifs quelconques affichés sur l'oscilloscope présentent une forme d'onde qui indique qu'il n'y a pas eu de claquage ni de rupture aut cicatrisants dans le filtre, alors aucun autre choc ne doit être appliqué et le filtre doit être considéré comme conforme.

Lorsque les 24 impulsions ont été appliquées au filtre et au moins trois d'entre elles ont une forme d'onde qui indique qu'aucun claquage ni aucune rupture aut cicatrisants ne se sont produits, alors le filtre doit être considéré comme conforme, mais, lorsque moins de trois impulsions présentent la forme d'onde exigée, alors le filtre doit être considéré comme non conforme.

4.21 Endurance

L'essai d'endurance doit commencer dans un délai d'une semaine après la fin de l'essai de tension de choc.

Voir le 4.21 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.21.1 Conditions d'essai – essai de courant

Cet essai n'est pas applicable aux filtres dont le courant assigné est $> 0,5$ A. Voir les Tableaux 3 et 4, notes de bas de page 4, 5 et 6.

Cet essai est omis lorsqu'un essai d'endurance combiné tension/courant est réalisé conformément au 4.21.4.

Les filtres doivent être montés dans la chambre d'essai au moyen de dispositifs à radiateur tels que ceux spécifiés dans la spécification particulière comme appropriés pour une utilisation normale au courant et à la température spécifiés dans l'essai.

Après stabilisation de la chambre à la température d'essai, le courant d'essai doit être conduit à travers les filtres. La fréquence du courant d'essai doit être de 50 Hz ou 60 Hz à moins que la spécification particulière ne spécifie que la fréquence assignée doit être utilisée. Lorsque la spécification particulière spécifie un courant de valeur non nulle à la température maximale de catégorie, alors la moitié de l'échantillon doit être soumise à l'essai à 1,1 fois ce courant à la température maximale de catégorie et l'autre moitié à 1,1 fois le courant assigné à la température assignée; sinon, l'échantillon complet doit être soumis à l'essai à 1,1 fois le courant assigné à la température assignée.

NOTE Un fusible ou tout autre dispositif approprié peut être branché dans le circuit de chaque filtre pour indiquer si une défaillance se produit.

Après 1 000 h, il faut laisser aux filtres un temps de reprise de 1 h à 26 h. Ils doivent alors satisfaire aux exigences du 4.21.5.

4.21.2 Conditions d'essai – essai de tension, sorties/boîtier

Cet essai n'est pas applicable lorsque le boîtier du filtre est composé d'un matériau non conducteur ou lorsqu'une des sorties de ligne peut être considérée comme faisant partie du boîtier.

Les filtres doivent être soumis à un essai d'endurance de 1 000 h à la température maximale de catégorie, à moins qu'une température plus élevée ait été spécifiée en 4.19.2, quand l'essai d'endurance doit être effectué à cette température plus élevée. La tension appliquée doit être $1,7 U_R$ à 50 Hz ou 60 Hz, sauf qu'une fois par heure, la tension doit être augmentée à 1 000 V en valeur efficace de 50 Hz ou 60 Hz pendant 0,1 s. Chacune de ces tensions doit être appliquée individuellement à chaque filtre entre les bornes de lignes reliées entre elles et le boîtier et la borne de terre reliés entre eux par une résistance de $47 \Omega \pm 5 \%$. Le circuit est présenté à l'Annexe D.

Il convient de concevoir le circuit d'essai de sorte que les tensions transitoires et les surintensités sont évitées pendant la commutation. Il est possible d'obtenir ceci en déchargeant la capacité du filtre avant de commuter vers la nouvelle tension à condition que le temps total nécessaire pour passer à 1 000 V et revenir ne dépasse pas 30 s.

NOTE Un fusible ou tout autre dispositif approprié peut être branché dans le circuit de chaque filtre pour indiquer si une défaillance se produit.

Après 1 000 h, il faut laisser aux filtres un temps de reprise de 1 h à 26 h. Ils doivent alors satisfaire aux exigences du 4.21.5.

4.21.3 Conditions d'essai – essai de tension entre sorties

Cet essai est omis lorsqu'un essai d'endurance combiné tension/courant est réalisé conformément au 4.21.4. Les filtres doivent être soumis à un essai d'endurance de 1 000 h à la température maximale de catégorie, à moins qu'une température plus élevée ait été spécifiée en 4.19.2, quand l'essai d'endurance doit être effectué à cette température plus élevée. La tension appliquée doit être $1,25 U_R$ à la fréquence assignée, excepté qu'une fois par heure, la tension doit être augmentée à 1 000 V en valeur efficace de 50 Hz ou 60 Hz (ou la fréquence assignée lorsque cela est spécifié dans la spécification particulière) pendant 0,1 s. Chacune de ces tensions doit être appliquée individuellement à chaque filtre entre les bornes conçues pour être reliées au secteur par une résistance de $47 \Omega \pm 5 \%$. Pour les fréquences de tension d'essai au-dessus de 100 Hz, une résistance de valeur inférieure à 47Ω peut être prescrite par la spécification particulière. Le circuit est présenté à l'Annexe D.

Il convient de concevoir le circuit d'essai de sorte que les tensions transitoires et les surintensités soient évitées pendant la commutation. Il est possible d'obtenir ceci en déchargeant la capacité du filtre avant de commuter vers la nouvelle tension à condition que le temps total nécessaire pour passer à 1 000 V et revenir ne dépasse pas 30 s.

NOTE Un fusible ou tout autre dispositif approprié peut être branché dans le circuit de chaque filtre pour indiquer si une défaillance se produit.

Après 1 000 h, il faut laisser aux filtres un temps de reprise de 1 h à 26 h. Ils doivent alors satisfaire aux exigences du 4.21.5.

4.21.4 Conditions d'essai – essais combinés tension/courant

Pour certains types de filtres, tels que les filtres de traversée coaxiaux, il est possible sans difficulté d'appliquer à la fois la tension et le courant d'essai au filtre simultanément. Le circuit doit être disposé de sorte que le courant soit appliqué en continu pendant la commutation de tension décrite à l'Annexe D. Lorsqu'il est prescrit dans la spécification particulière, un essai combiné d'endurance de 1 000 h peut être réalisé à la place des essais du 4.21.1 et du 4.21.3 en utilisant le nombre d'échantillons approprié pour l'essai du 4.21.3. Les filtres doivent être montés comme en 4.21.1. La moitié de l'échantillon doit être soumise à l'essai à la température assignée, avec 1,1 fois le courant assigné; l'autre moitié doit être soumise à l'essai à la température maximale de catégorie, avec 1,1 fois le courant spécifié à la température maximale de catégorie (dont le courant peut être nul). Pour les deux moitiés de l'échantillon, une tension doit également être appliquée comme cela est prescrit en 4.21.3 lorsqu'un condensateur de Classe X est soumis à l'essai ou comme en 4.21.2 lorsqu'un condensateur de Classe Y est soumis à l'essai.

NOTE Un fusible ou tout autre dispositif approprié peut être branché dans le circuit de chaque filtre pour indiquer si une défaillance se produit.

Après 1 000 h, il faut laisser aux filtres un temps de reprise de 1 h à 26 h. Ils doivent alors satisfaire aux exigences du 4.21.5.

4.21.5 Inspection, mesurages et exigences finaux

Les filtres doivent être inspectés visuellement conformément au 4.2. Il ne doit pas y avoir de dommage visible et tout marquage doit être lisible.

L'essai de tension de tenue conformément au 4.4 doit être effectué avec 66 % de la tension comme cela est spécifié dans le Tableau 9. Il ne doit y avoir aucun signe de claquage permanent ou rupture permanente.

La résistance d'isolement doit être mesurée conformément au 4.5. La valeur doit dépasser 50 % de la limite applicable indiquée dans le Tableau 10.

La résistance de ligne continue ou la chute de tension doivent être mesurées conformément au 4.6. La valeur doit se situer dans la limite initiale prescrite dans la spécification particulière.

Dans les 72 h qui suivent, la perte d'insertion doit être mesurée conformément au 4.7 et doit satisfaire aux exigences prescrites en 4.7.

4.22 Charge et décharge

Afin de connecter le filtre comme condensateur, comme l'essai l'exige, chaque borne d'entrée d'alimentation doit être électriquement connectée à sa borne de sortie correspondante et les mesurages doivent être réalisés à travers les sorties d'alimentation.

Tableau 12 – Mesurages et exigences après la charge et la décharge

Inspection ou mesurage	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigence
Capacité	4.2.2 de l'IEC 60384-14:2023	La différence entre les capacités mesurées in fine et en 4.22.1 ne doit pas dépasser 10 %.
Tan δ pour $C \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$	4.22.1	L'augmentation de tan δ par rapport à celle mesurée en 4.22.1 ne doit pas dépasser 80×10^{-4} .
Tan δ pour $C > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$	4.22.1	L'augmentation de tan δ par rapport à celle mesurée en 4.22.1 ne doit pas dépasser 50×10^{-4} .
Résistance d'isolement	4.5	Plus grand que 50 % des limites applicables indiquées dans le Tableau 10.

Voir le 4.22 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

4.22.1 Mesurages initiaux

La capacité et la tangente δ doivent être mesurées.

4.22.2 Conditions d'essai

Les filtres doivent être soumis à 10 000 cycles de charge et de décharge à une cadence d'environ une opération par seconde.

Chaque cycle doit être constitué d'une charge et d'une décharge du filtre. Pour les filtres assignés pour courant alternatif, la tension d'essai doit être

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

Chaque filtre doit être chargé individuellement en appliquant la tension d'essai par une résistance dont la valeur est

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

ou la valeur exigée pour limiter le courant de charge à 1 A (ou à la valeur de courant plus élevée donnée dans la spécification particulière) selon la valeur de résistance la plus élevée. C est la capacité en farads mesurée en 4.22.1.

Chaque filtre doit être déchargé individuellement par une résistance d'une valeur telle que la vitesse de variation de tension (dU/dt) ne doit pas être inférieure à 100 V/ μs ou supérieure à 130 V/ μs .

Lorsqu'il est impossible d'obtenir une vitesse de décharge de 100 V/ μs en raison de résistance interne dans le filtre, celui-ci doit être déchargé par un court-circuit.

4.22.3 Mesurages et exigences finaux

Le filtre connecté comme un condensateur doit être mesuré et doit satisfaire aux exigences du Tableau 12.

4.23 Inflammabilité passive

Cet essai s'applique uniquement lorsque la spécification particulière le spécifie.

Voir le 4.23 de l'IEC 60939-1:2010.

Les mesurages initiaux et finaux doivent être prescrits dans la spécification particulière. Les exigences sont celles indiquées dans l'IEC 60939-1:2010 concernant la catégorie d'inflammabilité prescrite dans la spécification particulière.

4.24 Surcharge de courant

Cet essai s'applique uniquement lorsque la spécification particulière le spécifie.

Voir le 4.20 de l'IEC 60939-1:2010.

Les mesurages initiaux et finaux doivent être prescrits dans la spécification particulière.

4.25 Résistance du marquage au solvant

Cet essai s'applique uniquement lorsque la spécification particulière le spécifie.

Voir le 4.25 de l'IEC 60939-1:2010.

Les exigences sont celles du 4.25 de l'IEC 60939-1:2010.

4.26 Résistance des composants au solvant

Cet essai s'applique uniquement lorsque la spécification particulière le spécifie.

Voir le 4.26 de l'IEC 60939-1:2010.

Les mesurages initiaux et finaux doivent être prescrits dans la spécification particulière.

4.27 Inflammabilité active

Cet essai s'applique uniquement lorsque la spécification particulière le spécifie.

Voir le 4.24 de l'IEC 60939-1:2010.

Annexe A (normative)

Programme d'essai pour l'homologation – Niveau d'assurance D / DZ

Tableau A.1 – Programme d'essai pour l'homologation – Niveau d'assurance D / DZ

Numéro de paragraphe et essai ¹⁾	Conditions d'essai ¹⁾	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ¹⁾
Groupe 0	Non destructif	Voir Tableau 4	
4.3 Dimensions (calibrage)			Voir spécification particulière
4.3 Examen visuel			Aucun dommage visible Marquage lisible et comme cela est spécifié dans la spécification particulière
4.6 Résistance de ligne continue ou chute de tension			Voir spécification particulière
4.7 Perte d'insertion (aucune charge)			Selon les tolérances spécifiées
4.4 Tension de tenue	Voir spécification particulière pour la méthode		Ni claquage permanent ni rupture permanente
4.5 Résistance d'isolement	Voir spécification particulière pour la méthode		Comme dans le Tableau 10
4.8 Résistance de décharge ³⁾	Voir spécification particulière pour la méthode		Selon les tolérances spécifiées
Groupe 1A	Destructif	Voir Tableau 4	
4.3 Dimensions (détail)			Voir spécification particulière
4.3.2 Lignes de fuite et distances d'isolement			Voir Tableau 8
4.9 Robustesse des sorties	Sévérité: voir la spécification particulière		Aucun dommage visible
4.10 Résistance à la chaleur de brasage ³⁾	Pas de préséchage: voir la spécification particulière pour la méthode		
4.25 Résistance du marquage au solvant ²⁾			Le marquage doit rester lisible
4.10.2 Mesurages intermédiaires	Examen visuel Résistance de ligne continue ou chute de tension		Aucun dommage visible Comme dans le Groupe 0

Numéro de paragraphe et essai ¹⁾	Conditions d'essai ¹⁾	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ¹⁾
Groupe 1B	Destructif	Voir Tableau 4	
4.26 Résistance des composants au solvant ²⁾			Voir spécification particulière
4.12 Variation rapide de température	T_A = Température minimale de catégorie T_B = Température maximale de catégorie Cinq cycles Durée t = ...		
4.12.1 Inspection intermédiaire	Examen visuel		Aucun dommage visible
4.13 Vibrations	Pour la méthode de montage et la sévérité: se reporter à la spécification particulière		
4.13.2 Inspection intermédiaire	Examen visuel		Aucun dommage visible
4.14 Secousses ou 4.15 Chocs	Pour la méthode de montage et la sévérité: se reporter à la spécification particulière	Voir Tableau 4	
4.14.2 Mesurages intermédiaires ou	Examen visuel		Aucun dommage visible
4.15.2	Résistance de ligne continue ou chute de tension		Comme dans le Groupe 0
Groupe 1	Destructif	Voir Tableau 4	
4.16 Étanchéité des boîtiers ²⁾	L'essai Qc ou l'essai Qd comme cela est prescrit dans la spécification particulière		Pas de trace de fuite
4.17 Séquence climatique			
4.17.1 Mesurages initiaux	Mesurages effectués en 4.10.2, 4.14.2 ou 4.15.2 suivant le cas		
4.17.2 Chaleur sèche	Pas de mesurages		
4.17.3 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle			
4.17.4 Froid	Pas de mesurages		
4.17.5 Basse pression atmosphérique ²⁾	Spécifier la sévérité si elle n'est pas normalisée Voir 4.17.5 pour la tension appliquée		Aucun signe de claquage permanent, de rupture ou de déformation permanentes nuisibles du boîtier
4.17.6 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants	Reprise 18 h à 26 h		
4.17.7 Inspection et mesurages finaux	Examen visuel		Aucun dommage visible Marquage lisible
	Tension de tenue à 66 % de la valeur dans le Tableau 9 Résistance d'isolement		Ni claquage permanent ni rupture permanente > 50 % de la limite du Tableau 10
	Résistance de ligne continue ou chute de tension Perte d'insertion (aucune charge)		Comme dans le Groupe 0 Comme en 4.7

Numéro de paragraphe et essai ¹⁾	Conditions d'essai ¹⁾	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c) Voir Tableau 4	Exigences de performances ¹⁾
Groupe 2 4.18 Chaleur humide, essai continu 4.18.1 Conditions d'essai 4.18.2 Inspection et mesurages finaux	Destructif Spécifier si la tension appliquée est exigée. Si tel est le cas, U_R s'applique pour la moitié de l'échantillon, aucune tension appliquée pour l'autre moitié Reprise 18 h à 26 h Examen visuel Tension de tenue à 66 % de la valeur dans le Tableau 9 Résistance d'isolement Résistance de ligne continue ou chute de tension Perte d'insertion (aucune charge)		Aucun dommage visible Marquage lisible Ni claquage permanent ni rupture permanente $\geq 3,5 \text{ M}\Omega$ Comme dans le Groupe 0 Comme en 4.7
Groupe 3A 4.19 Échauffement ou 4.21.1 Endurance, courant	Destructif Pour les filtres avec un courant assigné $> 0,5 \text{ A}$ Pour les filtres avec un courant assigné $\leq 0,5 \text{ A}$ Durée: 1 000 h Courant et température: voir en 4.21.1	Voir Tableau 4	
Groupe 3B 4.20 Tension de choc 4.21.2 Tension d'endurance, sorties de ligne vers boîtier ³⁾	Destructif 3 impulsions, onde complète Tension de crête: voir les Tableaux 1 et 2 Durée: 1 000 h Tension et température: voir en 4.21.2	Voir Tableau 4	Voir en 4.20.3
Groupe 3C 4.20 Tension de choc 4.21.3 Tension d'endurance entre sorties de ligne ou 4.21.4 Endurance, tension/courant combinés ²⁾	Destructif 3 impulsions, onde complète Tension de crête: voir les Tableaux 1 et 2 Durée: 1 000 h Tension et température: voir en 4.20.3 Durée: 1 000 h Tension, température et courant: voir en 4.21.4	Voir Tableau 4	Voir en 4.20.3

Numéro de paragraphe et essai ¹⁾	Conditions d'essai ¹⁾	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c) Voir Tableau 4	Exigences de performances ¹⁾
Groupe 3 4.21.5 Inspection et mesurages finaux pour toutes les endurances	Reprise 18 h à 26 h Examen visuel Tension de tenue à 66 % de la valeur dans le Tableau 9 Résistance d'isolement Résistance de ligne continue ou chute de tension Perte d'insertion (aucune charge)		Aucun dommage visible Ni claquage permanent ni rupture permanente > 50 % de la limite du Tableau 10 Comme dans le Groupe 0 Comme en 4.7
Groupe 4 4.22 Charge et décharge 4.22.1 Mesurages initiaux 4.22.3 Mesurages finaux	Destructif Seulement pour les filtres qui contiennent des condensateurs en film métallisé et/ou papier métallisé. Capacité à 1 kHz Tan δ à 10 kHz pour $C_R \leq 1 \mu F$ 1 kHz pour $C_R > 1 \mu F$ Capacité Tan δ à la même fréquence que le mesurage initial Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Enregistré pour référence Enregistré pour référence Voir Tableau 12 Voir Tableau 12 Voir Tableau 12
Groupe 5 4.7 Perte d'insertion (charge/température) ²⁾	Non destructif Voir spécification particulière concernant la méthode, la température et le courant de charge	Voir Tableau 4	Voir spécification particulière
Groupe 6 4.24 Surcharge de courant ²⁾	Destructif Montage comme cela est spécifié dans la spécification particulière	Voir Tableau 4	Voir spécification particulière
Groupe 7 4.23 Inflammabilité passive ²⁾	Destructif	Voir Tableau 4	Selon la catégorie spécifiée dans la spécification particulière
Groupe 8 4.11 Brasabilité ³⁾	Destructif Spécifier le vieillissement si nul ou différent de 4 h, chaleur sèche à 155 °C. Pour la méthode, voir la spécification particulière	Voir Tableau 4	Méthodes 1 et 2: bon étamage Méthode 3: < 3 s
Groupe 9 4.27 Inflammabilité active ²⁾	Destructif	Voir Tableau 4	Voir spécification particulière

1) Les numéros de paragraphes relatifs aux essais et aux exigences de performances se rapportent à l'Article 4 de cette spécification intermédiaire.

2) Si cela est exigé dans la spécification particulière.

3) Le cas échéant.

Voir la Note 11 du Tableau 7 relative à l'applicabilité des Groupes 3B et 3C.

Annexe B (normative)

Programme d'essai pour les exigences de sécurité uniquement

Tableau B.1 – Programme d'essai pour les exigences de sécurité uniquement

Numéro de paragraphe et essai ¹⁾	Conditions d'essai ¹⁾	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ¹⁾
Groupe 0	Non destructif	Voir Tableau 3	
4.3 Examen visuel			Aucun dommage visible Marquage lisible et comme cela est spécifié dans la spécification particulière
4.6 Résistance de ligne continue ou chute de tension			Voir spécification particulière
4.7 Perte d'insertion (aucune charge)			Selon les tolérances spécifiées
4.4 Tension de tenue	Voir spécification particulière pour la méthode		Ni claquage permanent ni rupture permanente
4.5 Résistance d'isolement	Voir spécification particulière pour la méthode		Comme dans le Tableau 10
4.8 Résistance de décharge ³⁾	Voir spécification particulière pour la méthode		Dans les tolérances spécifiées
Groupe 1A	Destructif	Voir Tableau 3	
4.3.2 Lignes de fuite et distances d'isolement			Voir Tableau 8
4.9 Robustesse des sorties	Sévérité: voir la spécification particulière		Aucun dommage visible
4.10 Résistance à la chaleur de brasage ³⁾	Pas de préséchage Voir la spécification particulière pour la méthode		
4.25 Résistance du marquage au solvant ²⁾	Reprise: 1 h à 26 h		Le marquage doit rester lisible
4.17.7 Inspection et mesurages finaux	Examen visuel Tension de tenue à 66 % de la valeur dans le Tableau 9 Résistance d'isolement Résistance de ligne continue ou chute de tension		Aucun dommage visible Marquage lisible Ni claquage permanent ni rupture permanente > 50 % de la limite du Tableau 10 Comme dans le Groupe 0

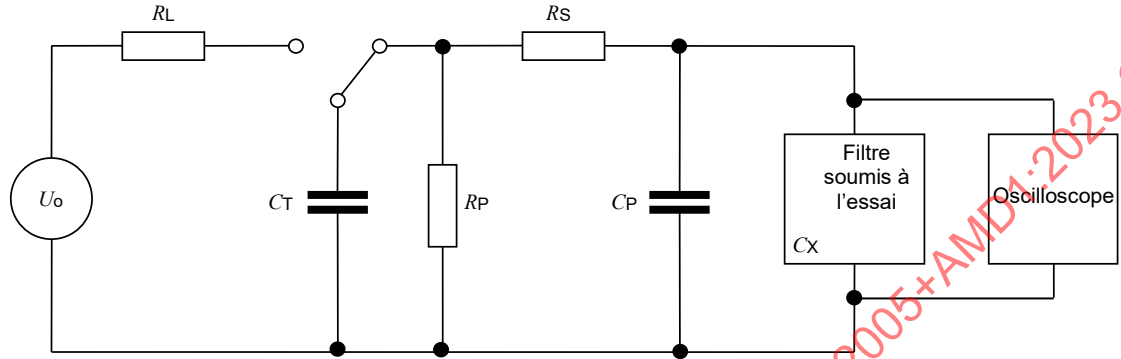
Numéro de paragraphe et essai ¹⁾	Conditions d'essai ¹⁾	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ¹⁾
Groupe 2 4.18 Chaleur humide, essai continu 4.18.1 Conditions d'essai 4.18.2 Inspection finale	Destructif Spécifier si la tension appliquée est exigée. Si tel est le cas, U_R s'applique pour la moitié de l'échantillon, aucune tension appliquée pour l'autre moitié Reprise 18 h à 26 h Examen visuel Tension de tenue à 66 % de la valeur dans le Tableau 9 Résistance d'isolement Résistance en courant continu et chute de tension Perte d'insertion (aucune charge)	Voir Tableau 3	Aucun dommage visible Marquage lisible Ni claquage permanent ni rupture permanente $\geq 3,5 \text{ M}\Omega$ Comme dans le Groupe 0 Comme en 4.7
Groupe 3A 4.19 Échauffement ou 4.21.1 Endurance, courant	Destructif Pour les filtres avec courant assigné $> 0,5 \text{ A}$ Pour les filtres avec courant assigné $\leq 0,5 \text{ A}$ Durée: 1 000 h Courant et température: voir en 4.21.1	Voir Tableau 3	
Groupe 3B 4.20 Tension de choc 4.21.2 Endurance, tension, sorties de ligne vers boîtier ³⁾	Destructif 3 impulsions, onde complète Tension de crête: voir les Tableaux 1 et 2 Durée: 1 000 h Tension et température: voir en 4.21.2	Voir Tableau 3	Voir en 4.20.3
Groupe 3C 4.20 Tension de choc 4.21.3 Endurance, tension, entre les sorties de lignes ou 4.21.4 Endurance, tension/courant combinés ²⁾	Destructif 3 impulsions, onde complète Tension de crête: voir les Tableaux 1 et 2 Durée: 1 000 h Tension et température: voir en 4.21.3 Durée: 1 000 h Tension, température et courant: voir en 4.21.4	Voir Tableau 3	Voir en 4.20.3

Numéro de paragraphe et essai ¹⁾	Conditions d'essai ¹⁾	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ¹⁾
Groupe 3 4.21.5 Inspection et mesurages finaux pour tous les essais d'endurance	Reprise: 1 h à 26 h Examen visuel Tension de tenue à 66 % de la valeur dans le Tableau 9 Résistance d'isolement Résistance de ligne continue ou chute de tension Perte d'insertion (aucune charge)	Voir Tableau 3	Aucun dommage visible Ni claquage permanent ni rupture permanente > 50 % de la limite du Tableau 10 Comme dans le Groupe 0 Comme en 4.7
Groupe 7 4.23 Inflammabilité passive ²⁾	Destructif Si cela est prescrit dans la spécification particulière	Voir Tableau 3	Voir en 4.23
Groupe 9 4.27 Inflammabilité active ²⁾	Destructif Si cela est prescrit dans la spécification particulière	Voir Tableau 3	Voir en 4.27
¹⁾ Les numéros de paragraphes relatifs aux essais et aux exigences de performances se rapportent à l'Article 4 de cette spécification intermédiaire. ²⁾ Si cela est exigé dans la spécification particulière. ³⁾ Le cas échéant. Voir la Note 11 du Tableau 7 relative à l'applicabilité des Groupes 3B et 3C.			

Annexe C (normative)

Circuit pour l'essai de tension de choc

L'essai spécifié en 4.20 doit être effectué en utilisant le circuit de la Figure C.1.



IEC 263/05

- C_T condensateur de charge (ou réservoir)
 C_P condensateur parallèle
 C_X capacité du filtre soumis à l'essai, mesurée à 1 kHz à travers les bornes vers lesquelles les chocs doivent être appliqués, toutes les autres bornes étant déconnectées
 R_L résistance de charge
 R_S résistance série ou résistance de charge
 R_P résistance parallèle ou résistance de décharge
 U_0 source de tension continue

Figure C.1 – Circuit d'essai de tension de choc

Tableau C.1 – Valeurs de 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

Avant l'utilisation, le fonctionnement du circuit doit être contrôlé au moyen de condensateurs d'essai de valeurs C_X de 0,01 μF ou 0,1 μF avec une tolérance de ±2 % et des valeurs correspondantes pour les éléments de l'autre circuit, comme cela est indiqué dans le Tableau C.1. La durée du front t_r et la durée jusqu'à la mi-valeur t_d doivent être telles qu'elles sont indiquées dans le Tableau C.2.

Tableau C.2 – Valeurs et tolérances de 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 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

Annexe D (normative)

Circuit pour l'essai d'endurance

L'essai spécifié en 4.22.2 et 4.22.3 doit être effectué au moyen du circuit représenté à la Figure D.1.

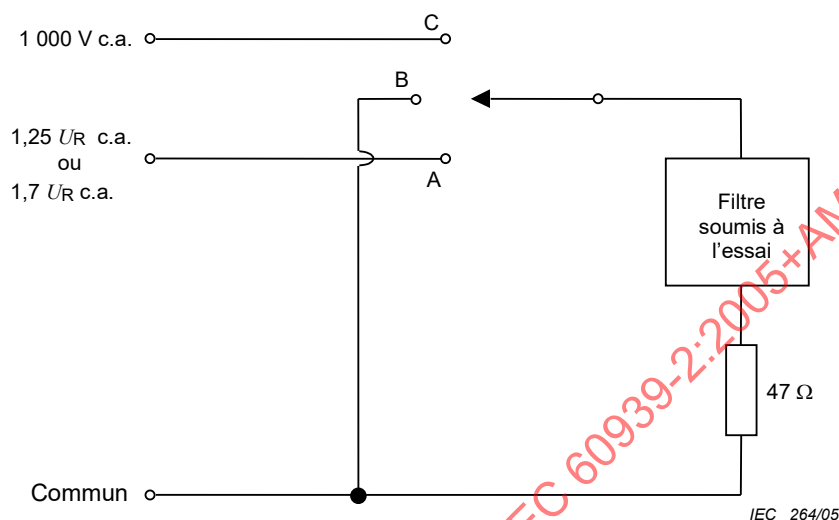


Figure D.1 – Circuit d'essai d'endurance

La partie du circuit pour décharger le filtre peut être omise lorsque la commutation entre les deux alimentations est arrangée pour se produire au point de tension nulle sur l'onde sinusoïdale.

Quand le circuit de décharge est utilisé, la commutation doit être arrangée dans la séquence suivante chaque fois que les 1 000 V sont appliqués:

- commutation de la position A à la position B. Le temps nécessaire pour commuter et rester en position B est t_1 ;
- commutation de la position B à la position C. Le temps nécessaire pour commuter et rester en position C est t_2 .
La durée à la position C est 0,1 s;
- commutation de la position C à la position B. Le temps nécessaire pour commuter et rester en position B est t_3 ;
- Commutation de la position B à la position A. La durée de commutation est t_4 .

Pour tout condensateur en essai, la condition suivante doit être satisfaite:

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

Annexe E (normative)

Déclaration de conception

(confidentielle au fabricant et à l'organisme de certification)

Le but de cette description est d'enregistrer les données essentielles et la conception de base des filtres à approuver. Le formulaire complété doit être soumis à l'organisme de certification approprié avant de procéder aux essais d'approbation; sa distribution aux autres parties est laissée à la discrétion du fabricant.

Les modifications de conception déclarée sont permises uniquement après en avoir informé par écrit l'organisme de certification.

Dans ce cas, l'organisme de certification et le fabricant doivent s'accorder sur les mesures nécessaires à prendre.

Numéro d'enregistrement:
(attribué par l'organisme de certification)

- 1 Demandeur:
- 2 Fabricant:
- 3 Site de fabrication:
- 4 Désignation du modèle:
- 5 Schéma de circuit:
- 6 Identification des composants intégrés:
 - 6.1 Condensateur(s):
 - 6.2 Bobine(s):
 - 6.3 Résistance(s) de décharge:
- 7 Identification des matériaux:
 - 7.1 Boîtier:
 - 7.2 Couvercle:
 - 7.3 Remplissage: ...
- 8 Précisions concernant la construction:

Lieu

Date

Nom

Signature

Bibliographie

IEC 60384-9, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 9: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en céramique, Classe 2*

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60938-1:2021, *Inductances fixes d'antiparasitage – Partie 1: Spécification générique*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

FINAL VERSION**VERSION FINALE**

**Passive filter units for electromagnetic interference suppression –
Part 2: Sectional specification – Passive filter units for which safety tests are
appropriate – Test methods and general requirements**

**Filtres passifs d'antiparasitage –
Partie 2: Spécification intermédiaire – Filtres passifs pour lesquels des essais de
sécurité sont appropriés – Méthodes d'essai et exigences générales**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 General	6
1.1 Scope.....	6
1.2 Normative references	6
1.3 Information to be given in a detail specification	7
1.4 Terms and definitions	8
1.5 Marking	9
2 Preferred ratings and characteristics	10
2.1 Preferred characteristics	10
2.2 Preferred values of ratings	10
3 Quality assessment procedures	11
3.1 Primary stage of manufacture	11
3.2 Structurally similar filters	11
3.3 Certified records of released lots	11
3.4 Approval testing	11
3.5 Quality conformance inspection	13
4 Test and measurement procedures.....	18
4.1 Earth inductors incorporated in filters	18
4.2 Capacitance and tan δ measurements	18
4.3 Visual examination and check of dimensions	18
4.4 Voltage proof.....	19
4.5 Insulation resistance	20
4.6 DC line resistance or voltage drop at rated current	21
4.7 Insertion loss	21
4.8 Discharge resistance	22
4.9 Robustness of terminations	22
4.10 Resistance to soldering heat	22
4.11 Solderability	23
4.12 Rapid change of temperature	23
4.13 Vibration.....	23
4.14 Bump	23
4.15 Shock	24
4.16 Container sealing	25
4.17 Climatic sequence	25
4.18 Damp heat, steady state.....	26
4.19 Temperature rise	27
4.20 Impulse voltage	28
4.21 Endurance	29
4.22 Charge and discharge	31
4.23 Passive flammability.....	32
4.24 Current overload	32
4.25 Solvent resistance of the marking	32
4.26 Component solvent resistance.....	33
4.27 Active flammability	33
Annex A (normative) Test schedule for qualification approval – Assessment level D / DZ	34
Annex B (normative) Test schedule for safety requirements only	38

Annex C (normative) Circuit for the impulse voltage test	40
Annex D (normative) Circuit for the endurance test	42
Annex E (normative) Declaration of design	43
Bibliography	44
Figure 1 – Impulse wave form	29
Figure C.1 – Impulse voltage test circuit	40
Figure D.1 – Endurance test circuit	42
Table 1 – Classification of class X capacitors	8
Table 2 – Classification of class Y capacitors	9
Table 3 – Tests concerning safety requirements only	14
Table 4 – Sampling plan – Safety and performance tests qualification approval – Assessment level D / DZ	15
Table 5 – Lot-by-lot-tests – Assessment level D / DZ	16
Table 6 – Lot-by-lot test – Safety tests only approval	16
Table 7 – Periodic tests – Assessment level D / DZ	17
Table 13 – Minimum copper cross-sectional area of earth inductor's winding	18
Table 8 – Creepage distances and clearances	19
Table 9 – Voltage proof	20
Table 10 – Insulation resistance	21
Table 11 – Preferred severities	24
Table 12 – Measurements and requirements after charge and discharge	31
Table A.1 – Test schedule for qualification approval – Assessment level D / DZ	34
Table B.1 – Test schedule for safety requirements only	38
Table C.1 – Values of C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	40
Table C.2 – Values and tolerances of C_X , t_r , t_d	41

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PASSIVE FILTER UNITS FOR ELECTROMAGNETIC
INTERFERENCE SUPPRESSION –****Part 2: Sectional specification –
Passive filter units for which safety tests are appropriate –
Test methods and general requirements**

FOREWORD

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

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 60939-2 edition 2.1 contains the second edition (2005-02) [documents 40/1510/FDIS and 40/1537/RVD], its corrigendum (2005-11) and its amendment 1 (2023-08) [documents 40/3059/FDIS and 40/3072/RVD].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 60939-2 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This second edition constitutes a technical revision.

The major changes that have been made between the first and the second edition are :

- Capacitance and $\tan \delta$ measurements, d.c. line resistance or voltage drop at rated current, impulse voltage, passive flammability, current overload, solvent resistance of marking, component solvent resistance and active flammability have been added to Clause 4, test and measurement procedures.

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

IEC 60939 consists of the following parts, under the general title *Passive filter units for electromagnetic interference suppression*

- Part 1: Generic specification
- Part 2: Sectional specification: Test methods and general requirements
- Part 2-1: Blank detail specification – Passive filter units for electromagnetic interference suppression – Filters for which safety tests are required (Assessment level D / DZ)
- Part 2-2: Blank detail specification – Passive filter units for electromagnetic interference suppression – Filters for which safety tests are required (Safety tests only)

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

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

PASSIVE FILTER UNITS FOR ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SUPPRESSION –

Part 2: Sectional specification – Passive filter units for which safety tests are appropriate – Test methods and general requirements

1 General

1.1 Scope

This Sectional specification applies to passive filter units for electromagnetic interference suppression which fall within the scope of the Generic Specification IEC 60939-1:2010.

The scope of this Sectional specification is restricted to passive filter units for which safety tests are appropriate. This implies that filters specified according to this Sectional 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 Sectional specification applies to passive filter units which will be connected to an a.c. mains or other supply with a nominal voltage not exceeding 1 000 V a.c., with a nominal frequency not exceeding 400 Hz, or 1 000 V d.c.

1.2 Normative references

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

NOTE Components other than inductors and capacitors in the filter unit should fulfil requirements in the relevant IEC Standard.

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

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

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

IEC 60085, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60335-1:2020, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60384-14:2023, *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 (all parts), *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

IEC 60939-1:2010, *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 radio interference suppression*

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

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 the generic, sectional or blank detail specification. When more severe requirements are included, they shall be listed in 1.9 of the detail specification, and indicated in the test schedules, for example by an asterisk.

NOTE The information given in 1.3.2 may, for convenience, be presented in tabular form.

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

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 1.8 "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 1.1 of the detail specification are used.

1.3.4 Ratings and characteristics

1.3.4.1 General

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

1.3.4.2 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 Sectional specification, the terms and definitions given in 2.2 of IEC 60939-1:2010, as well as the following apply.

1.4.1

a.c. mains filter (or mains filter)

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

1.4.2

class X capacitor

capacitor 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.

Class X capacitors are divided into three 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 pulse voltage in service	IEC 60664 insulation category	Application	Peak impulse voltage U_p applied before endurance test
X1	> 2,5 kV ≤ 4,0 kV	III	High pulse application	when $C_R \leq 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = 4,0 \text{ kV}$ when $C_R > 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = \frac{4}{\sqrt{C_R \times 10^6}} \text{ kV}$
X2	≤ 2,5 kV	II	General purpose	when $C_R \leq 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = 2,5 \text{ kV}$ when $C_R > 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = \frac{2,5}{\sqrt{C_R \times 10^6}} \text{ kV}$
X3	≤ 1,2 kV	-	General purpose	none

1.4.3

class Y capacitor

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

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

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	8,0 kV	
Y2	Basic insulation or supplementary insulation	≥ 150 V ≤ 500 V	$C_N \leq 1,0 \mu\text{F}$	$C_N > 1,0 \mu\text{F}$
			5 kV	$U_P = \frac{5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
Y4	Basic insulation or supplementary insulation	< 150 V	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 $1,0 \mu\text{F}$ maintains $0,5 \times C_N U_P^2$ 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.				

One Y1-capacitor may bridge double insulation or reinforced insulation.

The enclosure of a Y1-capacitor shall not contain other components.

Assemblies, like Delta by-pass or T-connected by-pass capacitors, may be constructed from Y-capacitors and X-capacitors provided these capacitors fulfil the requirements for the relevant X and Y subclasses.

One Y-capacitor may bridge basic insulation. One Y-capacitor may bridge supplementary insulation. If combined basic and supplementary insulations are bridged by two or more Y2- or Y4-capacitors in series, they shall have the same class and sub-class, the same rated voltage, and the same nominal capacitance value.

1.4.4 earth inductor

inductor that forms part of the earth lead of a filter

1.5 Marking

1.5.1 See 2.4 of IEC 60939-1:2010 with the following 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:

- manufacturer's name or trademark;
- manufacturer's type designation or the type designation given in the detail specification;
- recognised approval mark;
- rated voltage and rated frequency;
- identification of terminations and/or circuit diagram;
- rated current;
- rated temperature;
- 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) reference to the detail specification.

1.5.2 The filter shall be clearly marked with the information in 1.5.1 a), b), c), d) and f), and also e) if this is not implied by b).

1.5.3 The package containing the filter(s) shall be clearly marked with all the information listed in 1.5.1.

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

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

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.

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.

For guidance on the application of the categories described above, see IEC 60940.

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Rated voltage (U_R)

The preferred values of rated voltage are:

115 V, 125 V, 250 V, 400 V, 440 V, 500 V and 760 V.

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.

NOTE X-capacitors can be used in a star connect.

2.2.2 Category voltage (U_C)

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

2.2.3 Rated temperature

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

2.2.4 Passive flammability

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

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

See 3.2 of IEC 60939-1:2010.

3.2 Structurally similar filters

See 3.4 of IEC 60939-1:2010.

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.

3.3 Certified records of released lots

The information required in 3.5.1 of IEC 60939-1:2010 shall be made available when prescribed in the detail specification and when requested by a customer. After the endurance test, the parameters for which variables information is required are insertion loss change and insulation resistance.

3.4 Approval testing

3.4.1 Safety tests only approval

Table 3 and Annex B form a schedule 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 3.4 of IEC 60939-1:2010 as given in 3.4.3 and Table 3 of this Sectional 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.

3.4.2 Qualification approval

Tables 4, 5, 6 and 7 are to be used when qualification approval is sought.

The procedures for qualification approval testing are given in 3.5 of IEC 60939-1:2010. The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic tests is given in 3.5 and Tables 5, 6 and 7 of this Sectional specification. The procedure using a fixed sample size schedule is given in 3.4.3 and Table 4. For the two procedures, the sample sizes and the number of non-conforming items shall be of comparable order. The test

conditions and requirements shall be the same. Qualification approval according to the fixed sample sizes of Table 4 is preferred.

3.4.3 Sampling

Filter types to be qualified together shall have the same rated voltage, and combination of component technologies; in addition, the corresponding capacitive elements shall be of the same subclass. The numbers of filters required for each qualification in each group are given in Tables 3 and 4.

For each 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 Tables 3 and 4 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 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 Note 8 to Tables 7 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 7 and 8.

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

Table 3 or 4 gives the number of specimens to be tested in each group together with the permissible number of non-conforming for qualification approval tests.

3.4.4 Tests

Before submission to qualification approval testing, an appropriate 100 % voltage proof test between terminations according to Table 9 shall be made. The details of this test are the prerogative of the manufacturer, but the time shall not be less than 1 s. If a d.c. test voltage is used instead of a.c. for filters containing class Y capacitors and the time is less than 2 s, it shall not be less than 1,8 times the a.c. test voltage in Table 9. All non-conforming items shall be removed from the lot prior to qualification approval testing.

One or more of the complete series of tests indicated in Table 3 or Table 4 may be required for the approval of filters covered by one 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 7 and 8 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.

NOTE Table 3 and Annex B or Table 4 and Annex A form the fixed sample size test schedule, where Table 3 or Table 4 includes the details for the sampling and permissible defectives for the different tests or groups of tests, whereas Annex A and Annex B together with the details of test contained in Clause 4 give a complete summary of the test conditions and performance requirements and indicate 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.

3.5 Quality conformance inspection

3.5.1 General

Before submission to the quality conformance inspection an appropriate 100 % voltage proof test between terminations according to Table 9 shall be made. The details of this test are the prerogative of the manufacturer, but the time shall not be less than 1 s. If a d.c. test voltage is used instead of a.c. for filters containing class Y capacitors and the time is less than 2 s, it shall not be less than 1,8 times the a.c. test voltage in Table 9. All non-conforming items shall be removed from the lot prior to lot-by-lot testing.

3.5.2 Formation of inspection lots

a) Groups A and B inspection

These tests shall be carried out on a lot-by-lot basis using sampling plans appropriate to the given assessment level specified in Table 5 and Table 6.

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

b) Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

Qualification approval:

These tests shall be carried out on the number of specimens appropriate to the given assessment level specified in Table 7. In order to reduce the number of specimens required to carry out any single complete periodic test, the manufacturer may elect to have the tests of more than one group carried out sequentially on the same specimens. The specimens shall be representative of the filters manufactured during each period. In subsequent periods, other filters in the approved range in production shall be tested with the aim of covering the whole range of the approval.

Safety tests only approval:

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.

3.5.3 Test schedule

Qualification approval:

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in Table 4a and 4b of IEC 60939-2-1.

Safety tests only approval:

The schedule for the lot-by-lot tests and criteria for requalification are given in Annex A and Annex B of IEC 60939-2-2.

3.5.4 Delayed delivery

When according to the procedures in 3.10 of IEC 60939-1:2010, re-inspection has to be made, insulation resistance shall be checked as specified in Group A inspection and solderability shall be checked according to Group B inspection.

Table 3 – Tests concerning safety requirements only

Group	Subclauses and test	Number of specimens tested per qualification ⁴⁾	Number of permissible non-conforming items per qualification	
			Per group ⁸⁾	Total
0	4.3 Visual examinations	20/10/5	1/1/0	
	4.6 DC line resistance			
	4.7 Insertion loss (no load)			
	4.4 Voltage proof			
	4.5 Insulation resistance	5/3/2		
	4.8 Discharge resistance ¹⁾			
	Spares			
1A	4.3.2 Creepage distances and clearances	4/2/1	0	0
	4.9 Robustness of terminations			
	4.10 Resistance to soldering heat ¹⁾			
	4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾			
2	4.18 Damp heat, steady state	4/2/1	0	0
3A	4.19 Temperature rise or ⁵⁾	4/2/1	0	0
	4.21.1 Endurance current ⁶⁾ ⁷⁾			
3B	4.20 Impulse voltage ¹⁰⁾ ¹¹⁾	4/2/1	0	0
	4.21.2 Endurance – voltage line terminations/case ¹⁾			
3C	4.20 Impulse voltage ¹⁰⁾ ¹¹⁾	4/2/1	0	0
	4.21.3 Endurance voltage between line terminations ⁷⁾			
7	4.23 Passive flammability ²⁾	see 4.23	0	0
9	4.27 Active flammability ²⁾	see 4.27	0	0

Footnotes: see end of Table 7.

Group	Subclauses and tests		Number of specimens tested per qualification ⁴⁾	Number of permissible non-conforming items per qualification ⁴⁾			
				Per group ⁸⁾		Total	
				D	DZ	D	DZ
0	4.3 Dimensions (gauging) 4.3 Visual examination 4.6 DC line resistance or voltage drop 4.7 Insertion loss (no load) 4.4 Voltage proof 4.5 Insulation resistance 4.8 Discharge resistance ¹⁾ Spares	36/16/9 8/3/2		2/1/1	0		
1A	4.3 Dimensions (detail) 4.3.2 Creepage distances and clearances 4.9 Robustness of terminations 4.10 Resistance to soldering heat ¹⁾ 4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾	4/1/1		0	0		
1B	4.26 Component solvent resistance ²⁾ 4.12 Rapid change of temperature 4.13 Vibration 4.14 Bump or ³⁾ 4.15 Shock	4/1/1		1/0/0	0		
1	4.16 Container sealing ²⁾ 4.17 Climatic sequence	8/2/2		1/0/0	0	1/0/0	0
2	4.18 Damp heat, steady state	4/2/1		0	0		
3A	4.19 Temperature rise or ⁵⁾ 4.21.1 Endurance – current ⁶⁾ ⁷⁾	4/2/1		0	0		
3B	4.20 Impulse voltage ¹⁰⁾ ¹¹⁾ 4.21.2 Endurance-voltage line terminations/case ¹⁾	4/2/1		0	0		
3C	4.20 Impulse voltage ¹⁰⁾ ¹¹⁾ 4.21.3 Endurance – voltage between line terminations ⁷⁾	4/2/1		0	0		
4	4.22 Charge/discharge ¹⁾ ¹¹⁾	4/2/1		0	0		
5	4.7 Insertion loss (load/temperature) ²⁾	4/2/1		0	0		
6	4.24 Current overload ²⁾	4/2/1		0	0		
7	4.23 Passive flammability ²⁾	see 4.23		0	0		
8	4.11 Solderability ¹⁾ ⁹⁾	4/2/1		0	0		
9	4.27 Active flammability ²⁾	4/2/1		0	0		

Footnotes: see end of Table 7.

Table 5 – Lot-by-lot-tests – Assessment level D / DZ

Assessment level D			
Group	Subclauses and tests	Inspection level IL	AQL %
A1	4.3 Visual examination	S-4	2,5
	4.3 Marking		
	4.3 Dimensions (gauging)		
A2	4.6 DC line resistance	II	1,0
	4.7 Insertion loss (no load)		
	4.4 Voltage proof (test A only)		
	4.5 Insulation resistance (test A only)		
	4.8 Discharge resistance ¹⁾		
B1	4.11 Solderability ^{1) 9)}	S-3	2,5
Assessment level DZ			
Group	Subclauses and tests	Inspection level IL	Acceptance number
A1	4.3 Visual examination	S-3	0
	4.3 Marking		
	4.3 Dimensions (gauging)		
A2	4.6 DC line resistance	S-4	0
	4.7 Insertion loss (no load)		
	4.4 Voltage proof (Test A only)		
	4.5 Insulation resistance (Test A only)		
	4.8 Discharge resistance ¹⁾		
B1	4.11 Solderability ^{1) 9)}	S-3	0
Footnotes: see end of Table 7.			

Table 6 – Lot-by-lot test – Safety tests only approval

Subclause and test ¹³⁾	Conditions of test ¹³⁾	Sample size	Requirements ¹³⁾
4.3 Visual examination	Non destructive	100 % ¹⁴⁾	Any marking on the filter shall be legible and correct
4.4 Voltage proof (Test A, B and C ¹⁵⁾)	Method for test C: ¹⁶⁾		No permanent breakdown or flashover
Footnotes: see end of Table 7.			

Table 7 – Periodic tests – Assessment level D / DZ

Group	Periodicity Months	Subclauses and tests	Total sample ⁴⁾	Number of non- conforming items ⁸⁾	
				D	DZ
C1	6	4.3 Dimensions (detail)	2/1/1	0	0
		4.3.2 Creepage distances and clearances			
		4.9 Robustness of terminations			
		4.10 Resistance to soldering heat ¹⁾			
		4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾			
	C1B	4.26 Component solvent resistance ²⁾	4/1/1	0	0
		4.12 Rapid change of temperature			
		4.13 Vibration			
C1	6	4.14 Bump or ³⁾	4/1/1	0	0
		4.15 Shock			
C1	6	4.16 Container sealing ²⁾	6/2/2	1/0/0	0
		4.17 Climatic sequence			
C2	12	4.18 Damp heat, steady state	4/2/1	0	0
C3A	3	4.19 Temperature rise or ⁵⁾	2/2/1	0	0
		4.21.1 Endurance – current ⁶⁾ ⁷⁾			
C3B	3	4.20 Impulse voltage ¹¹⁾	2/2/1	0	0
		4.21.2 Endurance – voltage line terminations/case			
C3C	3	4.20 Impulse voltage ¹¹⁾	4/2/1	0	0
		4.21.3 Endurance – voltage between-line terminations ⁷⁾			
C4	12	4.22 Charge/discharge ¹⁾	2/2/1	0	0
C5	12	4.7 Insertion loss ²⁾ (load/temperature)	2/2/1	0	0
C6	12	4.24 Current overload	2/2/1	0	0
C7	12	4.23 Passive flammability ²⁾	see 4.23	0	0
C9	12	4.27 Active flammability ²⁾	see 4.27	0	0

Footnotes to Tables 3, 4, 5, 6 and 7:

1) If applicable.

2) If required in the detail specification.

3) Whichever is required in the detail specification.

4) See 3.4.3 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 A
≥ 16 A ... ≤ 80 A
> 80 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.

5) For filters with rated current > 0,5 A only.

6) For filters with rated current ≤ 0,5 A.

7) See 4.21.4 for the option of combining the tests of Groups 3A and 3C.

8) When zero non-conforming items are required and one non-conforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a fresh sample and then no further non-conforming items are permitted. This provision is not applicable for Groups 7, 8 and C7, or when the non-conforming items obtained in any group are due to failure of the voltage proof test between line terminations and case. For Tables 3 and 4, the non-conforming item obtained in the first sample shall be counted for the total non-conforming items permitted in the right hand column.

9) 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.

- 10) Not applicable to filters with capacitors of Subclasses X3 and Y3.
- 11) The tests of this group or subgroup may be omitted if the capacitors in the filter across which the test voltages will appear are separately encapsulated and have been qualified to a detail specification under IEC 60384-14.
- 12) Total number of non-conforming items of the groups 1 through 8.
- 13) Clause numbers of test and conditions/requirements refer to 4.
- 14) May be carried out as end-of-line testing.
- 15) B or C as applicable.
- 16) To be required in the detail specification.

4 Test and measurement procedures

This Clause supplements the information given in Clause 4 of IEC 60939-1:2010.

4.1 Earth inductors incorporated in filters

Earth inductors incorporated in filters shall meet the requirements of the relevant specification(s).

The cross-section of the copper winding shall be not less than the value specified in Table 13. Additional information can also be found in IEC 60938-1:2021, Annex B.

Table 13 – Minimum copper cross-sectional area of earth inductor's winding

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

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

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

4.2 Capacitance and tan δ measurements

Measurements of capacitance and tan δ shall be carried out in accordance with 4.2 in IEC 60384-14:2023.

4.3 Visual examination and check of dimensions

4.3.1 General

The filters shall be visually examined and dimensions checked according to 4.4 in IEC 60939-1:2010.

4.3.2 Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances on the outside 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 Table 8.

Table 8 – Creepage distances and clearances

Points of measurement	Rated voltage (r.m.s.)							
	$U_R \leq 130 \text{ V}$		$130 \text{ V} < U_R \leq 250 \text{ V}$		$250 \text{ V} < U_R \leq 500 \text{ V}$		$500 \text{ V} < U_R \leq 760 \text{ V}$	
	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm
Between live parts of different polarity	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5
Between live parts and other metal parts over basic insulation	2,0	1,5	4,0	3,0	6,3	5,5	6,3	5,5
Between live parts and other metal parts over reinforced insulation	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		-

Further information can be obtained by reference to IEC 60335-1:2020, Clause 29 with its Tables 15 to 19. For definitions of basic, double and reinforced insulation see IEC 61140.

Compliance shall be checked by measurement according to the rules laid down in IEC 60335-1:2020 for measurements on the outside of the filter. Additional requirements may be necessary, e.g. for drip-proof and splash-proof filters.

4.4 Voltage proof

See 4.6 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.4.1 Test circuit for d.c. tests

Unless otherwise specified in the detail specification, R_1 shall be large enough to limit the charging current to 50 mA maximum.

Unless otherwise specified in the detail specification, R_2 shall limit the discharge current to 50 mA maximum.

4.4.2 Applied voltage

The voltages given in Table 9 shall be applied between the measuring points of Table 3 of IEC 60939-1:2010 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 4.5.2.1 of IEC 60939-1:2010 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 9 – Voltage proof

Type of insulation	Range of rated voltages line/line (Test A) or line/ground (Test B or C)	Test A	Test B or C	
			$C \leq 1 \mu\text{F}$	$C > 1 \mu\text{F}$
Basic	$< 150 \text{ V}$	4,3 U_R d.c.	900 V a.c. or 1 260 V d.c.	4,3 U_R d.c.
Basic	$\geq 150 \text{ V}$ $\leq 300 \text{ V}$		1 500 V a.c. or 2 250 V d.c.	
Basic	$> 300 \text{ V}$ $\leq 520 \text{ V}$		2 000 V a.c. or 3 000 V d.c.	
Basic	$> 520 \text{ V}$ $\leq 760 \text{ V}$		3 000 V a.c. or 4 000 V d.c.	
Double or reinforced	$\geq 150 \text{ V}$ $\leq 300 \text{ V}$		3 000 V a.c. or 4 500 V d.c.	
Double or reinforced	$> 300 \text{ V}$ $\leq 520 \text{ V}$		4 000 V a.c. or 6 000 V d.c.	
Double or reinforced	$> 520 \text{ V}$ $\leq 760 \text{ V}$		5 000 V a.c. or 7 500 V d.c.	
NOTE C is the capacitance measured at 1 kHz between the relevant test terminations. All a.c. test voltages are r.m.s. and 50 Hz or 60 Hz, unless otherwise specified in the detail specification.				

4.4.3 Requirements

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

4.5 Insulation resistance

See 4.5 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

The method of applying the test voltage for Test C shall be given in the detail specification. For qualification testing, the foil method of 4.5.2.1 of IEC 60939-1:2010 shall be used.

4.5.1 Temperature correction

When prescribed in the detail specification, the temperature at which the measurement is made shall be noted. If this temperature differs from 20 °C, a correction 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.

4.5.2 Requirements

The insulation resistance shall not be less than the value given in Table 10.

Table 10 – Insulation resistance

Climatic category	Test A		Tests B or C
	if $C > 0,33 \mu\text{F}$ RC s	if $C \leq 0,33 \mu\text{F}$ R $M\Omega$	
- / - / 56	4 000	12 000	12 000
- / - / 21 and - / - / 10	2 000	6 000	6 000

NOTE 1 C is the capacitance measured at 1 kHz between the relevant test terminations. All a.c. test voltages are r.m.s. and 50 Hz or 60 Hz, unless otherwise specified in the detail specification.

NOTE 2 Limits more severe and related to a dielectric may be given in the detail specification.

NOTE 3 For filters fitted with a discharge resistor this measurement can only be made with the discharge resistor 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.

NOTE 4 For multiple filters comprising of a number of individual filter elements the limit be divided by the number of filter channels.

4.6 DC line resistance or voltage drop at rated current

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

4.6.1 DC line resistance

Using a d.c. measuring method with an applied voltage of less than 10 V, the resistance between any input terminal and the corresponding output terminal shall be measured and shall not exceed the limit prescribed in the detail specification. The detail specification may specify precise points of connection between the terminals and the measuring instrument.

4.6.2 Voltage drop at rated current

A d.c. current equal in value to the r.m.s. 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.

4.7 Insertion loss

See 4.7 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

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:

Exposure at upper category temperature or at such higher temperature as may be specified in the detail specification, for 1 h, followed by a recovery period of (24 ± 1) h at standard atmospheric conditions for testing (for further information see 4.1 of IEC 60384-9).

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

In cases where the capacitive and inductive filter elements are individually accessible, the measurement of the capacitors and inductors may be performed as an alternative to the measurement of the insertion loss.

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 in Group A or 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.

4.8 Discharge resistance

See 4.8 of IEC 60939-1:2010.

4.9 Robustness of terminations

See 4.9 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

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.

4.10 Resistance to soldering heat

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.

See 4.10 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.10.1 Test conditions

There shall be no pre-drying.

4.10.2 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

4.11 Solderability

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.

See 4.11 of IEC 60939-1:2010, with the following details:

4.11.1 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.

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

4.11.2 Requirements

See 4.11.2, 4.11.3 and 4.11.4 of IEC 60939-1:2010. When Method 3 is used the soldering time shall be less than 3 s.

4.12 Rapid change of temperature

See 4.12 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

Number of cycles: 5

Duration of exposure at the temperature limits:

30 min for mass $\leq$ 25 g;

3 h for mass $>$ 25 g.

4.12.1 Intermediate inspection

The filters shall be visually examined and there shall be no visible damage.

4.13 Vibration

See 4.13 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.13.1 Test conditions

Endurance by sweeping shall be applied. The following are preferred severities:

0,75 mm displacement or 98 m/s² whichever is the lower amplitude, over one of the following frequency ranges: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz, 10 Hz to 2 000 Hz. The preferred duration is 6 h, equally divided over the axes swept.

The detail specification shall prescribe the severity and shall also 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 mm $\pm$ 1 mm.

4.13.2 Intermediate inspection

The filters shall be visually examined and there shall be no visible damage.

4.14 Bump

The detail specification shall state which of the two alternatives, the bump or the shock test, applies.

See 4.14 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.14.1 Test conditions

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

The following severities are preferred:

Total number of bumps:	1 000	or	4 000
Acceleration:	400 m/s ²		100 m/s ²
or			
Pulse duration:	6 ms		16 ms

4.14.2 Intermediate inspection, measurements and requirements

The measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Group 1B 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

4.15 Shock

The detail specification shall state which of the two alternatives, the bump or the shock test, applies.

See 4.15 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.15.1 Test conditions

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

The severities given in Table 11 are preferred.

Pulse shape: half sine.

Table 11 – Preferred severities

Peak acceleration m/s ²	Corresponding duration of the pulse ms
50	30
300	18
500	11
1 000	6

4.15.2 Intermediate inspection, measurements and requirements

The measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Group 1B 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

4.16 Container sealing

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

See 4.16 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.16.1 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.

4.16.2 Requirements

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

4.17 Climatic sequence

See 4.17 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.17.1 Initial measurements

The initial measurements for the climatic sequence are the measurements made in 4.10.2, 4.14.2 or 4.15.2 as appropriate.

4.17.2 Dry heat

See 4.17.2 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

No measurements are required at the upper category temperature.

4.17.3 Damp heat, cyclic, first cycle

See 4.17.3 of IEC 60939-1:2010.

4.17.4 Cold

See 4.17.4 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

No measurements are required at the lower category temperature.

4.17.5 Low air pressure

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

See 4.17.5 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

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 still at the specified low air pressure, and during the last 1 min of the test period, the rated voltage shall be applied.

There shall be no permanent breakdown, flashover or harmful deformation of the case.

4.17.6 Damp heat, cyclic, remaining cycles

See 4.17.6 of IEC 60939-1:2010.

4.17.7 Final inspection, measurements and requirements

See 4.17.7 of IEC 60939-1:2010, with the following details:

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

The filters shall be visually examined according to 4.2. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.4 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 9. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.5. 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

Within a further 72 h, the insertion loss at no load shall be measured in accordance with 4.7 and shall meet the requirements prescribed in 4.7. This test is not required for safety test only.

4.18 Damp heat, steady state

See 4.18 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.18.1 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.

4.18.2 Final inspection, measurements and requirements

See 4.18.3 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

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

The filters shall be visually examined according to 4.2. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.4 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 9. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.5. 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 4.6. The value shall be within the limit prescribed in Group A2 of the detail specification.

Within a further 72 h, the insertion loss at no load shall be measured in accordance with 4.7 and shall meet the requirements prescribed in 4.7.

4.19 Temperature rise

This test is applicable only to filters with a rated current >0,5 A. See Tables 3 and 4, footnotes 4, 5 and 6.

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

See 4.19 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.19.1 Test method

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 in such a way that all lines carry the test current at the same time.

When testing 3-phase-filters, having an additional neutral line, two different test runs shall be carried out:

- a) the test current shall be passed through all three phases ¹, neutral excluded;
- b) the test current shall be passed through two phases and neutral ² (one phase excluded).

The filter shall be placed in a chamber maintained at an ambient temperature within ± 3 °C of the test temperature. The test a.c. current or a d.c. current equal to the r.m.s. 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 shall be determined by using the resistance method. In addition, the temperature of 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 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 formulae:

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

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

¹ Covers normal operation.

² Covers the worst case: one phase disconnected.

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.

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.

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

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.

4.19.2 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 IEC 60085 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.

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.

NOTE If a higher temperature is prescribed, this has implications for the temperature at which the endurance test is carried out. See 4.20.2 and 4.20.3.

4.20 Impulse voltage

This test is to be carried out as a sequence with the endurance test described in 4.21.

4.20.1 Initial measurements

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

4.20.2 Test conditions

Filters shall be submitted to an impulse voltage test except for filters with capacitors of subclasses X3 and Y3.

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 Tables 1 and 2.

The front time t_r is defined as:

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

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

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 1).

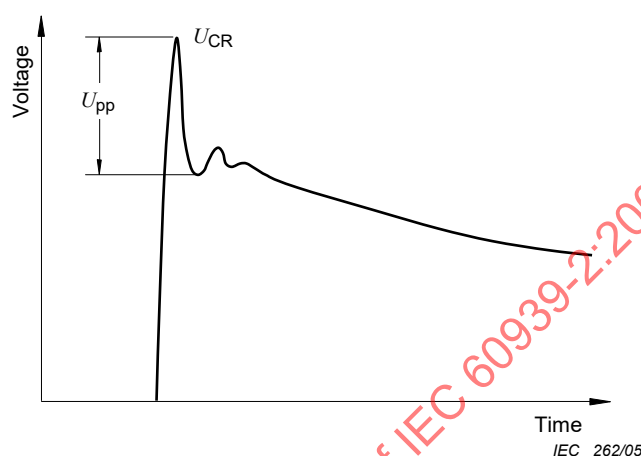


Figure 1 – Impulse wave form

4.20.3 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.

4.21 Endurance

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

See 4.21 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.21.1 Test conditions – current test

This test is not applicable to filters with rated current > 0,5 A. See Tables 3 and 4, footnotes 4, 5 and 6.

This test is omitted if a combined voltage/current endurance test is carried out according to 4.21.4.

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.

NOTE 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 4.21.5.

4.21.2 Test conditions – voltage test, terminations/case

This test is not applicable when either the filter case consists of non-conductive material or when one of the line terminations may be considered to be part of the case.

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 4.19.2, 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 1 000 V r.m.s. 50 Hz or 60 Hz for 0,1 s. 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 1 000 V and back does not exceed 30 s.

NOTE A fuse or other suitable device may be connected in the circuit of each 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 4.21.5.

4.21.3 Test conditions – voltage test between terminations

This test is omitted if a combined voltage/current endurance test is carried out according to 4.21.4. 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 4.19.2, 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 1 000 V r.m.s. 50 Hz or 60 Hz (or rated frequency if this is specified in the detail specification) for 0,1 s. Each of these voltages shall be applied to each 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 1 000 V and back does not exceed 30 s.

NOTE A fuse or other suitable device may be connected in the circuit of each 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 4.21.5.

4.21.4 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 4.21.1 and 4.21.3 using the number of samples appropriate for the test of 4.21.3. The filters shall be mounted as in 4.21.1. 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 4.21.3, if a capacitor of Class X is under test, or as in 4.21.2, if a capacitor of Class Y is under test.

NOTE 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 4.21.5.

4.21.5 Final inspection, measurements and requirements

The filters shall be visually examined according to 4.2. There shall be no visible damage and any marking shall be legible.

The voltage proof test according to 4.4 shall be carried out with 66 % of the voltage as specified in Table 9. There shall be no permanent breakdown or flashover.

The insulation resistance shall be measured according to 4.5. 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 4.6. The value shall be within the original limit prescribed in the detail specification.

Within a further 72 h, the insertion loss shall be measured in accordance with 4.7 and shall meet the requirements prescribed in 4.7.

4.22 Charge and discharge

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.

Table 12 – Measurements and requirements after charge and discharge

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirement
Capacitance	4.2.2 of IEC 60384-14:2023	The difference between the capacitances measured finally and in 4.22.1 shall not exceed 10 %.
Tan δ for $C \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$	4.22.1	The increase of tan δ over that measured in 4.22.1 shall not exceed 80×10^{-4} .
Tan δ for $C > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$	4.22.1	The increase of tan δ over that measured in 4.22.1 shall not exceed 50×10^{-4} .
Insulation resistance	4.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Table 10.

See 4.22 of IEC 60939-1:2010 with the following details:

4.22.1 Initial measurements

The capacitance and $\tan \delta$ shall be measured.

4.22.2 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 4.22.1.

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.

4.22.3 Final measurements and requirements

The filter connected as a capacitor shall be measured and shall meet the requirements of Table 12.

4.23 Passive flammability

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

See 4.23 of IEC 60939-1:2010.

The initial and final measurements shall be prescribed in the detail specification. The requirements are those given in IEC 60939-1:2010 for the category of flammability prescribed in the detail specification.

4.24 Current overload

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

See 4.20 of IEC 60939-1:2010.

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

4.25 Solvent resistance of the marking

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

See 4.25 of IEC 60939-1:2010.

The requirements are as in 4.25 of IEC 60939-1:2010.

4.26 Component solvent resistance

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

See 4.26 of IEC 60939-1:2010.

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

4.27 Active flammability

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

See 4.24 of IEC 60939-1:2010.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

Annex A (normative)

Test schedule for qualification approval – Assessment level D / DZ

Table A.1 – Test schedule for qualification approval – Assessment level D / DZ

Subclause 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 4	
4.3 Dimensions (gauging)			See detail specification
4.3 Visual examination			No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
4.6 DC line resistance or voltage drop			See detail specification
4.7 Insertion loss (no load)			Within specified tolerance
4.4 Voltage proof	See detail specification for the method		No permanent breakdown or flash-over
4.5 Insulation resistance	See detail specification for the method		As in Table 10
4.8 Discharge resistance ³⁾	See detail specification for the method		Within specified tolerance
Group 1A	Destructive	See Table 4	
4.3 Dimensions (detail)			See detail specification
4.3.2 Creepage distances and clearances			See Table 8
4.9 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.10 Resistance to soldering heat ³⁾	No pre-drying; see detail specification for the method		
4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾			The marking shall remain legible
4.10.2 Intermediate measurements	Visual examination DC line resistance or voltage drop		No visible damage As in Group 0
Group 1B	Destructive	See Table 4	
4.26 Component solvent resistance ²⁾			See detail specification
4.12 Rapid change of temperature	T_A = lower category temperature T_B = upper category temperature Five cycles Duration t = ...		
4.12.1 Intermediate inspection	Visual examination		No visible damage
4.13 Vibration	For mounting method and severity see detail specification		
4.13.2 Intermediate inspection	Visual examination		No visible damage

Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
4.14 Bump or 4.15 Shock 4.14.2 Intermediate measurements or 4.15.2	For mounting method and severity see detail specification Visual examination DC line resistance or voltage drop	See Table 4	No visible damage As in Group 0
Group 1 4.16 Container sealing ²⁾ 4.17 Climatic sequence 4.17.1 Initial measurements 4.17.2 Dry heat 4.17.3 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle 4.17.4 Cold 4.17.5 Low air pressure ²⁾ 4.17.6 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles 4.17.7 Final inspection and measurements	Destructive Test Qc or Test Qd as prescribed in the detail specification Measurements made in 4.10.2, 4.14.2 or 4.15.2 as appropriate No measurements No measurements Specify severity if non-standard See 4.17.5 for applied voltage Recovery 18 h to 26 h Visual examination Voltage proof at 66 % of value in Table 9 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Insertion loss (no load)	See Table 4	No evidence of leakage No permanent breakdown, flashover or harmful deformation of the case No visible damage Marking legible No permanent breakdown or flashover > 50 % of Table 10 limit As in Group 0 As in 4.7
Group 2 4.18 Damp heat, steady state 4.18.1 Test conditions 4.18.2 Final inspection and measurements	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 9 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Insertion loss (no load)	See Table 4	No visible damage Marking legible No permanent breakdown or flashover $\geq 3,5 \text{ M}\Omega$ As in Group 0 As in 4.7

Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
Group 3A 4.19 Temperature rise or 4.21.1 Endurance, current	Destructive For filters with rated current > 0,5 A For filters with rated current ≤ 0,5 A Duration: 1 000 h Current and temperature: see 4.21.1	See Table 4	
Group 3B 4.20 Impulse voltage 4.21.2 Endurance voltage, line terminations to case ³⁾	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.21.2	See Table 4	See 4.20.3
Group 3C 4.20 Impulse voltage 4.21.3 Endurance voltage between line terminations or 4.21.4 Endurance, combined voltage/current ²⁾	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.20.3 Duration: 1 000 h Voltage, temperature and current: see 4.21.4	See Table 4	See 4.20.3
Group 3 4.21.5 Final inspection and measurements for all endurances	Recovery 1 h to 26 h Visual examination Voltage proof at 66 % of value in Table 9 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Insertion loss (no load)	See Table 4	No visible damage No permanent breakdown or flashover > 50 % of Table 10 limit As in Group 0 As in 4.7
Group 4 4.22 Charge and discharge 4.22.1 Initial measurements 4.22.3 Final measurements	Destructive Only for filters containing metallized film and/or metallized paper capacitors Capacitance at 1 kHz Tan δ at 10 kHz for $C_R \leq 1 \mu F$ 1 kHz for $C_R > 1 \mu F$ Capacitance Tan δ at same frequency as initial measurement Insulation resistance	See Table 4	Recorded for reference Recorded for reference See Table 12 See Table 12 See Table 12
Group 5 4.7 Insertion loss (load/temperature) ²⁾	Non destructive See detail specification for method, temperature and load current	See Table 4	See detail specification

Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
Group 6 4.24 Current overload ²⁾	Destructive Mounting as specified in the detail specification	See Table 4	See detail specification
Group 7 4.23 Passive flammability ²⁾	Destructive	See Table 4	According to specified category in the detail specification
Group 8 4.11 Solderability ³⁾	Destructive Specify ageing if none or other than 4 h, 155 °C dry heat. For method see detail specification	See Table 4	Methods 1 and 2: good tinning Method 3: < 3 s
Group 9 4.27 Active flammability ²⁾	Destructive	See Table 4	See detail specification
¹⁾ Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4 of this Sectional specification. ²⁾ If required in the detail specification. ³⁾ If applicable. See Note 11 to Table 7 for the applicability of Groups 3B and 3C.			

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

Annex B (normative)

Test schedule for safety requirements only

Table B.1 – Test schedule for safety requirements only

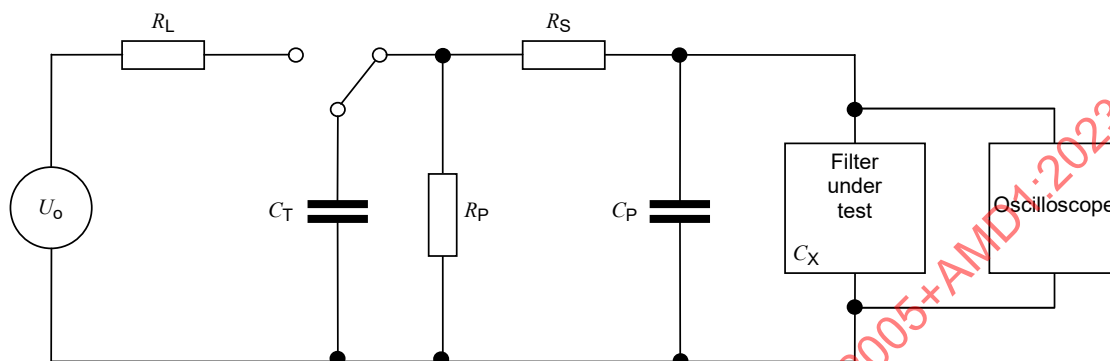
Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
Group 0	Non destructive	See Table 3	
4.3 Visual examination			No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
4.6 DC line resistance or voltage drop			See detail specification
4.7 Insertion loss (no load)			Within specified tolerance
4.4 Voltage proof	See detail specification for the method		No permanent breakdown or flashover
4.5 Insulation resistance	See detail specification for the method		As Table 10
4.8 Discharge resistance ³⁾	See detail specification for the method		Within specified tolerances
Group 1A	Destructive	See Table 3	
4.3.2 Creepage distances and clearances			See Table 8
4.9 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.10 Resistance to soldering heat ³⁾	No pre-drying See detail specification for the method		
4.25 Solvent resistance of the marking ²⁾	Recovery: 1 h to 26 h		The marking shall remain legible
4.17.7 Final inspection and measurements	Visual examination		No visible damage Marking legible
	Voltage proof at 66 % of value in Table 9		No permanent breakdown or flashover
	Insulation resistance		> 50 % of Table 10 limit
	DC line resistance or voltage drop		As in Group 0
Group 2	Destructive	See Table 3	
4.18 Damp heat, steady state			
4.18.1 Test conditions	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		
4.18.2 Final inspection	Visual examination		No visible damage Marking legible
	Voltage proof at 66 % of value in Table 9		No permanent breakdown or flashover
	Insulation resistance		≥ 3,5 MΩ
	DC resistance or voltage drop		As in Group 0

Subclause number and test ¹⁾	Conditions of test ¹⁾	Number of specimens (n) and number of non-conforming items (c)	Performance requirements ¹⁾
	Insertion loss (no load)		As in 4.7
Group 3A 4.19 Temperature rise or 4.21.1 Endurance, current	Destructive For filters with rated current > 0,5 A For filters with rated current ≤ 0,5 A Duration: 1 000 h Current and temperature: see 4.21.1	See Table 3	
Group 3B 4.20 Impulse voltage 4.21.2 Endurance, voltage, line terminations to case ³⁾	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.21.2	See Table 3	See 4.20.3
Group 3C 4.20 Impulse voltage 4.21.3 Endurance, voltage, between line terminations or 4.21.4 Endurance, combined voltage/current ²⁾	Destructive 3 impulses, full wave Crest voltage: see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage and temperature: see 4.21.3 Duration: 1 000 h Voltage, temperature and current: see 4.21.4	See Table 3	See 4.20.3
Group 3 4.21.5 Final inspection and measurements for all endurance tests	Recovery: 1 h to 26 h Visual examination Voltage proof at 66 % of value in Table 9 Insulation resistance DC line resistance or voltage drop Insertion loss (no load)	See Table 3	No visible damage No permanent breakdown or flashover > 50 % of Table 10 limit As in Group 0 As in 4.7
Group 7 4.23 Passive flammability ²⁾	Destructive If prescribed in the detail specification	See Table 3	See 4.23
Group 9 4.27 Active flammability ²⁾	Destructive If prescribed in the detail specification	See Table 3	See 4.27
¹⁾ Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4 of this Sectional specification. ²⁾ If required in the detail specification. ³⁾ If applicable. See Note 11 to Table 7 for the applicability of Groups 3B and 3C.			

Annex C (normative)

Circuit for the impulse voltage test

The test prescribed in 4.20 shall be carried out using the circuit of Figure C.1.



IEC 263/05

- 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 $\pm 10\%$ μF	R_P $\pm 10\%$ Ω	R_S $\pm 10\%$ Ω	C_P $\pm 10\%$ 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 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

Annex D (normative)

Circuit for the endurance test

The test prescribed in 4.22.2 and 4.22.3 shall be carried out with the circuit shown in Figure D.1.

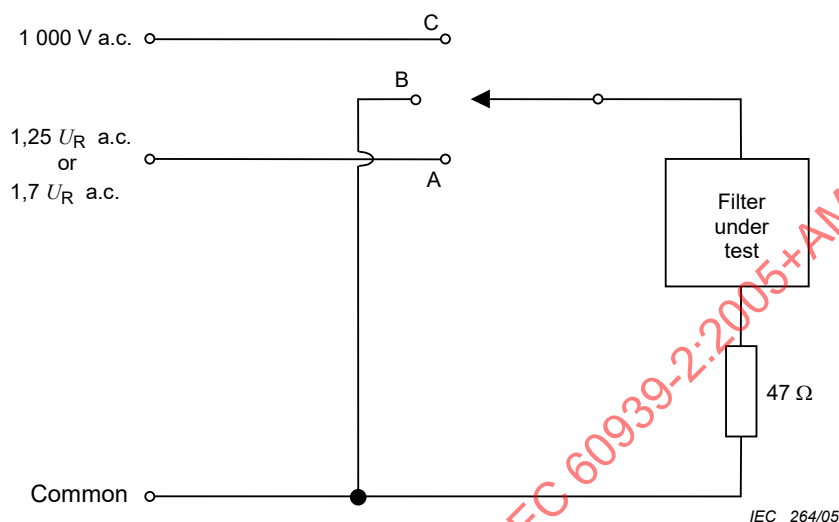


Figure D.1 – Endurance test circuit

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 the 1 000 V 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: ...
- 8 Construction details:

Location

Date

Name

Signature

Bibliography

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

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

IEC 60938-1:2021, *Fixed inductors for electromagnetic interference suppression – Part 1: Generic specification*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60939-2:2005+AMD1:2023 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	48
1 Généralités.....	50
1.1 Domaine d'application	50
1.2 Références normatives.....	50
1.3 Informations à spécifier dans une spécification particulière	51
1.4 Termes et définitions	52
1.5 Marquage	54
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles.....	54
2.1 Caractéristiques préférentielles	54
2.2 Valeurs assignées préférentielles	55
3 Procédures d'évaluation de la qualité	55
3.1 Étape initiale de fabrication	55
3.2 Filtres de structure similaire	55
3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés	56
3.4 Essais d'approbation	56
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	57
4 Procédures d'essai et de mesure.....	63
4.1 Inductances de terre incorporées dans les filtres.....	63
4.2 Mesurages de la capacité et de la tangente de l'angle de perte $\tan \delta$	63
4.3 Examen visuel et contrôle des dimensions.....	63
4.4 Tension de tenue.....	64
4.5 Résistance d'isolement.....	65
4.6 Résistance de ligne continue ou chute de tension au courant assigné	66
4.7 Perte d'insertion	67
4.8 Résistance de décharge.....	67
4.9 Robustesse des sorties.....	67
4.10 Résistance à la chaleur de brasage.....	68
4.11 Brasabilité	68
4.12 Variations rapides de température.....	68
4.13 Vibrations.....	69
4.14 Secousses	69
4.15 Chocs.....	69
4.16 Étanchéité des boîtiers.....	70
4.17 Séquence climatique	70
4.18 Chaleur humide, essai continu.....	72
4.19 Échauffement	72
4.20 Tension de choc.....	74
4.21 Endurance.....	75
4.22 Charge et décharge.....	77
4.23 Inflammabilité passive	78
4.24 Surcharge de courant.....	79
4.25 Résistance du marquage au solvant.....	79
4.26 Résistance des composants au solvant	79
4.27 Inflammabilité active.....	79
Annexe A (normative) Programme d'essai pour l'homologation – Niveau d'assurance D / DZ.....	80
Annexe B (normative) Programme d'essai pour les exigences de sécurité uniquement	84

Annexe C (normative) Circuit pour l'essai de tension de choc	87
Annexe D (normative) Circuit pour l'essai d'endurance	89
Annexe E (normative) Déclaration de conception	90
Bibliographie.....	91

Figure 1 – Forme d'onde d'un choc	75
---	----

Figure C.1 – Circuit d'essai de tension de choc	87
---	----

Figure D.1 – Circuit d'essai d'endurance.....	89
---	----

Tableau 1 – Classification des condensateurs de classe X	53
--	----

Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y	53
--	----

Tableau 3 – Essais sur les exigences de sécurité uniquement	59
---	----

Tableau 4 – Plan d'échantillonnage – Homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance D / DZ	60
---	----

Tableau 5 – Essais lot par lot – Niveau d'assurance D / DZ	61
--	----

Tableau 6 – Essais lot par lot – Essais d'approbation de sécurité uniquement	61
--	----

Tableau 7 – Essais périodiques – Niveau d'assurance D / DZ	62
--	----

Tableau 13 – Aire minimale de la section de l'enroulement en cuivre de l'inductance de terre.....	63
---	----

Tableau 8 – Lignes de fuite et distances d'isolement	64
--	----

Tableau 9 – Tension de tenue.....	65
-----------------------------------	----

Tableau 10 – Résistance d'isolement.....	66
--	----

Tableau 11 – Sévérités préférentielles	70
--	----

Tableau 12 – Mesurages et exigences après la charge et la décharge.....	78
---	----

Tableau A.1 – Programme d'essai pour l'homologation – Niveau d'assurance D / DZ	80
---	----

Tableau B.1 – Programme d'essai pour les exigences de sécurité uniquement	84
---	----

Tableau C.1 – Valeurs de C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	87
--	----

Tableau C.2 – Valeurs et tolérances de C_X , t_r , t_d	88
--	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILTRES PASSIFS D'ANTIPARASITAGE –

**Partie 2: Spécification intermédiaire –
Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés –
Méthodes d'essai et exigences générales**

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 60939-2 édition 2.1 contient la deuxième édition (2005-02) [documents 40/1510/FDIS et 40/1537/RVD], son corrigendum (2005-11) et son amendement 1 (2023-08) [documents 40/3059/FDIS et 40/3072/RVD].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60939-2 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette seconde édition constitue une révision technique.

Les principales modifications effectuées entre la première et la seconde édition comprennent:

- Les mesurages de la capacité et de la tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$), la résistance de ligne continue ou la chute de tension continue au courant assigné, la tension de choc, l'inflammabilité passive, la surcharge de courant, la résistance du marquage au solvant, la résistance des composants au solvant et l'inflammabilité active ont été ajoutés à l'Article 4, procédures d'essai et de mesure.

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

L'IEC 60939 comprend les parties suivantes, publiées sous le titre général *Filtres passifs d'antiparasitage*

- Partie 1: Spécification générique
- Partie 2: Spécification intermédiaire: Méthodes d'essai et exigences générales
- Partie 2-1: Spécification particulière-cadre – Filtres passifs d'antiparasitage – Filtres pour lesquels des essais de sécurité sont exigés (Niveau d'assurance D / DZ)
- Partie 2-2: Spécification particulière-cadre – Filtres passifs d'antiparasitage – Filtres nécessitant des essais de sécurité (essais de sécurité uniquement)

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

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

FILTRES PASSIFS D'ANTIPARASITAGE –

Partie 2: Spécification intermédiaire – Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés – Méthodes d'essai et exigences générales

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente spécification intermédiaire s'applique aux filtres passifs d'antiparasitage qui entrent dans le domaine d'application de la spécification générique IEC 60939-1:2010.

Le domaine d'application de la présente spécification intermédiaire est restreint aux filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés. Par conséquent, les filtres spécifiés selon la présente spécification intermédiaire sont connectés aux réseaux d'alimentation, lorsque la conformité aux essais obligatoires présentés dans le Tableau 3 est nécessaire, ou sont utilisés dans d'autres endroits du circuit pour lesquels la spécification de l'équipement prescrit que tout ou partie de ces essais de sécurité est exigé.

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

1.2 Références normatives

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

NOTE Il convient que les composants autres que les inductances et les condensateurs du filtre satisfassent aux exigences de la norme applicable de l'IEC.

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

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

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

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

IEC 60085, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 60335-1:2020, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60384-14:2023, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour la suppression des interférences électromagnétiques et la connexion au réseau d'alimentation*

IEC 60664 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension*

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

IEC 60939-1:2010, *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*

1.3 Informations à spécifier dans une spécification particulière

1.3.1 Généralités

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

Les spécifications particulières ne doivent pas indiquer d'exigences inférieures à celles de la spécification générique, intermédiaire ou particulière-cadre. Si des exigences plus strictes sont incluses, elles doivent être répertoriées en 1.9 de la spécification particulière et indiquées dans les programmes d'essai, par exemple, par un astérisque.

NOTE Par commodité, les informations en 1.3.2 peuvent être présentées dans un tableau.

Les informations suivantes doivent être données dans chaque spécification particulière et les valeurs citées doivent, de préférence, être choisies parmi l'article approprié de la présente spécification intermédiaire.

1.3.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Une représentation du filtre doit être incluse pour l'identifier facilement et le comparer à d'autres filtres. 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.

En règle générale, les valeurs numériques doivent être données pour la longueur, la largeur et la hauteur du corps et l'entraxe des sorties ou, pour les types cylindriques, le diamètre du corps et la longueur et le diamètre des sorties. Au besoin, par exemple, lorsqu'une gamme de filtres est couverte par une seule spécification particulière, leurs dimensions et leurs tolérances associées doivent être données dans un tableau placé sous le dessin.

De plus, la spécification particulière doit indiquer d'autres informations relatives aux dimensions de manière à décrire l'encombrement du filtre de façon appropriée.

1.3.3 Montage

La spécification particulière doit spécifier la méthode de montage recommandée pour une utilisation normale et la méthode obligatoire lors des essais de vibrations, de secousses, de chocs et d'endurance. La conception du filtre peut être telle que des supports de montage spéciaux ou des dissipateurs thermiques soient exigés pour son utilisation. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les supports de montage et ceux-ci doivent être utilisés lors des essais de vibrations, de secousses ou de chocs. Le dissipateur thermique spécifié doit être utilisé lors de l'essai d'endurance.

Lorsque des recommandations de montage pour une utilisation normale sont établies, elles doivent être incluses dans la spécification particulière en 1.8 "Informations complémentaires (non prises en considération pour les inspections)". Dans le cas où 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 spécifiées en 1.1 de la spécification particulière sont utilisées.

1.3.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.3.4.1 Généralités

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

1.3.4.2 Caractéristiques particulières

D'autres caractéristiques peuvent être répertoriées lorsqu'elles sont jugées nécessaires pour préciser de façon appropriée des informations relatives à la conception ou aux applications du filtre.

1.3.5 Marquage

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

1.4 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente spécification intermédiaire, les termes et les définitions indiqués en 2.2 de l'IEC 60939-1:2010 ainsi que les suivants s'appliquent.

1.4.1

filtre du réseau d'alimentation en courant alternatif (ou filtre du réseau d'alimentation)

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

1.4.2

condensateur de classe X

condensateur d'un type approprié pour être utilisé dans des situations où une défaillance du condensateur n'entraîne aucun danger de choc électrique mais peut être à l'origine d'un incendie.

Les condensateurs de classe X se divisent en trois sous-classes (voir le 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	Catégorie d'isolation selon l'IEC 60664	Application	Tension de choc de crête U_p appliquée avant un essai d'endurance
X1	> 2,5 kV ≤ 4,0 kV	III	Application pour hautes impulsions	quand $C_R \leq 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = 4,0 \text{ kV}$ quand $C_R > 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = \frac{4}{\sqrt{C_R \times 10^6}} \text{ kV}$
X2	≤ 2,5 kV	II	Usage général	quand $C_R \leq 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = 2,5 \text{ kV}$ quand $C_R > 1,0 \mu\text{F}$: $U_p = \frac{2,5}{\sqrt{C_R \times 10^6}} \text{ kV}$
X3	≤ 1,2 kV	-	Usage général	aucune

1.4.3

condensateur de classe Y

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

Les condensateurs de classe Y sont encore divisés en trois sous-classes Y1, Y2 et Y4, comme cela est indiqué dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y

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

Un condensateur Y1 peut relier en pont une isolation double ou renforcée.

Le boîtier d'un condensateur Y1 ne doit pas contenir d'autres composants.

Des ensembles, tels que des condensateurs de contournement connectés en T ou en triangle, peuvent être construits à partir de condensateurs Y ou de condensateurs X, à condition que ces condensateurs satisfassent aux exigences des sous-classes X et Y applicables.

Un condensateur Y peut relier en pont une isolation principale. Un condensateur Y peut relier en pont une isolation supplémentaire. Lorsqu'une isolation principale combinée à une isolation supplémentaire sont reliées par au moins deux condensateurs Y2 ou Y4 en série, ils doivent appartenir aux mêmes classes et sous-classes, avoir la même tension assignée et avoir la même valeur de capacité nominale.

1.4.4

inductance de terre

inductance qui fait partie de la broche de raccordement de terre d'un filtre

1.5 Marquage

1.5.1 Voir le 2.4 de l'IEC 60939-1:2010 avec les précisions suivantes:

Les informations fournies par le marquage sont généralement 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 de fabrique;
- 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 assignée;
- e) l'indication des sorties et/ou du 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 (lorsque l'indication est un code, celui-ci doit être le code indiqué dans l'IEC 60062);
- j) la référence à la spécification particulière.

1.5.2 Les informations des éléments a), b), c), d) et f), ainsi que e) si cela n'est pas induit par b), du 1.5.1 doivent être clairement marquées sur le filtre.

1.5.3 L'emballage qui contient le ou les filtres doit comporter un marquage clair indiquant toutes les informations énumérées en 1.5.1.

Des approbations nationales peuvent être indiquées par des lettres pour remplacer la marque d'approbation.

1.5.4 Tout autre marquage doit être appliqué de sorte qu'il ne puisse pas porter à confusion.

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 celles données ci-dessous:

2.1.2 Catégories climatiques préférentielles

Les filtres couverts par la présente spécification sont classés en catégories climatiques selon les règles générales données dans l'IEC 60068-1.

Il convient de sélectionner les températures minimale et maximale de catégorie et la durée de chaleur humide, essai continu dans la liste ci-dessous:

Température minimale de la catégorie: $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Température maximale de la catégorie: $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou $+155\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Durée de chaleur humide, essai continu: 21 ou 56 jours.

Les sévérités pour les essais de froid et de chaleur sèche sont les températures minimale et maximale de la catégorie respectivement.

L'IEC 60940 donne des recommandations sur l'application des catégories décrites ci-dessus.

2.2 Valeurs assignées préférentielles

2.2.1 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles de tension assignée sont:

115 V, 125 V, 250 V, 400 V, 440 V, 500 V et 760 V.

Les filtres d'antiparasitage doivent être choisis de 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.

NOTE Les condensateurs de classe X peuvent être utilisés dans une connexion en étoile.

2.2.2 Tension de catégorie (U_C)

La tension de catégorie est égale à la tension assignée sauf indication contraire dans la spécification particulière.

2.2.3 Température assignée

La température assignée ne doit pas être inférieure à $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.4 Inflammabilité passive

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

3 Procédures d'évaluation de la qualité

3.1 Étape initiale de fabrication

Voir le 3.2 de l'IEC 60939-1:2010.

3.2 Filtres de structure similaire

Voir le 3.4 de l'IEC 60939-1:2010.

En plus de ces dispositions, les filtres peuvent être considérés comme ayant une structure similaire uniquement lorsqu'ils comportent des condensateurs, des inductances et des résistances de mêmes technologies pour les valeurs de leurs plages de composants et lorsque les éléments capacitifs correspondants appartiennent à la même sous-classe.

3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés

Les informations exigées en 3.5.1 de l'IEC 60939-1:2010 doivent être rendues disponibles lorsqu'elles sont spécifiées dans la spécification particulière et lorsqu'elles sont demandées par un client. Après l'essai d'endurance, les paramètres pour lesquels des informations variables sont exigées sont la variation de la perte d'insertion et la résistance d'isolement.

3.4 Essais d'approbation

3.4.1 Essais d'approbation de sécurité uniquement

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 est fondé sur des tailles d'échantillons fixes conformément au 3.4 de l'IEC 60939-1:2010 comme cela est présenté en 3.4.3 et dans le Tableau 3 de la présente spécification intermédiaire. Avant d'effectuer les essais d'approbation, il est nécessaire de soumettre à l'organisme de certification une déclaration de conception (voir l'Annexe E) qui enregistre les données essentielles et les précisions de conception de base des filtres passifs à approuver.

Dans le cas où, après l'accord de l'approbation, un composant est modifié, l'organisme de certification doit en être informé (voir l'Annexe E). L'extension d'approbation visant à inclure le ou les composants modifiés est à la discrétion de l'organisme de certification.

3.4.2 Homologation

Les Tableaux 4, 5, 6 et 7 doivent être utilisés quand une homologation est demandée.

Les procédures pour les essais d'homologation sont données en 3.5 de l'IEC 60939-1:2010. Les programmes à utiliser pour les essais d'homologation sur la base des essais lot par lot et périodiques sont présentés en 3.5 et dans les Tableaux 5, 6 et 7 de la présente spécification intermédiaire. La procédure qui utilise le programme d'essai avec une taille d'échantillon fixe est indiquée en 3.4.3 et dans le Tableau 4. Pour les deux procédures, les tailles d'échantillons et le nombre d'éléments non conformes doivent être d'ordre comparable. Les conditions d'essai et les exigences doivent être les mêmes. L'homologation selon les tailles d'échantillons fixes du Tableau 4 est préférée.

3.4.3 Échantillonnage

Les types de filtres à homologuer ensemble doivent avoir la même tension assignée et une combinaison de technologies des composants. De plus, les éléments capacitifs correspondants doivent appartenir à la même sous-classe. Les nombres de filtres exigés pour chaque homologation de chaque groupe sont indiqués dans les Tableaux 3 et 4.

Pour chaque homologation, l'échantillon doit contenir des nombres égaux de spécimens des valeurs les plus élevées et les plus basses de capacité dans la plage à homologuer. Lorsqu'une seule valeur de capacité totale est impliquée, tous les filtres comme cela est indiqué dans les Tableaux 3 et 4 doivent être soumis aux essais.

Lorsque, pour une valeur donnée de capacité totale, il existe plus d'un courant assigné disponible dans la plage, alors les filtres dont le courant assigné est le plus élevé doivent être choisis. Lorsque, à ce courant assigné, il existe plus d'une valeur d'inductance disponible dans la plage, alors les filtres dont la valeur d'inductance est la plus élevée doivent être choisis.

NOTE Dans l'alinéa ci-dessus, la "capacité totale" signifie la capacité 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;