

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.10

ISBN 978-2-8322-3537-9

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.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



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

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 General.....	8
1.1 Scope.....	8
1.2 Object	8
1.3 Normative references	8
1.4 Information to be given in a detail specification	9
1.4.1 Outline drawing and dimensions	9
1.4.2 Mounting.....	10
1.4.3 Ratings and characteristics	10
1.4.4 Marking	10
1.5 Terms and definitions	10
1.6 Marking	15
1.6.1 Marking of capacitors	15
1.6.2 Marking of packaging	15
1.6.3 Additional marking	16
1.7 Classification of Class X and Class Y capacitors	16
1.7.1 Classification of X capacitors.....	16
1.7.2 Classification of Y capacitors.....	16
2 Preferred ratings and characteristics	17
2.1 Preferred characteristics	17
2.1.1 Preferred climatic categories	17
2.2 Preferred values of ratings.....	18
2.2.1 Nominal capacitance (C_N).....	18
2.2.2 Tolerance on nominal capacitance.....	18
2.2.3 Rated voltage (U_R)	18
2.2.4 Nominal resistance (R_N).....	18
2.2.5 Rated temperature	18
2.2.6 Passive flammability	18
2.3 Requirements for sleeving, tape, tubing and wire insulation	18
3 Assessment procedures.....	19
3.1 Primary stage of manufacture	19
3.2 Structurally similar components.....	19
3.3 Certified records of released lots.....	19
3.4 Approval testing.....	19
3.4.1 Safety tests only approval	19
3.4.2 Qualification approval	19
3.4.3 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure	19
3.5 Quality conformance inspection	30
3.5.1 Formation of inspection lots.....	30
3.5.2 Test schedule	31
3.5.3 Delayed delivery	31
3.5.4 Assessment level	31
4 Test and measurement procedures	32
4.1 Visual examination and check of dimensions	32
4.1.1 Creepage distances and clearances	32

4.2	Electrical tests	33
4.2.1	Voltage proof	33
4.2.2	Capacitance	35
4.2.3	Tangent of loss angle	35
4.2.4	Resistance (Equivalent Series Resistance (ESR)) (for RC units only)	36
4.2.5	Insulation resistance	36
4.3	Robustness of terminations	37
4.4	Resistance to soldering heat	37
4.4.1	Test conditions	37
4.4.2	Final inspection, measurements and requirements	38
4.5	Solderability	38
4.5.1	Test conditions	38
4.5.2	Requirements	38
4.6	Rapid change of temperature	38
4.6.1	Final inspection	38
4.7	Vibration	38
4.7.1	Test conditions	39
4.7.2	Final inspection	39
4.8	Bump	39
4.8.1	Test conditions	39
4.8.2	Final inspection, measurements and requirements	39
4.9	Shock	39
4.9.1	Test conditions	39
4.9.2	Final inspection, measurements and requirements	40
4.10	Container sealing	40
4.10.1	Test conditions	40
4.10.2	Requirements	40
4.11	Climatic sequence	40
4.11.1	Initial measurements	40
4.11.2	Dry heat	41
4.11.3	Damp heat, cyclic, test Db, first cycle	41
4.11.4	Cold	41
4.11.5	Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles	41
4.11.6	Final inspection, measurements and requirements	41
4.12	Damp heat, steady state	41
4.12.1	Initial measurements	42
4.12.2	Test conditions	42
4.12.3	Final inspection, measurements and requirements	42
4.13	Impulse voltage	42
4.13.1	Initial measurements	42
4.13.2	Test conditions	43
4.13.3	Requirements	43
4.14	Endurance	44
4.14.1	Test conditions	44
4.14.2	Initial measurements	44
4.14.3	Endurance for Class X capacitors and RC units containing Class X capacitors	44
4.14.4	Endurance for Class Y capacitors and RC units containing Class Y capacitors	45

4.14.5	Endurance for the lead-through arrangements	45
4.14.6	Test conditions – Combined voltage/current tests	45
4.14.7	Final inspection, measurements and requirements	46
4.15	Charge and discharge	46
4.15.1	Initial measurements	46
4.15.2	Test conditions	46
4.15.3	Final measurements and requirements	47
4.16	Radiofrequency characteristics	47
4.17	Passive flammability test	47
4.17.1	Testing according to IEC 60384-1	47
4.17.2	Alternative passive flammability test	48
4.18	Active flammability test	49
4.18.3	Adjustment of U_i	50
4.18.4	Requirements	50
4.19	Component solvent resistance (if applicable)	50
4.20	Solvent resistance of the marking	51
Annex A (normative)	Circuit for the impulse voltage test	52
Annex B (normative)	Circuit for the endurance test	54
Annex C (normative)	Circuit for the charge and discharge test	55
Annex D (normative)	Declaration of design (confidential to the manufacturer and the certification body)	56
Annex E (informative)	Pulse test circuits	57
Annex F (normative)	Particular requirements for safety test of surface mounting capacitors	59
Annex G (informative)	Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2	62
Annex H (normative)	Use of safety approved a.c. rated capacitors in d.c. applications	65
Annex I (normative)	Humidity robustness grades for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required	67
Bibliography		69
Figure 1	– Two-terminal EMI suppression capacitor	11
Figure 2	– RC unit	11
Figure 3	– Lead-through capacitor (coaxial)	11
Figure 4	– Lead-through capacitors	12
Figure 5	– By-pass capacitors	13
Figure 6	– Test duration (s)	30
Figure 7	– Impulse wave form	43
Figure 8	– Typical circuit for pulse loading of capacitors under a.c. voltage	49
Figure 9	– Fundamental a.c. wave with randomly, not synchronized, superimposed high-voltage pulse	50
Figure A.1	– Impulse voltage test circuit	52
Figure B.1	– Endurance test circuit	54
Figure C.1	– Charge and discharge test circuit	55
Figure F.1	– Example of test substrate for safety test according to Table F.1	61
Table 1	– Classification of Class X capacitors	16

Table 2 – Classification of Class Y capacitors.....	17
Table 3 – Sampling plan – Tests concerning safety requirements only	21
Table 4 – Sampling plan – Safety and performance tests qualification approval – Assessment level DZ	22
Table 5 – Test schedule and sampling plan for lot-by-lot tests	23
Table 6 – Test schedule for safety tests only (1 of 2)	24
Table 7 – Test schedule for safety and performance tests qualification approval – Assessment level DZ (1 of 4)	26
Table 8 – Assessment level	32
Table 9 – Creepage distances and clearances.....	33
Table 10 – Voltage proof.....	35
Table 11 – Insulation resistance – Safety tests only.....	36
Table 12 – Insulation resistance – Safety and performance tests	37
Table 13 – Resistance to soldering heat – Requirements	38
Table 14 – Climatic sequence – Requirements	41
Table 15 – Damp heat, steady state – Requirements	42
Table 16 – Endurance – Requirements	46
Table 17 – Charge and discharge – Requirements.....	47
Table A.1 – Values of C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	52
Table A.2 – Values and tolerances of C_X , t_r , t_d	53
Table F.1 – Test schedule and sampling plan for safety test of surface mount capacitors.....	60
Table H.1 – Additional test conditions.....	66
Table I.1 – Requirements	68

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 14: Sectional specification –
Fixed capacitors for electromagnetic interference
suppression and connection to the supply mains**

FOREWORD

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

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60384-14 bears the edition number 4.1. It consists of the fourth edition (2013-06) [documents 40/2199/FDIS and 40/2232/RVD], its corrigendum 1 (2016-04) and its amendment 1 (2016-07) [documents 40/2463/FDIS and 40/2469/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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 60384-14 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This fourth edition constitutes a technical revision. All changes that have been agreed upon can be categorized as minor revisions.

A list of all the parts of the IEC 60384 series, published under the general title *Fixed capacitors for use in electronic equipment*, can be found on the IEC website.

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

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

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

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 publication using a colour printer.

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 applies to capacitors and resistor-capacitor combinations which will be connected to an a.c. mains or other supply with nominal voltage not exceeding 1 000 V a.c. (r.m.s.) or ~~1 000~~ 1 500 V d.c. and with a nominal frequency not exceeding 100 Hz.

1.2 Object

The principal object of this part of IEC 60384 is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60384-1, the appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods and to give general performance requirements for this type of capacitor. Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification will be of equal or higher performance level; lower performance levels are not permitted.

This standard also provides a schedule of safety tests to be used by national testing stations in countries where approval by such stations is required.

The overvoltage categories in combination with the a.c. mains voltages for the capacitors classified in this standard should be taken from IEC 60664-1.

1.3 Normative references

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

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

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

IEC 60065:2001, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*
Amendment 1:2005
Amendment 2:2010

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-17, *Environmental testing – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60384-1:2008, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

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

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

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

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC 61210, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

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

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

1.4 Information to be given in a detail specification

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.

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.

Requirements for safety approved a.c. capacitors to be used in d.c. applications are found in Annex H.

NOTE The information given in 1.4.1 may, for convenience, be presented in tabular form.

1.4.1 Outline drawing and dimensions

There shall be an illustration of the capacitor as an aid to easy recognition and for comparison of the capacitor 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; however, when the original dimensions are given in inches, the converted metric dimensions in millimetres shall be added.

Normally, the numerical values shall be given for the length, 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 number of capacitance values/voltage ranges are covered by a detail specification, their dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

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

1.4.2 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting to be applied for normal use and for the application of the vibration, bump or shock tests. The capacitors shall be mounted by their normal means. The design of the capacitor may be such that special mounting fixtures are required in its use. In this case, the detail specification shall describe the mounting fixtures and they shall be used in the application of the vibration, bump or shock tests.

If recommendations for mounting for "normal" use are made, they should be included in the detail specification under "1.8 Additional information (Not for inspection purposes)". If recommendations 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.

1.4.3 Ratings and characteristics

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

1.4.3.1 Nominal capacitance range

The preferred range of capacitance values should follow 2.2.1 of this standard.

When products approved to the detail specification have different ranges, the following statement should be added: "The range of values available in each voltage range is given in the register of approvals, available for example on the website www.iecq.org".

1.4.3.2 Nominal resistance range (if applicable)

The preferred range of resistance values should follow 2.2.4 of this standard

1.4.3.3 Particular characteristics

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

1.4.4 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the capacitor and on the package. See also 1.6 of this standard.

1.5 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60384-1, as well as the following, apply.

NOTE Some definitions of IEC 60384-1 have been expanded, as is indicated by a note.

1.5.1

a.c. capacitor

capacitor designed essentially for application with a power-frequency alternating voltage

Note 1 to entry: a.c. capacitors may be used on d.c. supplies having the same voltage as the a.c. r.m.s. rated voltage of the capacitor.

1.5.2

electromagnetic interference suppression capacitor

radio interference suppression capacitor

a.c. capacitor used for the reduction of electromagnetic interference caused by electrical or electronic apparatus, or other sources

1.5.3

capacitor of Class X

RC unit of Class X

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

1.5.4

capacitor of Class Y

RC unit of Class Y

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

1.5.5

two-terminal capacitor

electromagnetic interference suppression capacitor having two terminals

SEE: Figure 1.

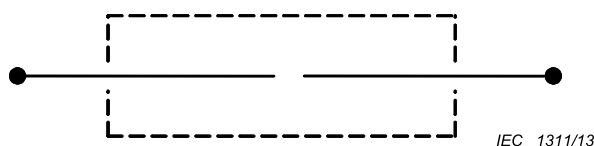


Figure 1 – Two-terminal EMI suppression capacitor

1.5.6

series RC unit

functional combination of a resistor in series with a capacitor of Class X or Y

SEE: Figure 2.



Figure 2 – RC unit

Note 1 to entry: In this standard, where the word "capacitor" appears, the words "capacitor or RC unit" should be understood where the context permits.

1.5.7

lead-through capacitor, <coaxial>

capacitor with a central current-carrying conductor surrounded by a capacitor element which is symmetrically bonded to the central conductor and to the outer casing to form a coaxial construction; it is coaxially mounted

SEE: Figure 3.

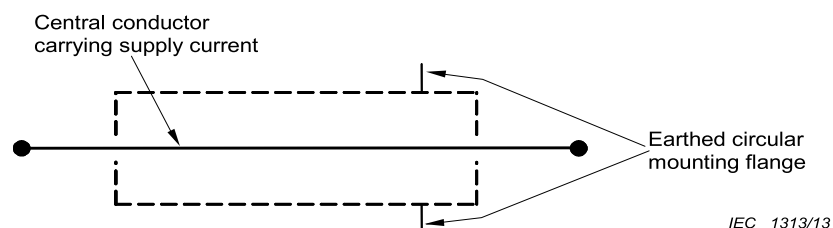


Figure 3 – Lead-through capacitor (coaxial)

1.5.8

lead-through capacitor, <non-coaxial>

capacitor in which the supply currents flow through or across the electrodes

SEE: Figures 4a, 4b, 4c and 4d.

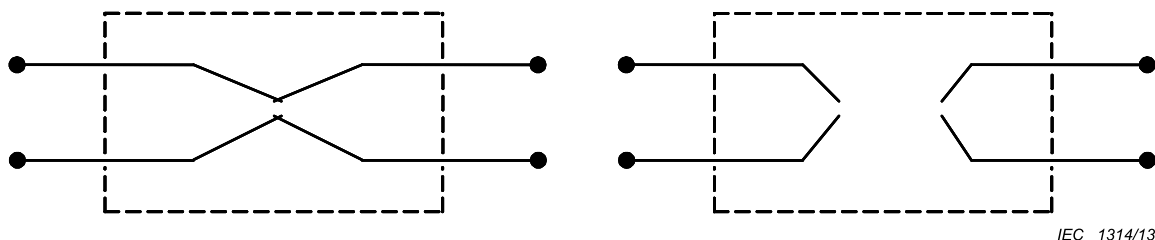


Figure 4a – Lead-through capacitor for symmetrical use (non-coaxial)

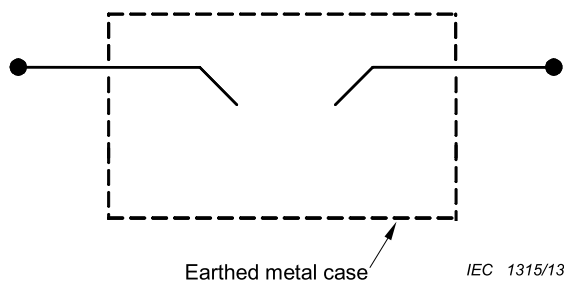


Figure 4b – Lead-through capacitor for asymmetrical use (non-coaxial)

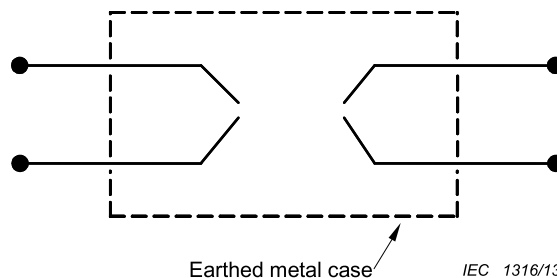


Figure 4c – Multiple unit lead-through capacitor (non-coaxial)
for symmetrical and asymmetrical use

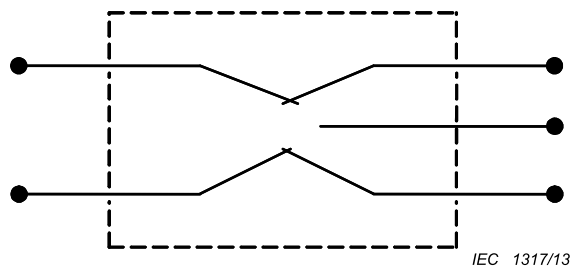


Figure 4d – Multiple unit lead-through capacitor

Figure 4 – Lead-through capacitors

1.5.9

by-pass capacitor

capacitor where radiofrequency interference currents are by-passed

Note 1 to entry: There are three common forms: single, delta and T-connected. The single capacitor consists of a capacitor in a metal case with one termination connected to the case as in Figure 5a; the delta form consists of an X-capacitor and two Y2-capacitors arranged in a delta network as in Figure 5b; the T-connected form consists of three capacitors C_A , C_B and C_C connected in T as shown in Figure 5c.

The delta and T-connected forms are electrically equivalent (star-delta transformation). In the T-connected form the X-capacitor is the result of the series connection of $C_B - C_C$ and the Y-capacitors are the results of the series connections of $C_A - C_B$ and $C_A - C_C$.

When T-connected capacitors are submitted to tests, and it is stated that voltages shall be applied across the X-capacitors, such voltages shall be applied between the line and neutral terminations. Similarly, when it is stated that voltages shall be applied across the Y-capacitors, such voltages shall be applied between the line and neutral terminations connected together and the earth termination.

SEE: Figures 5a, 5b and 5c.

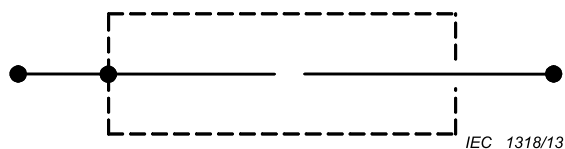


Figure 5a – Single by-pass capacitor

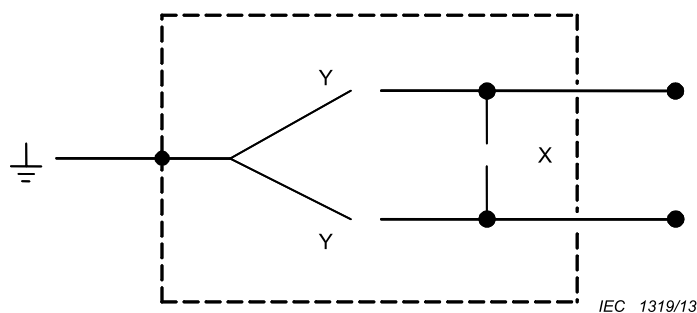


Figure 5b – Delta by-pass capacitor (in metallic housing)

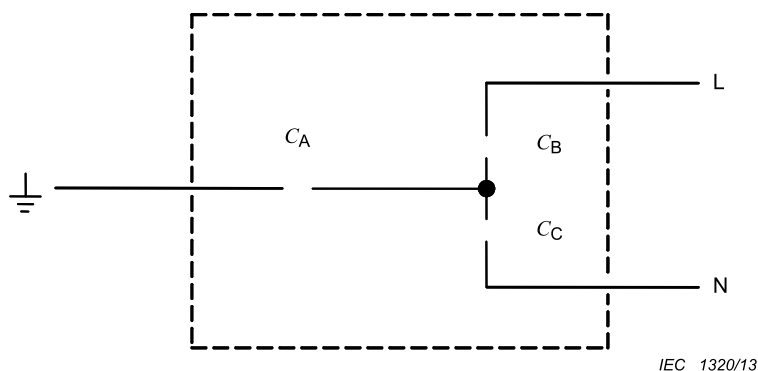


Figure 5c – Example of a T-connected by-pass capacitor (in non-metallic housing)

NOTE For capacitors with non-metallic housings, the earth connection is brought out as a separate termination as is shown in Figure 5c.

Figure 5 – By-pass capacitors

1.5.10

rated voltage

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

Note 1 to entry: This implies, for capacitors covered by this standard, that the category voltage is the same as the rated voltage.

1.5.11

rated power, <of a series RC unit>

maximum power which can be dissipated by the RC unit at the rated temperature during continuous operation

1.5.12

upper category temperature

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

Note 1 to entry: For lead-through capacitors and series RC units, the external surface temperature can be affected by internal heating due to the lead-through current. The terminations of a capacitor are considered to be part of the external surface.

Note 2 to entry: This definition replaces that given in IEC 60384-1:2008, 2.2.41, because suppression capacitors in accordance with this standard are intended to be connected to the mains network and may have internal heat generation as a result.

1.5.13

lower category temperature

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

Note 1 to entry: This definition replaces that given in IEC 60384-1:2008, 2.2.10.

1.5.14

rated temperature, <of a lead-through capacitor or series RC unit>

maximum ambient temperature at which a lead-through capacitor can carry its rated lead-through current or a series RC unit can dissipate its rated power

Note 1 to entry: This definition replaces that in IEC 60384-1:2008, 2.2.24.

1.5.15

insertion loss

ratio of the voltage before and after the insertion of the suppressor as measured at the terminations

Note 1 to entry: When measured in decibels, the insertion loss is 20 times the logarithm to base 10 of the ratio stated.

1.5.16

rated current of the conductors, <lead-through capacitor>

maximum permissible current flowing through the conductors of the capacitor at the rated temperature during continuous operation

1.5.17

main resonant frequency, <two-terminal capacitor>

lowest frequency at which the impedance of the capacitor is a minimum when applying a sinusoidal voltage

1.5.18

impulse voltage

periodic transient voltage of a defined waveform as described in IEC 60060-1

1.5.19

passive flammability

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

1.5.20

active flammability

ability of a capacitor to burn with a flame as a consequence of electric loading

1.6 Marking

See IEC 60384-1:2008, 2.4 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) capacitor class and subclass;
- d) recognized approval mark;
- e) nominal capacitance(s) and nominal resistance;
- f) rated voltage and nature of supply (alternating voltage may be indicated by the symbol  (IEC 60417-5032:2002) and direct voltage by the symbol  (IEC 60417-5031:2002) or , also a.c. and d.c. respectively for alternating voltage and direct voltage can be used;
- g) the method of connection, if necessary;
- h) rated current of the conductor (in the case of a lead-through capacitor);
- i) tolerance on rated capacitance if different from $\pm 20\%$;
- j) climatic category, followed by a letter indicating passive flammability category;
- k) rated temperature;
- l) year and month (or week) of manufacture;
- m) reference to the detail specification.

1.6.1 Marking of capacitors

The capacitor shall be clearly marked with a), b) and c) and also d), e) and f) if these are not implied by b), and as many of the remaining items as are considered necessary by the manufacturer. The marking shall be sufficient to enable a clear identification of the component to be made.

NOTE For surface mount components, see Annex F.

It is recommended that a caution mark be printed on the printed circuit board where a safety component is mounted. The caution mark shall be ISO 7000-0434:2004. The mark is in the form of an upright equilateral triangle containing an exclamation mark.

This caution mark is referred to in IEC 60065:2001, 5.3. Any duplication of information in the marking on the capacitor should be avoided.

1.6.2 Marking of packaging

The package containing the capacitor(s) shall be clearly marked with all the information listed above. National approvals may be indicated by lettering as an alternative to the approval mark.

1.6.3 Additional marking

Any additional marking shall be applied in such a way that no confusion can arise.

1.7 Classification of Class X and Class Y capacitors

1.7.1 Classification of X capacitors

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

Table 1 – Classification of Class X capacitors

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

1.7.2 Classification of Y capacitors

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	$U_P = 8,0$ kV
Y2	Basic insulation or supplementary insulation	≥ 150 V ≤ 500 V	When $C_N \leq 1,0$ μ F $U_P = 5$ kV When $C_N > 1,0$ μ F $U_P = \frac{5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
Y4	Basic insulation or supplementary insulation	< 150 V	$U_P = 2,5$ kV
Y2 capacitors may be substituted by Y1 capacitors of the same or higher U_R .			
NOTE 1 For definitions of basic, supplementary, double and reinforced insulation, see IEC 61140.			
NOTE 2 The factor used for the reduction of U_P for capacitance values above $1,0$ μ F maintains $0,5 \times C_N U_P^2$ 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.			

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.

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

The values given in detail specifications shall preferably be selected from the following.

2.1.1 Preferred climatic categories

The capacitors covered by this standard are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1:1988, Annex A.

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

- lower category temperature: -65 °C, -55 °C, -40 °C, -25 °C and -10 °C;
- upper category temperature: $+85$ °C, $+100$ °C, $+105$ °C, $+125$ °C and $+155$ °C;
- duration of the damp heat, steady state test: 21 and 56 days.

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

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

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Nominal capacitance (C_N)

The preferred values of nominal capacitance are:

1, 1,5, 2,2, 3,3, 4,7, 6,8 and their decimal multiples.

These values conform to the E6 series of preferred values given in IEC 60063.

2.2.2 Tolerance on nominal capacitance

The maximum tolerance on nominal capacitance is $\pm 20\%$.

2.2.3 Rated voltage (U_R)

The preferred values of rated voltage are 125 V, 250 V, 275 V, 400 V, 440 V, 500 V, 760 V and 1 000 V.

Electromagnetic interference suppression capacitors should 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 capacitors should take into account the possibility that the voltage of the system may rise by up to 10 % above its nominal voltage. In star connections the maximum voltage over the capacitors shall be calculated in the worst possible case when the nominal capacitance tolerances of the capacitors used are considered.

2.2.4 Nominal resistance (R_N)

Preferred values of nominal resistance shall be taken from the E6 series of IEC 60063.

2.2.5 Rated temperature

The rated temperature for lead-through capacitors and series RC units shall be not less than +40 °C.

2.2.6 Passive flammability

The preferred category of passive flammability permitted is Category B (see 4.17). If category C is used, it has to be agreed between the component supplier and the customer. See 4.17 also for alternative passive flammability testing.

Exemption: For components smaller than 1 750 mm³ passive flammability category C is permitted.

Passive flammability categories better than C may require flame retardant additives which may be considered to cause environmental impact. These categories should be subject to discussion between manufacturers and customers to find a compromise between safety and environmental requirements.

2.3 Requirements for sleeving, tape, tubing and wire insulation

Sleeving, tape, tubing and wire insulation used in the components falling under this standard shall be rated for the voltage involved and the temperature attained under any condition of actual use. They shall be flame retardant according to Class VW1.

If insulated terminals are requested, the preferable colours should be transparent or white.

3 Assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

For wound capacitors, the primary stage of manufacture is the winding of the capacitor element. For single-layer ceramic capacitors, it is the metallization of the dielectric to form the electrodes. For fixed multilayer ceramic capacitors, it is the first common firing of the dielectric-electrode assembly. For other types of capacitor, it shall be the same as that given in the sectional specification for the dielectric used.

3.2 Structurally similar components

Capacitors considered as being structurally similar are capacitors produced with essentially the same processes and materials, though they may be of different case sizes and capacitance values, but of the same class and rated voltage.

3.3 Certified records of released lots

The information required in IEC 60384-1:2008, Clause Q.9, 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 capacitance change, resistance change (for RC units), $\tan \delta$ and insulation resistance.

3.4 Approval testing

3.4.1 Safety tests only approval

Tables 3 and 6 form a schedule limited to tests concerning safety only requirements. The schedule to be used for safety tests only approval will be on the basis of fixed sample sizes as given in 3.4.3 and Table 3 of this standard. Prior to the approval testing being carried out, it is necessary to submit to the certification body a declaration of design (see Annex D) registering essential data and basic design details of the capacitors for which approval is sought.

3.4.2 Qualification approval

Tables 4, 5 and 7 shall be used when qualification approval is sought.

The procedures for qualification approval testing are given in the generic specification, IEC 60384-1:2008, Clause Q.5, in which Q.5.3a) refers to lot-by-lot and periodic inspections. The schedules to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic inspections are given in 3.5 and Table 8 of this standard. The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of fixed sample sizes according to IEC 60384-1:2008, Q.5.3b), is given in 3.4.3 and Tables 4 and 5 of this standard. For the two procedures, the sample sizes and the number of permissible nonconforming items shall be of comparable order. The test conditions and requirements shall be the same. Qualification approval according to the fixed sample sizes of Tables 4 and 5 is preferred.

3.4.3 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure

3.4.3.1 Sampling

Capacitors of each technology, rated voltage, class and subclass shall be separately qualified. The total number of capacitors of each rated voltage in each group is given in Tables 3, 4 and 5. For multi-section capacitors containing sections of different classes and for lead-through capacitors, larger numbers are required as indicated.

The sample shall contain equal numbers of specimens of the highest and lowest capacitance values in the range to be qualified, except for the passive flammability test of 4.17 and the active flammability test of 4.18. For the passive flammability test, the rules of sampling in

4.17, footnote d) to Table 3 and footnote h) to Table 4 shall be followed. For the active flammability test, the rules of sampling in 4.18 shall be followed. For RC units, the sample of highest capacitance values and the sample of the lowest capacitance values shall contain each, as nearly as possible, an equal number of resistors of the highest and lowest resistance value in the range to be qualified. Where only one capacitance value is involved, the total number of capacitors as stated in Tables 3, 4 and 5 shall be tested.

Spare specimens are permitted as follows:

- a) one per capacitance value which may be used to replace the permitted nonconforming item in Group 0;
- b) the remainder of the spare specimens may be required, if it is necessary, to repeat any test according to the provisions of footnote a) of either Tables 3 or 4.

The numbers given in Group 0 assume that all subgroups are applicable. If this is not so, the numbers may be reduced accordingly.

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

Tables 3, 4 and 5 give the number of specimens to be tested in each group or subgroup together with the permissible number of nonconforming items in each case.

Where a range of ceramic capacitors to be qualified consists of different temperature characteristics (or coefficients) or the range of capacitors employs significantly different materials, the samples for Groups 2, 3 and 7 shall contain the specified quantity of specimens for each temperature characteristics (or coefficients) or dielectric material group as specified below:

Group A: Materials with dielectric constant $\epsilon_r < 500$

Group B: Materials with dielectric constant $500 \leq \epsilon_r < 5\,000$

Group C: Materials with dielectric constant $\epsilon_r \geq 5\,000$

3.4.3.2 Tests

One of the complete series of tests indicated in Tables 3, 4 or 5 is required for the approval of capacitors of a single rated voltage covered by one detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

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

A specimen found to be a nonconforming item during the tests of Group 0 shall not be used for the other groups.

"One nonconforming item" is counted when a capacitor has not satisfied the whole or part of the tests of a group.

Approval is granted when the number of nonconforming is zero.

Fixed sample size test schedules for safety tests only are given in Tables 3, 5 and 6, for safety and performance qualification approval in Tables 4, 5 and 7. Tables 3, 4 or 5 include the details for the sampling and permissible nonconforming items for the different tests or groups of tests. Tables 6 or 7, together with the details of test contained in Clause 4, give a complete summary of test conditions and performance requirements and indicate where, for test methods or conditions of test, a choice shall be made in the detail specification.

The conditions of test and performance requirements for the fixed sample size schedule should be identical to those prescribed in the detail specification for the quality conformance inspection.

Table 3 – Sampling plan – Tests concerning safety requirements only

Group	Test	Subclause of this standard	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass Per group
0	Visual examination	4.1	$28 + 12^b +$	0
	Capacitance	4.2.2	$6^c +$	
	Resistance	4.2.4	$6 \text{ to } 18^d$	
	Voltage proof	4.2.1	$+24$	
	Insulation resistance	4.2.5		
	Spares		$14 + 6^c$	
1A	Creepage distances and clearances	4.1.1	6	0^a
	Robustness of terminations	4.3		
	Resistance to soldering heat	4.4		
	Solvent resistance of the marking	4.20		
2	Damp heat, steady state	4.12	10	0^a
3	Impulse voltage	4.13	12^b 12^b 6^c	0^a
	Endurance	4.14		
	Class X and RC units	4.14.3		
	Class Y and RC units	4.14.4		
	Lead-through ^e	4.14.5		
6	Passive flammability	4.17	$6 \text{ to } 18^d$	0
7	Active flammability	4.18	24	0
Tests in Group 0 can be carried out in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first.				
^a If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. ^b If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors. ^c Additional capacitors if lead-through capacitors are tested. ^d See footnote h to Table 4. ^e Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test, as prescribed in 4.14.6.				

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

Group	Test	Subclause of this standard	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass
				Per group DZ
0	Visual examination	4.1	50+ 12 ^d +	0 ^a
	Dimensions (gauging)	4.1	6 ^e +	
	Capacitance	4.2.2	6 to 18 ^h	
	Resistance	4.2.4	+24	
	Tangent of loss angle ^g	4.2.3		
	Voltage proof	4.2.1		
	Insulation resistance	4.2.5		
	Spares		20	
1	1A	Dimensions (detail)	4.1	0 ^a
		Robustness of terminations	4.3	
		Resistance to soldering heat	4.4	
		Component solvent resistance	4.19	
	1B	Solderability	4.5	0 ^a
		Solvent resistance of the marking	4.20	
		Rapid change of temperature	4.6	
		Vibration	4.7	
	1	Bump or shock ^f	4.8 or 4.9	0
		Container sealing ^c	4.10	
2	Damp heat, steady state	4.11	18	0
		4.12	10	0 ^a
3	Impulse voltage	4.13	12 ^d 12 ^d 6 ^e	0 ^a
	Endurance	4.14		
	Class X and RC units	4.14.3		
	Class Y and RC units	4.14.4		
	Lead-through ⁱ	4.14.5		
4	Charge and discharge ^b	4.15	6	0 ^a
5	Radiofrequency characteristics ^c	4.16	4	0 ^a
6	Passive flammability	4.17	6 to 18 ^h	0
7	Active flammability	4.18	24	0
Tests in Group 0 can be made in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first.				
^a If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. ^b If applicable. ^c If required in the detail specification. ^d If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors. ^e Additional capacitors if lead-through capacitors are tested. ^f Whichever is prescribed in the detail specification. ^g Not required for RC units, or for capacitors other than those of metallized film or metallized paper construction. ^h The smallest, a medium (in the case of more than four case sizes) and the largest case size shall be tested. Of each case size, three specimens of the maximum capacitance and three specimens of the minimum capacitance shall be tested, resulting in six specimens per case size. ⁱ Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test as prescribed in 4.14.6.				

Table 5 – Test schedule and sampling plan for lot-by-lot tests

Safety tests only			
Group	Clause number and test referred to Clause 4 of this standard	Inspection level IL	Acceptance number
A0	4.2.2 Capacitance ^a 4.2.4 Resistance ^a 4.2.1 Voltage proof ^d	100 % ^b	
A1	4.1 Visual examination ^c Dimensions ^c	S-4	0
	4.2.5 Insulation resistance (Test A)	I	0
Tests in Group A0 and Group A2 can be made in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first. The sampling sizes corresponding to inspection levels should be selected from IEC 61193-2:2007, Table 1. ^a If applicable. ^b May be carried out as end-of-line testing. ^c This test may be replaced by in-production testing if the manufacturer installs SPC on dimensional measurements or other mechanisms to avoid parts exceeding limits. ^d The voltage proof test shall be combined with a suitable monitoring method to detect defects in insulation resistance.			
Qualification approval – Assessment level DZ			
Group	Clause number and test referred to Clause 4 of this standard	Inspection level IL	Acceptance number ^b
A1	4.1 Visual examination	S-4	0
	4.1 Dimensions (gauging)		
A2	4.2.2 Capacitance	I	0
	4.2.4 Resistance ^a		
	4.2.3 Tangent of loss angle (metallized and ceramic capacitors only)		
	4.2.1 Voltage proof (Test A)		
	4.2.5 Insulation resistance (Test A)		
B1	4.5 Solderability ^a	S-3	0
^a If applicable. ^b If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample, and then no further nonconforming items are permitted.			

Table 6 – Test schedule for safety tests only (1 of 2)

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 0	Non-destructive	See Table 3	
4.1 Visual examination			No visible damage Legible marking
4.2.2 Capacitance			Within specified tolerance
4.2.4 Resistance (if applicable)			Within specified tolerance
4.2.1 Voltage proof	Method: ...		No permanent break-down or flashover
4.2.5 Insulation resistance	Method: ...		As in Table 11
Group 1A	Destructive	See Table 3	
4.1.1 Creepage distances and clearances			As 4.1.1
4.3 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.4 Resistance to soldering heat (if applicable)	No pre-drying See detail specification for the Method 1		
4.20 Solvent resistance of the marking	Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 1 Rubbing material: cotton wool Recovery: ...		Legible marking
4.4.2 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable)		No visible damage See Table 13 See Table 13
Group 2	Destructive	See Table 3	
4.12 Damp heat, steady state			
4.12.1 Initial measurements	Group 0 measurements to be used		
4.12.2 Test conditions	Ceramic capacitors: half of the sample with U_R applied; the other half with no voltage applied Other capacitors: no voltage applied		
4.12.3 Final inspection and measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Voltage proof Insulation resistance		No visible damage Legible marking See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15

Table 6 (2 of 2)

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 3 4.13.1 Initial measurements 4.13 Impulse voltage 4.14 Endurance 4.14.7 Final measurements	Destructive Group 0 measurements to be used 3 pulses, full wave Peak voltage: see Table 1 and Table 2 Duration: 1 000 h Voltage, current and temperature: see 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 and 4.14.6 Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Voltage proof Insulation resistance	See Table 3	 See 4.13.2 and 4.13.3 No visible damage Legible marking See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16
Group 6 4.17 Passive flammability	Destructive	See Table 3	See 4.17.1
Group 7 4.18 Active flammability	Destructive	See Table 3	See 4.18.4
Tests in Group 0 can be carried out in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first.			
^a Subclause numbers of test conditions and requirements refer to Clause 4. ^b <i>n</i> = number of specimens, <i>c</i> = number of permissible nonconforming items. ^c When, for a ceramic capacitor, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning according to Annex G should be performed as advised by the manufacturer.			

**Table 7 – Test schedule for safety and performance tests qualification approval –
Assessment level DZ (1 of 4)**

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 0	Non-destructive	See Table 4	
4.1 Visual examination			No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
4.1 Dimensions (gauging)			See detail specification
4.2.2 Capacitance			Within specified tolerance
4.2.4 Resistance (if applicable)			Within specified tolerance
4.2.3 Tangent of loss angle (metallized and ceramic capacitors only)	Frequency: ...		See detail specification
4.2.1 Voltage proof	Method: ...		No permanent break-down or flashover
4.2.5 Insulation resistance	Method: ...		See Table 12
Group 1A	Destructive	See Table 4	
4.1 Dimensions (detail)			See detail specification and Table 9
4.3 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.4 Resistance to soldering heat (if applicable)	No pre-drying See detail specification for the Method 1		
4.19 Component solvent resistance (if applicable)	Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 2 Recovery: ...		See detail specification
4.4.2 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable)		No visible damage See Table 13 See Table 13

Table 7 (2 of 4)

Subclause number and test ^a		Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 1B		Destructive	See Table 4	
4.5	Solderability (if applicable)	Without ageing For method see detail specification		Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations or solder shall flow within 3 s, as applicable.
4.20	Solvent resistance of the marking	Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 1 Rubbing material: cotton wool Recovery: ...		Legible marking
4.6	Rapid change of temperature	T_A = Lower category temperature T_B = Upper category temperature Five cycles Duration t_1 = 30 min		
4.6.1	Final inspection	Visual examination		No visible damage
4.7	Vibration	For mounting method and severity: see detail specification		
4.7.2	Final inspection	Visual examination		No visible damage
4.8 or	Bump	For mounting method and severity: see detail specification		
4.9	Shock			
4.8.2 or	Final measurements	Visual examination		No visible damage
4.9.2		Capacitance		See 4.8.2 or 4.9.2 of this specification
		Resistance (if applicable)		See Table 14

Table 7 (3 of 4)

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 1	Destructive	See Table 4	
4.10 Container sealing (if applicable)	Test Qc or Test Qd of IEC 60068-2-17 as prescribed in the detail specification		No evidence of leakage
4.11 Climatic sequence	Measurements made in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2 as appropriate		
4.11.1 Initial measurements	Temperature: upper category temperature		
4.11.2 Dry heat	Duration: 16 h		
4.11.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle			
4.11.4 Cold	Temperature: lower category temperature Duration: 2 h		
4.11.5 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles			
4.11.6 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Tan δ (if applicable) Voltage proof Insulation resistance		No visible damage Legible marking See Table 14 See Table 14 See Table 14 See Table 14 See Table 14
Group 2	Destructive	See Table 4	
4.12 Damp heat, steady state			
4.12.1 Initial measurements	Group 0 measurements to be used		
4.12.2 Test conditions	Ceramic capacitors: half of the sample with U_R applied; the other half with no voltage applied Other capacitors: no voltage applied		
4.12.3 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Tan δ (if applicable) Voltage proof Insulation resistance		No visible damage Legible marking See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15

Table 7 (4 of 4)

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 3 4.13.1 Initial measurements 4.13 Impulse voltage 4.14 Endurance 4.14.7 Final measurements	Destructive Group 0 measurements to be used Number of impulses: 24 max. Peak voltage: ... V, see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage, current and temperature: see 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 and 4.14.6 Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Tan δ (if applicable) Voltage proof Insulation resistance	See Table 4	See 4.13.2 and 4.13.3 No visible damage Legible marking See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16
Group 4 4.15 Charge and discharge 4.15.1 Initial measurements 4.15.3 Final measurements	Destructive Only for metallized and ceramic capacitors and RC units using such capacitors Group 0 measurements may be used, provided the measuring conditions are the same as required for this test; in addition, except for RC units, tan δ shall be measured at: 10 kHz for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 1 kHz for $C_N > 1 \mu\text{F}$ Capacitance Tan δ at same frequency as initial measurement (not for RC units) Resistance (if applicable) Insulation resistance	See Table 4	 See Table 17 See Table 17 See Table 17 See Table 17
Group 5 4.16 Radiofrequency characteristics	Non-destructive If required in the detail specification; see detail specification for measuring method	See Table 4	See detail specification
Group 6 4.17 Passive flammability	Destructive	See Table 4	See 4.17.1
Group 7 4.18 Active flammability	Destructive	See Table 4	See 4.18.4
Tests in Group 0 can be made in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first			
^a Subclause numbers of test conditions and requirements refer to Clause 4. ^b <i>n</i> = number of specimens, <i>c</i> = number of permissible nonconforming items. ^c When, for a ceramic capacitor, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning according to Annex G should be performed as advised by the manufacturer.			

3.5 Quality conformance inspection

Before submission to the quality conformance inspection, an appropriate 100 % voltage proof test between terminations according to Table 10 shall be made.

The details of this test shall be the prerogative of the manufacturer, but the time shall be not less than 1 s.

If the test is performed in a time period between 1 s and 2 s the voltage of Table 10 shall be increased to values above curve B of Figure 6.

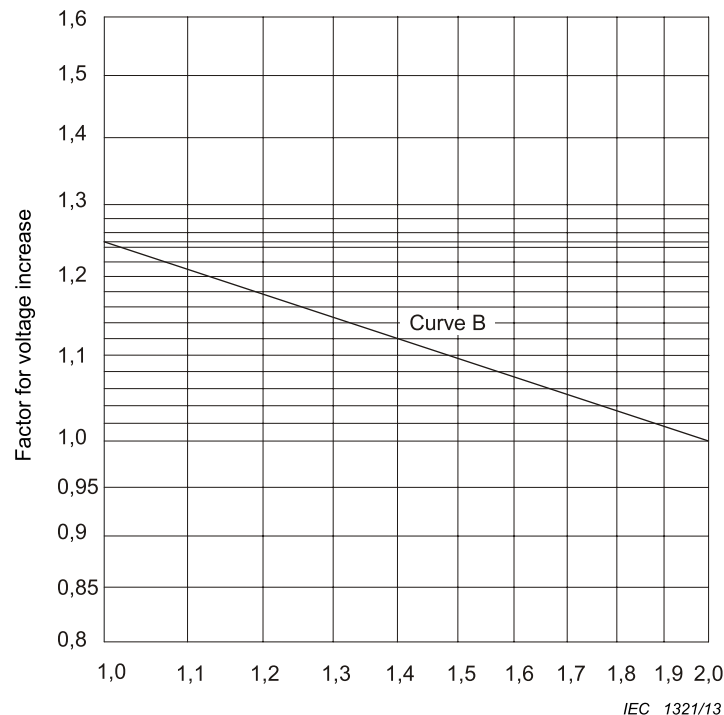


Figure 6 – Test duration (s)

If a d.c. test voltage is used instead of a.c. for Y-capacitors, it shall be not less than 1,5 times the a.c. test voltage in Table 10 and further increased to values above curve B of Figure 6.

All nonconforming items shall be removed from the lot prior to lot-by-lot testing.

3.5.1 Formation of inspection lots

3.5.1.1 Groups A and B inspection

These tests shall be carried out on a lot-by-lot basis according to Table 8.

A manufacturer may aggregate the current production into inspection lots subject to the following safeguards:

- a) the inspection lot shall consist of structurally similar capacitors (see 3.2);
- b) the sample tested shall be representative of the values and dimensions contained in the inspection lot:
 - 1) in relation to their number;
 - 2) with a minimum of five of any one value;

- c) if there are less than five of any one value in the sample the basis for the drawing of samples shall be agreed between the manufacturer and the Certification Body;

For Group A tests, the inspection lot shall consist of components of the same rated voltage, class and subclass and shall be taken from one continuous production run.

No nonconforming items are permitted for Class Y-capacitors in the voltage proof test.

For Group B tests, the inspection lot shall consist of components produced with similar processes and materials, as related to the test concerned.

3.5.1.2 Group C inspection

3.5.1.2.1 Safety tests only approval

Re-qualification tests according to Table 6 may be required by the certification body when a change of the declared design as given in Annex D is intended.

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

3.5.1.2.2 Qualification approval

These tests shall be carried out on a periodic basis.

The samples to be submitted to the periodic test in Table 8 shall be representative of the current production of the specified periods and shall be taken from the same rated voltage, class and subclass. In subsequent periods, other case sizes in production shall be tested with the aim of covering the whole range of the approval.

No nonconforming items are permitted for Class Y capacitors in the voltage proof test.

3.5.2 Test schedule

3.5.2.1 Test schedule for safety tests only approval

The schedule for the lot-by-lot tests or criteria for re-qualification is given in Table 5 and Annex D of this standard.

3.5.2.2 Test schedule for qualification approval

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in Table 4 of Clause 2 of the blank detail specification, for example, IEC 60384-14-3.

3.5.3 Delayed delivery

Re-inspection in the case of delayed delivery shall be carried out at intervals not exceeding three years. When according to the procedures of IEC 60384-1:2008, Clause Q.10, re-inspection has to be made, voltage proof at the full relevant test voltage, capacitance, resistance (if applicable) and insulation resistance shall be checked as specified in Group A inspection and solderability shall be checked according to Group B inspection.

3.5.4 Assessment level

The assessment level DZ will be used. See Table 8.

Table 8 – Assessment level

	DZ		
Inspection subgroup ^b	IL	Acceptance number	
A1	S-4	0	
A2	I	0	
B1	S-3	0	
Inspection subgroup ^b	DZ		
	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>c</i> ^a
C1A	6	6	0
C1B ^c	6	12	0
C1	6	18	0
C2	6	10	0
C3	3	12	0
Class X			
Class Y			
Lead-through			
C4	6	6	0
C5	12	4	0
C6	12	6 to 18	0
C7	12	24	0

The sampling sizes corresponding to inspection levels should be selected from IEC 61193-2:2007, Table 1.

IL = inspection level

p = periodicity in months

n = sample size

c = permissible number of nonconforming items

^a If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted.

^b The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.

^c The vibration, bump and shock tests in this subgroup are required to be carried out every 12 months only.

4 Test and measurement procedures

This clause supplements the information given in IEC 60384-1:2008, Clause 4.

AC tests carried out at a frequency between 50 Hz and 100 Hz are considered valid for any nominal frequency between 50 Hz and 100 Hz. In case of doubt, 50 Hz shall be the reference frequency for measurements.

4.1 Visual examination and check of dimensions

See IEC 60384-1:2008, 4.4 with the following additional details.

4.1.1 Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances on the outside of the capacitor between live parts of different polarity or between live parts and a metal case shall be not less than the appropriate values given in Table 9.

Table 9 is based on IEC 60664-1, but equipment safety standards IEC 60335-1, IEC 60065 and IEC 60950-1 have been considered, also. Further information may be obtained from IEC 60664-1.

Table 9 is generated using following environmental conditions as main guideline:

Pollution degree 2, altitude $\leq 2\,000$ m and CTI (Comparative Tracking Index) of materials ≥ 100 .

The creepage distances smaller than those in the Table 9 can be used, if rules given in IEC 60664-1 for CTI of materials in components allow that. Creepage distance shall always be larger or equal to clearance distance from this table. Equipment standards may require larger distances than ones given here.

Compliance shall be checked by measurement according to the rules laid down in IEC 60664-1 for measurements on the outside of the capacitor. Additional requirements may be necessary, for example for capacitors intended to be used in other environments than pollution degree 2 (e.g. drip-proof and splash-proof capacitors) or for the use of capacitors in altitudes higher than 2 000 m. See IEC 60664-1 for guidance.

Table 9 – Creepage distances and clearances

Points of measurement	Rated voltage (r.m.s.)									
	$U_R \leq 130$ V		$130 \text{ V} < U_R \leq 250$ V		$250 \text{ V} < U_R \leq 500$ V		$500 \text{ V} < U_R \leq 760$ V		$760 \text{ V} < U_R \leq 1\,000$ V	
	Creepage distance mm	Clearance mm	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 (functional insulation) ^a	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5	8,0	5,5
Between live parts and other metal parts over basic insulation ^b	2,0	1,5	4,0	3,0	5,0	4,0	6,3	5,5	8,0	7,5
Between live parts and other metal parts over reinforced insulation ^c	8,0	8,0	8,0	8,0	10,0	8,0	12,6	11,0	16,0	11,0
NOTE The reinforced insulation figures for voltages >500 V are given for information only. In this standard Y1 capacitors are limited to 500 V.										
^a These limits shall be used for measurements between terminals of an X-capacitor. ^b These limits shall be used for measurements between each terminal and the metal case of an X-capacitor and for measurements between terminals or between each terminal and the metal case of an Y2- or Y4-capacitor. ^c These limits shall be used for measurements between terminals of an Y1- capacitor (up to 500 V).										

4.2 Electrical tests

4.2.1 Voltage proof

See IEC 60384-1:2008, 4.6, with the following details.

4.2.1.1 Test circuit for d.c. tests

Omit the capacitor C_1 if the capacitor under test, or a section of it, is a metallized film or metallized paper capacitor.

The product of R_1 and $(C_1 + C_X)$ shall be less than, or equal to, 1 s and greater than 0,01 s.

R_1 includes the internal resistance of the power supply.

R_2 shall limit the discharge current to a value equal to, or less than, 0,05 A.

4.2.1.2 Test circuit and method for a.c. tests

When for qualification approval and periodic tests a 50/60 Hz voltage is applied, the voltage shall be supplied from a transformer fed from a variable auto-transformer, and the voltage shall be raised from near zero to the test voltage at a rate not exceeding 150 V/s. The test time shall be counted from the time the test voltage is reached. At the end of the test time the test voltage shall be reduced to near zero and the capacitor discharged through a suitable resistor.

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

4.2.1.3 Applied voltage

The voltages of Table 10 shall be applied between the respective measuring points shown in Table 3 of IEC 60384-1:2008 for a period of 1 min for qualification approval and periodic testing and for a period of not less than 1 s for lot-by-lot quality conformance testing, with the following details:

- a) the test according to 2c of Table 3 of IEC 60384-1:2008 shall not be carried out;
- b) for encapsulated units with a non-metallic case, a voltage proof test such as Test C shall be carried out only for qualification approval tests and periodic tests;
- c) the method of applying the test voltage for Test C shall be given in the detail specification. For qualification testing, the foil method given in IEC 60384-1:2008, 4.6.2.3.2 shall be used, unless otherwise specified in the detail specification;

NOTE This test is applicable only to insulated capacitors in non-metallic case or in insulated metallic case. See IEC 60384-1:2008, 4.6.2.3.

- d) for testing during a period between 1 s and 2 s, the voltage of Table 10 shall be increased as indicated in Figure 6.

Attention is drawn to the fact that repetition of the voltage proof test by the user may damage the capacitor. If repetition of the voltage proof test is made by the user, the applied voltage should not be greater than 66 % of the test voltage specified in Table 10.

Table 10 – Voltage proof

Class	Range of rated voltages	Test A	Test B or Test C
X1 X2	$\leq 1\,000\text{ V}$	$4,3\ U_R$ (d.c.) ^c	$2\ U_R + 1\,500\text{ V}$ (a.c.) with a minimum of $2\,000\text{ V}$ (a.c.) ^a
Y1	$\leq 500\text{ V}$	$4\,000\text{ V}$ (a.c.)	$4\,000\text{ V}$ (a.c.)
Y2	$\geq 150\text{ V}$ $\leq 500\text{ V}$	$U_R + 1\,200\text{ V}$ (a.c.) with a minimum of $1\,500\text{ V}$ (a.c.) ^b	$2\ U_R + 1\,500\text{ V}$ (a.c.) with a minimum of $2\,000\text{ V}$ (a.c.) ^b
Y4	$< 150\text{ V}$	900 V (a.c.) ^b	900 V (a.c.) ^b
^a For Delta and T-connected capacitor units according to Figures 5b and 5c, the test voltage for terminals to case shall be the appropriate test voltage for the Y-capacitors. ^b For lot-by-lot tests of Class Y2- and Y4-capacitors, the a.c. test voltage may be replaced by a d.c. voltage of 1,5 times the prescribed a.c. voltage. ^c The U_R in this d.c. test is the rated a.c. voltage value.			

4.2.1.4 Requirements

There shall be no permanent breakdown or flashover during the test period.

NOTE The occurrence of self-healing breakdowns during the application of the test voltages on metalized film capacitors is allowed.

4.2.2 Capacitance

See IEC 60384-1:2008, 4.7 with the following details.

4.2.2.1 Measuring conditions

The capacitance measured shall be the series equivalent capacitance.

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

The measuring temperature shall be in accordance with IEC 60384-1:2008, 4.2.1.

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

As the nominal capacitance of ceramic capacitors, as measured above, is the small-signal capacitance, the manufacturer shall supply the following information for ceramic capacitors:

- the maximum expected 50/60 Hz current through the capacitor at rated voltage taking into account capacitance tolerance and temperature characteristic (or coefficient) of capacitance;
- the minimum expected capacitance taking into account capacitance tolerance and temperature characteristic (or coefficient) of capacitance.

4.2.2.2 Requirements

The capacitance value shall be within the specified tolerance.

4.2.3 Tangent of loss angle

This test is normally required for metallized and ceramic capacitors only.

See IEC 60384-1:2008, 4.8 with the following details:

The measuring frequency shall be 10 kHz for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ and 1 kHz for $C_N > 1 \mu\text{F}$. For ceramic capacitors measuring frequency shall be 1 kHz, but for capacitors with $C_N < 100 \text{ pF}$ (class 2) and $C_N \leq 1\,000 \text{ pF}$ (class 1), the measuring frequency shall be 1 MHz.

4.2.4 Resistance (Equivalent Series Resistance (ESR)) (for RC units only)

The ESR shall be measured in a series equivalent circuit at the following frequency:

100 kHz for $R_N \times C_N < 50 \mu\text{s}$;

1 kHz for $R_N \times C_N \geq 50 \mu\text{s}$

where

R_N is the nominal resistance in ohms, and

C_N is the nominal capacitance in farads.

4.2.5 Insulation resistance

See IEC 60384-1:2008, 4.5 with the following details.

In lot-by-lot quality conformance testing the measuring may be interrupted at the time that the value of the insulation resistance exceeds the limits of Tables 11 or 12, which can be shorter than 60 s.

4.2.5.1 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 sectional specification for the relevant dielectric, or given in the detail specification.

4.2.5.2 Requirements

The insulation resistance shall exceed the values of Tables 11 or 12 as appropriate.

Table 11 – Insulation resistance – Safety tests only

Test A		Test B or Test C
When $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N in s	When $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R in $\text{M}\Omega$	R in $\text{M}\Omega$
2 000 ^a	6 000	6 000
^a For capacitors with ester-impregnated paper dielectric, the values of the table shall be replaced respectively by the values 500, 1 500 and 2 000.		

Table 12 – Insulation resistance – Safety and performance tests

Dielectric	Test A		Test B or Test C
	When $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N in s	When $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R in $\text{M}\Omega$	R in $\text{M}\Omega$
Paper ^{a, b}	2 000	6 000	6 000
Plastic	5 000	15 000	30 000
Ceramic	–	6 000	3 000
REMARKS			
- In the Table 11 and Table 12, C_N is the nominal capacitance and R the measured insulation resistance. - Limits more severe and related to the dielectric may be given in the detail specification for performance tests only, where possible by reference to the appropriate IEC publication. - For capacitors having one termination connected to the case, the insulation resistance limits for Test A should be used. - For capacitors with a discharge resistor, measurement should be carried out with the discharge resistor disconnected. If the resistor cannot be disconnected without the capacitor being destroyed, the test should be omitted in Group A; and, for qualification approval and periodic tests, the test should be carried out on half of the specimens in the sample, which should consist of capacitors specially made without discharge resistors.			
^a Also for mixed plastic/paper dielectrics.			
^b For capacitors with ester-impregnated paper dielectric, the values of the table shall be replaced respectively by the values 500, 1 500 and 2 000.			

4.3 Robustness of terminations

See IEC 60384-1:2008, 4.13 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-in contacts shall be specified in the detail specification; the test methods and severity shall comply with the applicable parts of IEC 61210.

4.4 Resistance to soldering heat

This test is not applicable to capacitors with insulated leads longer than 10 mm, or to capacitors with terminations not intended to be soldered (such as screw and fast-on terminations).

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

See IEC 60384-1:2008, 4.14 with the following details.

4.4.1 Test conditions

There shall be no pre-drying.

4.4.2 Final inspection, measurements and requirements

The final measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Subgroup 1A and before the remainder of the tests of Group 1. The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 13.

Table 13 – Resistance to soldering heat – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Visual examination	4.1	No visible damage
Capacitance	4.2.2	The difference between the capacitance measured finally and in Group 0 of Table 3, or Table 4 shall not exceed 5 % ^a
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R/R \leq 5 \%$
^a For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 10 %.		

4.5 Solderability

This test is not applicable to capacitors with terminations not intended for soldering (such as screw terminations and snap-in contacts).

See IEC 60384-1:2008, 4.15 with the following details.

4.5.1 Test conditions

No ageing is required.

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

4.5.2 Requirements

See Table 7.

4.6 Rapid change of temperature

When for fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2 a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

See IEC 60384-1:2008, 4.16 with the following details.

Number of cycles: 5.

Duration of exposure at the temperature limits: 30 min.

4.6.1 Final inspection

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

4.7 Vibration

See IEC 60384-1:2008, 4.17 with the following details.

4.7.1 Test conditions

The following degree of severity of test Fc applies: 0,75 mm displacement or 100 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 total duration shall be 6 h.

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

4.7.2 Final inspection

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

4.8 Bump

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

See IEC 60384-1:2008, 4.18 with the following details.

4.8.1 Test conditions

The following are the preferred severities.

Total number of bumps: 1 000 or 4 000

Acceleration: 400 m/s²

Pulse duration: 6 ms

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

4.8.2 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the following requirements.

- There shall be no visible damage.
- The change of capacitance compared with the value measured in Group 0 of Table 4 shall not exceed 5 % except for ceramic capacitors where it shall not exceed 10 %.
- The value of $\tan \delta$ shall not exceed the limit prescribed in the detail specification.
- The change of resistance (if applicable) shall not exceed the limit in Table 14.

When preconditioning is performed, initial measurements for reference shall be carried out after preconditioning.

4.9 Shock

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

See IEC 60384-1:2008, 4.19 with the following details.

4.9.1 Test conditions

The following severities are preferred.

Pulse-shape: half-sine wave

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

The mounting method, the severity and the number of shocks along each axis shall be specified in the detail specification.

4.9.2 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the following requirements.

- There shall be no visible damage.
- The change of capacitance compared with the value measured in Group 0 of Table 4 shall not exceed 5 % except for ceramic capacitors where it shall not exceed 10 %.
- The value of $\tan \delta$ shall not exceed the limit prescribed in the detail specification.
- The change of resistance (if applicable) shall not exceed the limit in Table 14.

When preconditioning is performed, initial measurements for reference shall be carried out after preconditioning.

4.10 Container sealing

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

See IEC 60384-1:2008, 4.20 with the following details.

4.10.1 Test conditions

The capacitors 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 1 shall be used when Test Qc is employed.

4.10.2 Requirements

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

4.11 Climatic sequence

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

See IEC 60384-1:2008, 4.2.1 with the following details.

4.11.1 Initial measurements

The initial measurements for the climatic sequence are the measurements carried out in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2 as appropriate.

4.11.2 Dry heat

See IEC 60384-1:2008, 4.21.2 with the following details.

No measurements are required at the upper category temperature.

4.11.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2008, 4.21.3.

4.11.4 Cold

See IEC 60384-1:2008, 4.21.4 with the following details.

No measurements are required at the lower category temperature.

4.11.5 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles

See IEC 60384-1:2008, 4.21.6.

4.11.6 Final inspection, measurements and requirements

See IEC 60384-1:2008, 4.21.7 with the following details.

Recovery shall be for $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ under standard atmospheric conditions for testing.

After recovery, the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 14.

Table 14 – Climatic sequence – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Visual examination	4.1	No visible damage The marking shall be legible
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 5 % ^a of the value measured in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2, as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 for $C_N > 1 \mu\text{F}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$\left \frac{\Delta R}{R} \right \leq 5 \%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
^a For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 10 %.		

4.12 Damp heat, steady state

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

Requirements for capacitors used in high humidity applications are contained in Annex I.

See IEC 60384-1:2008, 4.22 with the following details.

4.12.1 Initial measurements

Initial measurements have been carried out in Group 0 of Tables 3 or 4.

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

4.12.2 Test conditions

Temperature: $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

Relative humidity: $(93 \pm 3)\%$

Duration: 21 or 56 days

When the test is made on ceramic capacitors, half of the sample shall have the rated voltage applied and the other half shall have no voltage applied.

For all other capacitors, no voltage shall be applied during the test.

4.12.3 Final inspection, measurements and requirements

Recovery shall be for 1 h to 2 h under standard atmospheric conditions for testing.

After recovery the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 15.

Table 15 – Damp heat, steady state – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Visual examination	4.1	No visible damage The marking shall be legible
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 5 % ^a of the value measured in Group 0 of Tables 3 or 4, as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1\text{ }\mu\text{F}$ 0,005 for $C_N > 1\text{ }\mu\text{F}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$\left \frac{\Delta R}{R} \right \leq 5\%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
^a For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 15 %.		

4.13 Impulse voltage

This test is to be carried out as a sequence with the endurance test described in 4.14.

4.13.1 Initial measurements

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

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

4.13.2 Test conditions

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

The rise time, t_r , is defined as $t_r = (t_{90} - t_{30}) \times 1,67$. Time t_r is the front time T_1 defined in IEC 60060-1:2010, 7.1.18.

The decay time t_d , is the same as time to half value T_2 defined in IEC 60060-1:2010, 7.1.22.

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

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 A.1. The rise time t_r and decay time t_d shall be within 0 % + 50 % of the values given in Table A.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 be not greater than 10 % of the peak voltage of the impulse U_{CR} as shown in Figure 7.

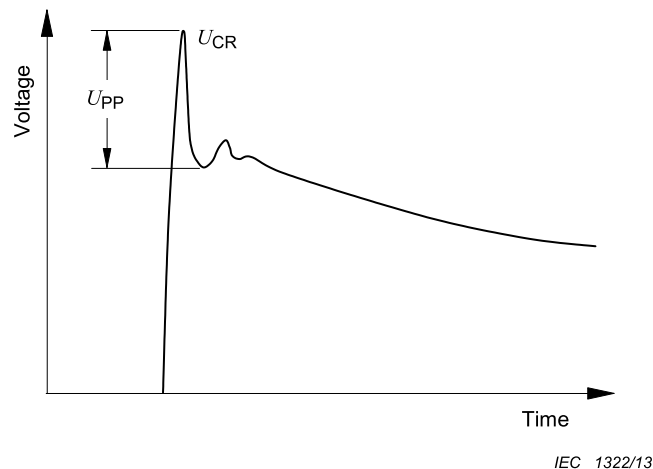


Figure 7 – Impulse wave form

4.13.3 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 capacitor, then no further impulses shall be applied and the capacitor shall be counted as conforming.

If all 24 impulses have been applied to the capacitor and 3 or more of them are of a waveform indicating that no self-healing breakdowns or flashovers have occurred, then the capacitor shall be counted as conforming, but, if less than three impulses are of the required waveform, then the capacitor shall be counted as a nonconforming item.

4.14 Endurance

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

The endurance test shall be started within one week of the completion of the impulse voltage test. See IEC 60384-1:2008, 4.23 with the following details.

4.14.1 Test conditions

The capacitors shall be placed in the test chamber in such a manner that no capacitor is within 25 mm of any other capacitor.

However, there is an exception, when the width or diameter of the capacitor is less than 25 mm, then the distance between the capacitors may be reduced to the value of this width or diameter, provided that this causes no extra heating of the capacitors. In case of doubt, the 25 mm spacing shall be used.

The capacitors shall not be heated by direct radiation and the circulation of the air in the chamber shall be adequate to prevent the temperature from exceeding ± 3 °C of the specified temperature at any point where capacitors are placed.

For non self-healing capacitors, a 1 A fuse or larger, if the capacitance value under test so requires, shall be connected in the supply circuit and shall not rupture during the test.

NOTE For self-healing capacitors a fuse or other device of suitable sensitivity may be connected in the circuit of each capacitor to indicate if failure occurs.

4.14.1.1 Sampling

The sample for the endurance test shall be divided, if necessary, into two or three parts according to the numbers given in Tables 3, 4 or 5, so that separate tests may be carried out on the X-capacitors, the Y-capacitors and the lead-through arrangements.

For example, when testing delta capacitor units (see 1.5.9), 12 capacitor units shall be tested according to 4.14.3 and another 12 units according to 4.14.4. When testing a Class Y lead-through capacitor (see 1.5.8) 12 capacitors shall be tested according to 4.14.4 and 6 units according to 4.14.5.

4.14.2 Initial measurements

Initial measurements have been carried out in 4.13.1.

4.14.3 Endurance for Class X capacitors and RC units containing Class X capacitors

For multi-section capacitors, all X-sections shall be tested in parallel, if necessary, by shorting out any Y-sections. For T-connected capacitors (see 1.5.9), the test shall be carried out between the terminals normally connected to line and neutral.

The capacitors and RC units, for which no rated temperature is given, shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at upper category temperature at a voltage of $1,25 U_R$ except that once every hour the voltage shall be increased to voltage U_S r.m.s. for 0,1 s, where $U_S = 1,5 \times U_R$ or 1 000 V r.m.s., whichever is higher. Each of these voltages shall be applied to each capacitor individually through a resistor of $47 \Omega \pm 5 \%$. The suitable circuit is shown in Annex B.

NOTE The value of this resistor is chosen to simulate the high-frequency impedance of the supply mains. For capacitors with capacitance value above 10 μF the dissipated power in the resistor becomes large. With increasing

capacitance values the dissipated power may rise to unpractical level. In this kind of situation Safety Test Houses may allow lower resistance value of 5 % of the reactance value of the test capacitor C_x to be used.

RC units, for which a rated temperature is given, shall be mounted in the manner specified by the manufacturer, and the oven shall be stabilized at the rated temperature without voltage applied to the capacitors. The voltage shall then be switched on and the time counted from this moment.

After thermal stability due to internal heating of the resistor has been re-established, the case temperature of one of the capacitors shall be measured. It shall not exceed the upper category temperature.

The test circuit should be designed so that voltage transients and current surges are avoided during switching. This may be achieved by discharging the capacitor before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over to U_S r.m.s. and back does not exceed 30 s.

4.14.4 Endurance for Class Y capacitors and RC units containing Class Y capacitors

For multi-section capacitors, all Y-sections shall be tested in parallel, if necessary, by shorting out any X-sections. For T-connected capacitors (see 1.5.9) the terminals normally connected to line and neutral shall be shorted and the test shall be carried out between them and the terminal normally connected to earth.

The capacitors shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at upper category temperature at a voltage of $1,7 U_R$, except that once every hour the voltage shall be increased to voltage U_S r.m.s. for 0,1 s, where $U_S = 1,5 \times U_R$ or 1 000 V r.m.s., whichever is higher. Each of these voltages shall be applied to each capacitor individually through a resistor of $47 \Omega \pm 5 \%$. The test circuit is shown in Annex B.

The test circuit should be designed so that voltage transients and current surges are avoided during switching. This may be achieved by discharging the capacitor before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over the U_S r.m.s. and back does not exceed 30 s.

4.14.5 Endurance for the lead-through arrangements

In addition to the endurance tests of the capacitors according to 4.14.3 and 4.14.4, the current-carrying capacity of the lead-through arrangements shall be tested. All the lead-through wires shall be connected in series and the capacitors submitted to an endurance test of 1 000 h with a current of $1,1 I_R$ passing through the lead-through wires. During this test, no voltage is applied to the capacitor dielectric.

The capacitors shall be mounted in the manner specified by the manufacturer, and the oven shall be stabilized at the rated temperature without current passing through the capacitors. The current shall then be switched on and the time counted from this moment.

After thermal stability has been re-established, the case temperature of one of the capacitors shall be measured. It shall not exceed the upper category temperature.

4.14.6 Test conditions – Combined voltage/current tests

For some types of capacitor, such as coaxial lead-through capacitors, it is possible without difficulty to apply both test voltage and current to the capacitor at the same time. If prescribed in the detail specification, a combined endurance test of 1 000 h may be carried out instead of the tests of 4.14.3 (or 4.14.4) and 4.14.5 using the number of specimens appropriate for the test of 4.14.3 (or 4.14.4) and 1,1 times the rated current flowing through the lead-through arrangements.

The case temperature of one of the capacitors shall be measured as in 4.14.5. It shall not exceed the upper category temperature.

4.14.7 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured in the order given in Table 16.

Table 16 – Endurance – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Visual examination	4.1	No visible damage
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 10 % ^a of the value in Group 0 of Tables 3 or 4 as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 for $C_N > 1 \mu\text{F}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R / R \leq 10 \%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
^a For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 20 %.		

4.15 Charge and discharge

This test is applicable only to metallized capacitors, ceramic capacitors and RC units using such capacitors.

See IEC 60384-1:2008, 4.27 with the following details.

4.15.1 Initial measurements

Initial measurements have been made in Group 0 of Tables 3 or 4. In addition, except for RC units, $\tan \delta$ shall be measured according to IEC 60384-1:2008, 4.8 with the following details.

C_N :	$\leq 1 \mu\text{F}$	C_N :	$> 1 \mu\text{F}$
Frequency:	10 kHz	Frequency:	1 kHz
Voltage:	1 V r.m.s. max.	Peak voltage:	$\leq 3 \%$ of rated voltage

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

4.15.2 Test conditions

The capacitors 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 capacitor. For a.c. capacitors, the test voltage shall be $\sqrt{2} \times U_R$ and for d.c. capacitors the test voltage shall be U_R .

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

$$R = \frac{220 \times 10^{-6}}{C_N} \Omega$$

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.

Each capacitor shall be individually discharged through a resistor of such a value that the maximum rate of change of voltage (dU/dt) shall be approximately 100 V/ μ s.

For RC units, if it is impossible to achieve a discharge rate of 100 V/ μ s, the RC unit shall be discharged through a short circuit.

The circuit is given in Annex C.

4.15.3 Final measurements and requirements

The capacitor shall be measured and shall meet the requirements of Table 17.

Table 17 – Charge and discharge – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 10 % ^a of the value in Group 0 of Tables 3 or 4, as applicable
Tan δ for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ (if applicable)	4.15.1	The increase of tan δ over the value measured in 4.15.1 shall not exceed 80×10^{-4}
Tan δ for $C_N > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$ (if applicable)	4.15.1	The increase of tan δ over the value measured in 4.15.1 shall not exceed 50×10^{-4}
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R / R \leq 10 \%$
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
^a For ceramic capacitors, the capacitance difference shall not exceed 20 %.		

4.16 Radiofrequency characteristics

The detail specification may prescribe measuring methods and requirements for one or more of the following radiofrequency characteristics:

- the main resonant frequency of the capacitor;
- insertion loss (the methods of CISPR 17 shall be used where possible);
- resistance at resonant frequency;
- impedance of the capacitor;
- inductance of the capacitor.

4.17 Passive flammability test

4.17.1 Testing according to IEC 60384-1

See IEC 60384-1:2008, 4.38, with the following details.

No test according to Group 0 and no preconditioning are required.

The test shall be carried out on 6 to 18 specimens, depending on the number of case sizes tested. The smallest, a medium (in the case of more than 4 case sizes in the range to be qualified), and the largest case size in the range to be qualified, shall be tested. For each case size, 3 specimens, each of the highest and lowest capacitance values of the range to be qualified, shall be tested.

The flame shall be applied for the period of time specified in the generic specification corresponding to the volume of the specimen and the category of flammability specified in the detail specification.

The preferred category is category B. If category C is used, it has to be agreed between the component supplier and the customer.

Exemption: For components smaller than 1 750 mm³ passive flammability category C is permitted.

Passive flammability categories better than C may require flame retardant additives which may be considered to cause environmental impact. These categories should be subject to discussion between manufacturers and customers to find a compromise between safety and environmental requirements.

For surface mount capacitors consisting of ceramic and metal only the passive flammability test can be omitted.

4.17.1.1 Requirements

The burning time specified in the generic specification shall not be exceeded by any specimen. The tissue paper shall not ignite. No electrical measurements are required.

4.17.2 Alternative passive flammability test

In situations, where the components do not have passive flammability category B, or where category C has not been agreed upon, and the volume of the capacitor is greater than 1 750 mm³, or when the polymeric enclosure materials are not classified V-0 according to IEC 60695-11-10, the following alternative test method can be used.

Three samples of the component are to be subject to three 15 s applications of a test flame, the period between the applications of the flame being 15 s. The component shall not continue to flame for more than 15 s after the first and second applications, and not more than 60 s after the third application.

4.17.2.1 Requirements for the test set-up

For the test, a supply of gas having a heating value of approximately 37,6 MJ/m³ (1 000 Btu/ft³) at normal pressure and a 9,5 mm (3/8 inch) diameter Tirril burner are to be used. The test flame is to be 19 mm (3/4 inch) high with the air ports of the burner closed.

4.17.2.2 Requirements for the conduction of the test

Each component is to be mounted in a position that is most conducive to the ignition of the component and that is permitted by the physical construction of the component. The tip of the test flame is to be applied at any location on the body of each component. No electrical measurements are required.

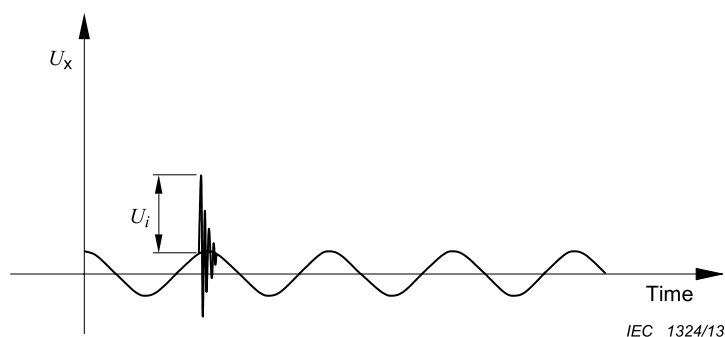


Figure 9 – Fundamental a.c. wave with randomly, not synchronized, superimposed high-voltage pulse

- Tr = isolation transformer for blocking with secondary voltage of $U_{\sim}$, and a sufficient capacity to supply 16 A to the test circuit at a voltage of $\geq 0,9 \times U_{\sim}$;
- C_1, C_2 = filter capacitor $1 \mu\text{F} \pm 10 \%$;
- $L_1 \dots L_4$ = rod core choke $1,5 \text{ mH} \pm 20 \%$, 16 A;
- C_3 = capacitor $0,033 \mu\text{F} \pm 5 \%$;
- R = $5 \Omega \pm 2 \%$ for $C_x \geq 1 \mu\text{F}$;
 = $10 \Omega \pm 2 \%$ for $0,22 \mu\text{F} \leq C_x < 1 \mu\text{F}$;
 = $40 \Omega \pm 2 \%$ for $0,068 \mu\text{F} \leq C_x < 0,22 \mu\text{F}$;
 = $100 \Omega \pm 2 \%$ for $C_x < 0,068 \mu\text{F}$;
- C_x = capacitor under test;
- U_t = voltage to which the tank capacitor C_t is charged;
- C_t = tank capacitor is $3 \mu\text{F} \pm 5 \%$ up to $C_x = 1 \mu\text{F}$, and $\geq 3 \times C_x$ for $C_x > 1 \mu\text{F}$. The recommended value is $3 \times C_x$, but it is allowed to use a reasonably higher value in order to standardize the test equipment;
- F = slow-blow fuse, rated 16 A.

NOTE C_1, C_2 and $L_1 \dots L_4$ comprise a mains protection filter; other configurations for these filters are permitted.

C_3 and C_t should have a suitable voltage compared to the required U_t during test.

4.18.3 Adjustment of U_i

The a.c. voltage shall be switched off by S_1 and the secondary winding of the transformer shall be short-circuited by S_2 . A set-up capacitor of capacitance $C_x \pm 5 \%$ shall be connected in the C_x position. U_t shall then be adjusted so that the required peak voltage U_i appears across capacitor C_x , as demonstrated by the oscilloscope. The test shall then be conducted on the capacitors under test using this setting of U_t .

4.18.4 Requirements

The cheesecloth around the capacitor shall not burn with a flame. No electrical measurements are required.

4.19 Component solvent resistance (if applicable)

See IEC 60384-1:2008, 4.31, with the following details.

The detail specification shall specify whether tests are required using solvents additional to those specified in the generic specification.

The requirements shall be specified in the detail specification.

4.20 Solvent resistance of the marking

See IEC 60384-1:2008, 4.32, with the following details.

The detail specification shall specify whether tests are required using solvents additional to those specified in the generic specification.

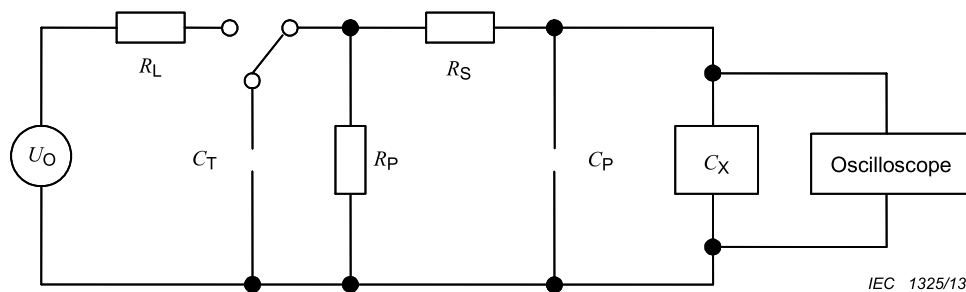
The marking shall be legible.

Annex A (normative)

Circuit for the impulse voltage test

It has to be pointed out that the 1,2/50 pulse shape in equipment standards, e.g. in IEC 60065:2001, Annex K and in IEC 60950-1:2005, Annex N, is defined under open circuit conditions, and different shape is accepted in under load conditions.

The test prescribed in 4.13 shall be carried out using the circuit of Figure A.1 and the values given in Table A.1, as well as the values and tolerances given in Table A.2.



C_T = charging (or tank) capacitor

R_S = series resistor, or charging resistor

C_P = parallel capacitor R_P = parallel resistor, or discharging resistor

C_X = capacitor under test

U_O = direct voltage source

R_L = loading resistor

Figure A.1 – Impulse voltage test circuit

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

Nominal value of 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

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

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

Annex B (normative)

Circuit for the endurance test

The test prescribed in 4.14 shall be carried out with the following circuit (see Figure B.1).

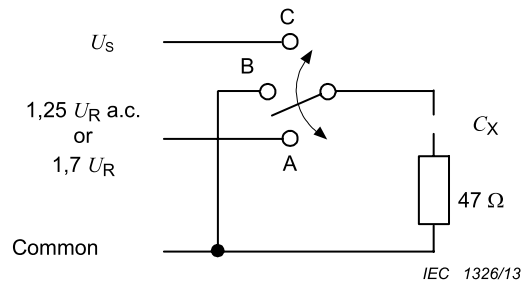


Figure B.1 – Endurance test circuit

C_X = capacitor under test.

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

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

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

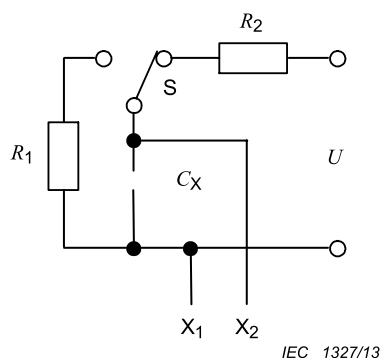
For any capacitor under test, the following condition shall be fulfilled:

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

Annex C (normative)

Circuit for the charge and discharge test

The test prescribed in 4.15 shall be carried out with the following circuit (see Figure C.1).



IEC 1327/13

C_X = capacitor under test

R_1 = current-limiting resistor (discharge)

R_2 = current-limiting resistor (charge)

S = switching device

U = test voltage

X_1, X_2 = terminals for oscilloscope connection to observe the maximum rate of change of voltage

Figure C.1 – Charge and discharge test circuit

Annex D (normative)

Declaration of design

(confidential to the manufacturer and the certification body)

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

Changes to the declared design are permitted only after notifying the certification body in writing. In this case, the certifying body will decide on necessary steps to be taken. As a maximum, a complete re-qualification may be required.

Registration number:

(to be allocated by the certifying body)

- 1 Applicant**
- 2 Manufacturer**
- 3 Manufacturing site**
- 4 Type designation**
- 5 Class/subclass**
- 6 Circuit diagram**
- 7 Dielectric:**
 - 7.1 Material
 - 7.2 Thickness
 - 7.3 Density (paper only)
 - 7.4 Number of individual layers
- 8 Electrode(s):**
 - 8.1 Material
 - 8.2 Method of production of electrode:
(for example, foil, evaporated onto film or paper)
- 9 Capacitor element, arrangement of the individual layers**
- 10 Impregnant (if applicable)**
- 11 Encapsulation:**
 - 11.1 Material(s) for cases, resins, etc. (as applicable)
 - 11.2 Material of outer insulation (if applicable)
- 12 Outline dimensions**

Location

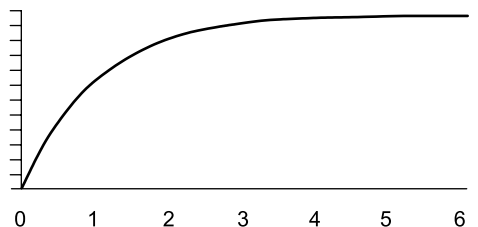
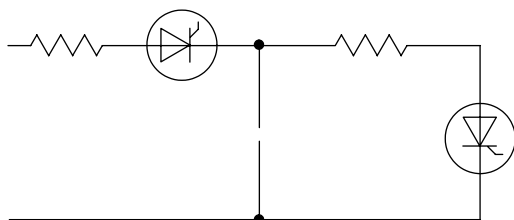
Date

Name

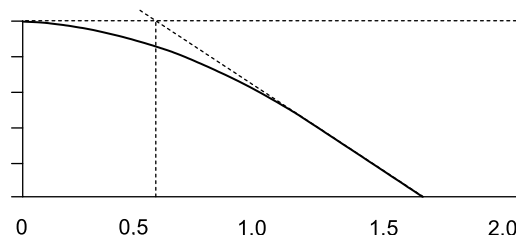
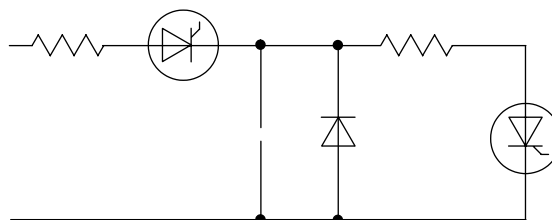
Signature

Annex E (informative)

Pulse test circuits



IEC 1328/13



IEC 1329/13

Charge waveform for both circuits:

Timescale in units of RC (R is the charge resistor)

The maximum value of dU/dt is derived as follows:

$Q = CU$ where Q is the charge on the capacitor and hence

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{I_{\max}}{C}$$

Discharge waveform for inductive circuit:

Time scale in units of $\sqrt{LC}$

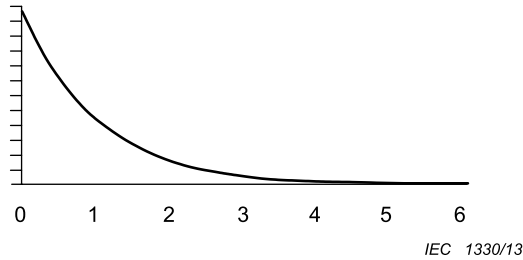
For the inductive circuit, if dissipation is neglected, the inductive energy with the initial capacitive energy:

$$\frac{1}{2} LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} CU_0^2$$

$$I_{\max} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{\sqrt{LC}}$$

which occurs at $t = \pi / 2 \sqrt{LC}$



Also since

$$U = L \frac{dL}{dt}$$

$$\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{L}$$

Discharge waveform for resistive circuit:

Time scale in units of RC (R is the discharge resistor)

This gives control of $\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max}$

For the resistive circuit

$$I_{\max} = \frac{U_0}{R}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{RC}$$

and thus enables to avoid exceeding this rating of the switch in the discharge circuit. In the resistive circuit, there is no such control and the rating is liable to be exceeded when trying to achieve peak discharge of a hundred or more amperes.

which occurs at $t = 0$.

Annex F (normative)

Particular requirements for safety test of surface mounting capacitors

Surface mounting capacitors shall, in general, comply with all safety requirements of this standard. Design, material and mounting technology make it necessary to introduce new tests and adjust some existing methods and requirements.

F.1 General

The following paragraphs replace corresponding paragraphs in the main section of this standard.

1.4.2 Mounting

According to IEC 60384-1:2008, 4.33 for the safety test according to Table F.1, the manufacturer shall supply the test house with components unmounted or mounted on individual substrates as indicated in Table F.1. The suitability of a proposed substrate shall be agreed between the manufacturer and the test laboratory. Details of the substrate, or substrates, used for the testing shall be included in the test report. An example of a substrate with conductive tracks is shown in Figure F.1.

1.5.21 Surface mount capacitor

A capacitor whose small dimensions and nature of shape of terminations make it suitable for surface mounting in hybrid circuits and on printed boards.

1.6.1 Marking of capacitors

The capacitors shall be clearly marked with a) and b) in 1.6. The capacitors may also be marked with as many of the remaining items as possible taking account of the relative importance of each item. The marking shall be sufficient to enable a clear identification of the component.

F.2 Test and measurement procedures

The capacitor shall be tested in accordance with Table F.1 with the following deviations.

For an unencapsulated capacitor, test C in 4.2.1 and 4.2.5 shall be omitted.

4.3 Robustness of terminations is substituted with IEC 60384-1:2008, 4.34 and 4.35, and performed before the tests in Groups 2 and 3. Measurement of capacitance during the bending test may be omitted.

4.4 Resistance to soldering heat, if applicable, is performed as a separate test according to IEC 60384-1:2008, 4.14.2.

4.4.2 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 13.

Table F.1 – Test schedule and sampling plan for safety test of surface mount capacitors

Group	Clause number and test referring to Clause 4	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass		
			Per group	Total	
0	4.1 Visual examination ^a	\ 28 + 12 ^d + { 6 ^f + (6 to 18) ^f + 24 J 14 + 6 ^e	\ { 0 J		
	4.2.2 Capacitance				
	4.2.4 Resistance ^c				
	4.2.1 Voltage proof				
	4.2.5 Insulation resistance				
	Spares				
1A	4.1.1 Creepage distances and clearances ^a	\ { 6 J 6 to 18 ^f	\ { 0 ^b J 0		
	4.4 Resistance to soldering heat ^{a, c}				
	4.20 Solvent resistance of the marking ^a				
	4.17 Passive flammability ^a				
	Mounting according to 1.4.2				
2	4.34 of IEC 60384-1:2008, Shear test ^g	10	0 ^b	0	
	4.35 of IEC 60384-1:2008, Substrate bending test				
	4.12 Damp heat, steady state				
3	4.34 of IEC 60384-1:2008, shear test ^g		0 ^b		
	4.35 of IEC 60384-1:2008, substrate bending test				
	4.13 Impulse voltage				
	4.14 Endurance				
	4.14.3 Class X and RC units				
	4.14.4 Class Y and RC units				
4	4.14.5 Lead-through	6 ^e			
	4.18 Active flammability	24	0		
- Tests in Group 0 can be made in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first. - Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test as prescribed in 4.14.6.					
^a Samples for 4.1, 4.1.1, 4.4, 4.20 and 4.17 shall not be mounted on substrate during test.					
^b If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. The nonconforming items obtained in the first sample shall be counted for the total of nonconforming items permitted in the last column.					
^c If applicable.					
^d If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors.					
^e Additional capacitors if lead-through capacitors are tested.					
^f The smallest, a medium (in the case of more than four case sizes), and the largest case size shall be tested. Of each case size, 3 specimens of the maximum capacitance and 3 specimens of the minimum capacitance shall be tested, resulting in 6 specimens per case size.					
^g This test is to be performed alternatively to the substrate bending test, if the detail specification specifies mounting on rigid substrate (for example, alumina) only.					

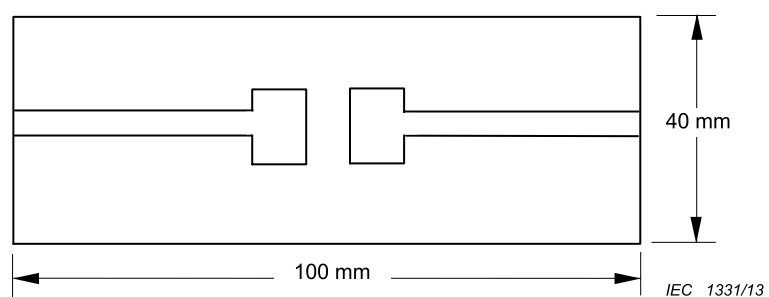


Figure F.1 – Example of test substrate for safety test according to Table F.1

Annex G (informative)

Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2

G.1 Overview

Most ceramic dielectrics, Class 2, used for ceramic capacitors have ferroelectric properties and exhibit a Curie temperature.

Above this temperature, the dielectric has the highly symmetric cubic crystal structure whereas below the Curie temperature the crystal structure is less symmetrical. Although in single crystals this phase transition is very sharp, in practical ceramics it is often spread over a finite temperature range, but, in all cases, it is linked with a peak in the capacitance/temperature curve.

Under the influence of thermal vibration the ions in the crystal lattice continue to move to positions of lower potential energy for a long time after the dielectric has cooled through the Curie temperature. This gives rise to the phenomenon of capacitance ageing, whereby the capacitor continuously decreases its capacitance.

However, if the capacitor is heated to a temperature above the Curie temperature, then de-ageing takes place; i.e. the capacitance lost through ageing is regained, and ageing recommences from the time when the capacitor re-cools.

G.2 Law of capacitance ageing

During the first hour after cooling through the Curie temperature, the loss of capacitance is not well defined, but after this time it follows a logarithmic law (see K.W. Plessner, Proc. Phys. Soc., vol. 69B, P1261, 1956) which can be expressed in terms of an ageing constant.

The ageing constant k is defined as the percentage loss of capacitance due to the ageing process of the dielectric which occurs during a “decade”, i.e. a time in which the capacitor increases its age tenfold, for example, from 1 h to 10 h.

As the law of decrease of capacitance is logarithmic, the percentage loss of capacitance will be $2 \times k$ between 1 h and 100 h age and $3 \times k$ between 1 h and 1 000 h age. This may be expressed mathematically by the following equation:

$$C_t = C_1 \left(1 - \frac{k}{100} \times \lg t \right)$$

where

C_t is the capacitance t h after the start of the ageing process;

C_1 is the capacitance 1 h after the start of the ageing process;

k is the ageing constant in percent per decade (as defined above);

t is the time in h from the start of the ageing process.

The ageing constant may be declared by the manufacturer for a particular ceramic dielectric, or it may be defined by de-ageing the capacitor and measuring the capacitance at two known times thereafter.

k is then given by the following equation:

$$k = \frac{100 \times (C_{t_1} - C_{t_2})}{C_{t_1} \times \lg t_2 - C_{t_2} \times \lg t_1}$$

If capacitance measurements are made three or more times, then it is possible to derive k from the slope of a graph where C_t is plotted against $\lg t$.

It is also possible to plot $\lg C$ against $\lg t$.

During measurements of ageing the capacitor should be maintained at a constant temperature so that capacitance variations due to the temperature characteristic do not mask those due to ageing.

G.3 Capacitance measurements and capacitance tolerance

Because of ageing, it is necessary to specify a reference age at which the capacitance shall be within the prescribed tolerance. This age is fixed at 1 000 h, since, for practical purposes, there is not much further loss of capacitance after this time.

In order to calculate the capacitance $C_{1\,000}$ after 1 000 h, the ageing constant shall be known or determined as in Clause G.2, when the following formula may be used:

$$C_{1\,000} = C_t \left[1 - \frac{k}{100} (3 - \lg t) \right]$$

For factory measurements the loss of capacitance from the age at time of measurement to 1 000 h age will be known and can be off-set by using asymmetric inspection tolerances.

For example, if it is known that the capacitance loss will be 5 %, then the capacitors may be inspected to limits of +25/–15 % instead of ± 20 %.

Capacitance is normally declared at 20 °C, and it may be necessary to measure at this temperature or correct the results to this temperature. Errors can also arise from the hand temperature, and capacitors should therefore always be handled with plastic tweezers.

G.4 Special preconditioning

In many of the tests in this standard, it is required to measure the capacitance change which results from a given conditioning (for example, climatic sequence). In order to avoid the interfering effect of ageing, the capacitor is specially preconditioned before these tests by maintaining it for 1 h at the upper category temperature followed by 24 h at standard atmospheric conditions for testing.

For those capacitors with a Curie temperature below the upper category temperature, this results in de-ageing and the conditioning is also arranged, if possible, to bring the capacitors to an age of 24 h, so that capacitance changes due to ageing are minimized.

If the Curie temperature of the dielectric is above the upper category temperature then the special preconditioning will not completely de-age the capacitor, but it will nevertheless bring it into a state where its capacitance is not so dependent on its previous history. In order to de-age such capacitors completely, a temperature up to 160 °C may be required, and this temperature could be deleterious to the encapsulation.

Therefore, in the few cases where complete de-ageing of such capacitors may be required, the detail specification shall be consulted for details and any necessary precautions.

Annex H (normative)

Use of safety approved a.c. rated capacitors in d.c. applications

H.1 Overview

This annex gives additional requirements for a.c. EMI suppression capacitors for which safety approval is sought and which are connected to a d.c. supply with nominal voltage not exceeding 1 500 V d.c.

If a safety approved capacitor fulfils the requirements of this annex, it is qualified at the d.c. rated voltage exceeding its approved a.c. rated voltage, without changing the capacitor class.

H.2 Background

Safety capacitors approved to this standard are a.c. capacitors which are essentially designed for applications where a.c. voltage is applied.

They have been allowed to be used in d.c. supplies having the same voltage as the a.c. r.m.s. rated voltage of the capacitors. (See 1.5.1, Note 1 to entry).

The class of the capacitors, such as X1 and Y1, is defined according to their peak impulse withstanding voltage and the type of insulation bridged.

A capacitor used for a.c. voltage application is subjected to the voltage waveform with peak voltage equal to r.m.s. voltage times square root of two, which is alternating polarity in a wave cycle, so that safety approved capacitors theoretically can withstand at least a d.c. voltage equivalent to their a.c. rated voltage times square root of two.

H.3 Terms and definitions

H.3.1

d.c. rated voltage

U_R d.c.

maximum d.c. operating voltage, which may be applied continuously to the terminations of a capacitor at any temperature between the lower and the upper category temperatures

Note 1 to entry: This term and designation (U_R d.c.) are used only for a capacitor specified with d.c. rated voltage exceeding its a.c. r.m.s. rated voltage.

Note 2 to entry: This definition replaces that given in IEC 60384-14:2013, 1.5.1.

H.4 Additional requirement for use of X- and Y-capacitors in d.c. applications

A capacitor, which is specified for a d.c. rated voltage exceeding the a.c. r.m.s. rated voltage, shall fulfil the requirements specified in Table H.1 in addition to the tests prescribed in Table 3.

Table H.1 – Additional test conditions

Type	Maximum U_R d.c.	Test voltage d.c. (Test A) (according 4.2.1)	Endurance test (d.c.)	Damp heat, steady state test
X1	1 500 V	$2,15 \times U_R$ d.c.	According to 4.14 using d.c. rated voltage instead of U_R , without voltage increased to U_S .	According to 4.12, but with d.c. rated voltage applied to the whole sample.
X2	1 500 V			
Y1	1 500 V	$4 \times U_R$ d.c. ^a		
Y2	1 500 V	$2,15 \times U_R$ d.c. ^a		
Y4	450 V	$2,15 \times U_R$ d.c. ^a		
^a If an a.c. test voltage is used instead of a d.c. voltage for Y-capacitors, it shall be not less than $0,666 \times$ d.c. test voltage in Table H.1.				

H.5 Creepage and clearance distances

When a capacitor approved by this annex is used for a specific application, it shall be confirmed that creepage and clearance distances of the capacitor meet the requirements of the related standards for the application.

NOTE Examples of the specific standards and the requirements mentioned above, see IEC 60939-3: Table 6 and Table 7.

Annex I **(normative)**

Humidity robustness grades for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required

I.1 Overview

In addition to the description of preferred climatic categories in 2.1.1 and test damp heat, steady state in 4.12, this annex describes specific humidity robustness grades and requirements for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required.

I.2 Humidity robustness grades

For high humidity applications the Grades (I) robustness under humidity, Grade (II) robustness under high humidity and Grade (III) high robustness under high humidity are defined.

I.2.1 Grade (I) robustness under humidity

To verify Grade (I), either test condition A or B shall be selected by the manufacturer. For requirements, see Table I.1. In case the capacitors are specified for a.c. and d.c. applications, one sample shall be tested with the rated a.c. voltage, and one sample shall be tested with rated d.c. voltage.

Test condition A: Test damp heat, steady state; 40 °C / 93 % RH duration 21 days, rated voltage applied.

Test condition B: Test damp heat, steady state; 85 °C / 85 % RH duration 168 h, rated voltage applied.

NOTE Test condition B is a substitutional acceleration test for test condition A.

I.2.2 Grade (II) robustness under high humidity

To verify Grade (II), either test condition A or B shall be selected by the manufacturer. For requirements see Table I.1. In case the capacitors are specified for a.c. and d.c. applications, one sample shall be tested with the rated a.c. voltage, and one sample shall be tested with rated d.c. voltage.

Test condition A: Test damp heat, steady state; 40 °C / 93 % RH duration 56 days, rated voltage applied.

Test condition B: Test damp heat, steady state; 85 °C / 85 % RH duration 500 h, rated voltage applied.

NOTE Test condition B is a substitutional acceleration test for test condition A.

I.2.3 Grade (III) high robustness under high humidity

To verify Grade (III), either test condition A or B shall be selected by the manufacturer. For requirements, see Table I.1. In case the capacitors are specified for a.c. and d.c. applications, one sample shall be tested with the rated a.c. voltage, and one sample shall be tested with rated d.c. voltage.

Test condition A: Test damp heat, steady state; 60 °C / 93 % RH duration 56 days, rated voltage applied.

Test condition B: Test damp heat, steady state; 85 °C / 85 % RH duration 1 000 h, rated voltage applied.

NOTE Test condition B is a substitutional acceleration test for test condition A.

Table I.1 – Requirements

Measurement	Measuring method	Requirements
Capacitance	4.2.2	Metalized capacitors: $ \Delta C \leq 10\%$ Ceramic capacitors: $ \Delta C \leq 15\%$
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,024 for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ ^a 0,015 for $C_N > 1 \mu\text{F}$ ^a
Insulation resistance	4.2.5	>50 % of the applicable limits of Table 11 or Table 12, or minimum 200 MΩ, whichever is higher
The change of capacitance value depends on technology, and, as for example in case of ceramic capacitors, can be reversible. Thus the requirements are different.		
^a For certain applications smaller values for the increase $\tan \delta$ may be required.		

I.3 Indication of humidity robustness grades

In addition to the climatic category, information on the humidity robustness grade and the test method used for verification shall be indicated IA, IB, IIA, IIB, IIIA, or IIIB in the information provided by the manufacturer. Marking on the capacitor is not required.

Bibliography

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

IEC 60384-14-3, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14-3: Blank detail specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains – Assessment level DZ*

IEC 60939-3:2015, *Passive filter units for electromagnetic interference suppression – Part 3: Passive filter units for which safety tests are appropriate*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

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

K.W. Plessner: *Ageing of the Dielectric Properties of Barium Titanate Ceramics*, Proceedings of the Physical Society, Section B, Volume 69, Issue 12, pp. 1261 to 1268 (1956)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	74
1 Généralités.....	76
1.1 Domaine d'application	76
1.2 Objet.....	76
1.3 Références normatives	76
1.4 Informations à spécifier dans une spécification particulière.....	77
1.4.1 Dessin d'encombrement et dimensions.....	77
1.4.2 Montage	78
1.4.3 Valeurs assignées et caractéristiques.....	78
1.4.4 Marquage	78
1.5 Termes et définitions	78
1.6 Marquage	84
1.6.1 Marquage des condensateurs.....	84
1.6.2 Marquage de l'emballage	85
1.6.3 Marquage supplémentaire	85
1.7 Classification des condensateurs de classe X et de classe Y	85
1.7.1 Classification des condensateurs de classe X.....	85
1.7.2 Classification des condensateurs de classe Y.....	85
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles.....	86
2.1 Caractéristiques préférentielles.....	86
2.1.1 Catégories climatiques préférentielles	86
2.2 Valeurs assignées préférentielles.....	87
2.2.1 Capacité nominale (C_N)	87
2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale	87
2.2.3 Tension assignée (U_R).....	87
2.2.4 Résistance nominale (R_N)	87
2.2.5 Température assignée	87
2.2.6 Inflammabilité passive.....	87
2.3 Exigences sur les manchons, les bandes, les tubes et l'isolation des fils.....	88
3 Procédures d'évaluation	88
3.1 Etape initiale de fabrication.....	88
3.2 Composants de structure similaire	88
3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés	88
3.4 Essais d'approbation	88
3.4.1 Essais d'approbation de sécurité uniquement	88
3.4.2 Homologation.....	88
3.4.3 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillon fixe	89
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	100
3.5.1 Formation des lots d'inspection	100
3.5.2 Programme d'essai	101
3.5.3 Livraison différée	101
3.5.4 Niveau d'assurance.....	102
4 Procédures d'essai et de mesure	102
4.1 Examen visuel et contrôle des dimensions	102
4.1.1 Lignes de fuite et distances d'isolement.....	102

4.2	Essais électriques	104
4.2.1	Tension de tenue	104
4.2.2	Capacité	105
4.2.3	Tangente de l'angle de perte	106
4.2.4	Résistance (résistance série équivalente (RSE)) (pour des unités RC seulement).....	106
4.2.5	Résistance d'isolement	106
4.3	Robustesse des sorties.....	107
4.4	Résistance à la chaleur de brasage	107
4.4.1	Conditions d'essai.....	107
4.4.2	Exigences, mesures et inspection finales.....	108
4.5	Brasabilité	108
4.5.1	Conditions d'essai.....	108
4.5.2	Exigences.....	108
4.6	Variations rapides de température.....	108
4.6.1	Inspection finale.....	108
4.7	Vibrations	109
4.7.1	Conditions d'essai.....	109
4.7.2	Inspection finale.....	109
4.8	Secousses.....	109
4.8.1	Conditions d'essai.....	109
4.8.2	Exigences, mesures et inspection finales.....	109
4.9	Chocs.....	110
4.9.1	Conditions d'essai.....	110
4.9.2	Exigences, mesures et inspection finales.....	110
4.10	Étanchéité des boîtiers	110
4.10.1	Conditions d'essai.....	110
4.10.2	Exigences.....	110
4.11	Séquence climatique	111
4.11.1	Mesures initiales	111
4.11.2	Chaleur sèche.....	111
4.11.3	Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle.....	111
4.11.4	Froid.....	111
4.11.5	Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants	111
4.11.6	Exigences, mesures et inspection finales.....	111
4.12	Chaleur humide, essai continu	112
4.12.1	Mesures initiales	112
4.12.2	Conditions d'essai.....	112
4.12.3	Exigences, mesures et inspection finales.....	112
4.13	Tension de choc	113
4.13.1	Mesures initiales	113
4.13.2	Conditions d'essai.....	113
4.13.3	Exigences.....	114
4.14	Endurance.....	114
4.14.1	Conditions d'essai.....	114
4.14.2	Mesures initiales	115
4.14.3	Endurance pour des condensateurs de Classe X et des unités RC contenant des condensateurs de Classe X	115
4.14.4	Endurance pour des condensateurs de Classe Y et des unités RC contenant des condensateurs de Classe Y	116

4.14.5	Endurance pour les dispositions à condensateurs de traversée	116
4.14.6	Conditions d'essai – Essais tension/courant combinés	116
4.14.7	Exigences, mesures et inspection finales	117
4.15	Charge et décharge	117
4.15.1	Mesures initiales	117
4.15.2	Conditions d'essai	117
4.15.3	Mesures et exigences finales	118
4.16	Caractéristiques des fréquences radioélectriques	118
4.17	Essai d'inflammabilité passive	119
4.17.1	Essais selon la IEC 60384-1	119
4.17.2	Essai d'inflammabilité passive alternatif	119
4.18	Essai d'inflammabilité active	120
4.18.3	Ajustement de U_i	121
4.18.4	Exigences	122
4.19	Résistance au solvant des composants (le cas échéant)	122
4.20	Résistance du marquage au solvant	122
Annexe A (normative)	Circuit pour l'essai de tension de choc	123
Annexe B (normative)	Circuit pour l'essai d'endurance	125
Annexe C (normative)	Circuit pour l'essai de charge et de décharge	126
Annexe D (normative)	Déclaration de conception (confidentielle au fabricant et à l'organisme de certification)	127
Annexe E (informative)	Circuits d'essai d'impulsions	128
Annexe F (normative)	Exigences particulières pour un essai de sécurité des condensateurs pour montage en surface	130
Annexe G (informative)	Vieillessement de la capacité de condensateurs fixes à diélectriques en céramique, Classe 2	133
Annexe H (normative)	Utilisation des condensateurs pour courant alternatif approuvés pour la sécurité dans des applications en courant continu	136
Annexe I (normative)	Niveaux de résistance à l'humidité pour des applications exigeant une grande stabilité dans des conditions de fonctionnement avec une forte humidité	138
Bibliographie		140
Figure 1	– Condensateur d'antiparasitage à deux bornes	79
Figure 2	– Unité RC	79
Figure 3	– Condensateur de traversée (coaxial)	80
Figure 4	– Condensateurs de traversée	81
Figure 5	– Condensateurs de contournement	82
Figure 6	– Durée d'essai(s)	100
Figure 7	– Forme d'onde d'un choc	114
Figure 8	– Circuit typique pour charger en impulsions des condensateurs soumis à une tension alternative	121
Figure 9	– Onde alternative fondamentale avec une impulsion haute tension superposée non synchronisée aléatoire	121
Figure A.1	– Circuit d'essai de tension de choc	123
Figure B.1	– Circuit d'essai d'endurance	125
Figure C.1	– Circuit d'essai de charge et de décharge	126

Figure F.1 – Exemple de substrat d'essai pour les essais de sécurité selon le
Tableau F.132

Tableau 1 – Classification des condensateurs de classe X.....	85
Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y.....	86
Tableau 3 – Plan d'échantillonnage – Essais sur les exigences de sécurité uniquement	91
Tableau 4 – Plan d'échantillonnage – Homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance DZ	92
Tableau 5 – Programme d'essai et plan d'échantillonnage pour les essais lot par lot	93
Tableau 6 – Programme d'essai pour les essais de sécurité uniquement (1 de 2)	94
Tableau 7 – Programme d'essai pour l'homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance DZ (1 de 4)	96
Tableau 8 – Niveau d'assurance	102
Tableau 9 – Lignes de fuite et distances d'isolement	103
Tableau 10 – Tension de tenue	105
Tableau 11 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité uniquement	106
Tableau 12 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité et de performances	107
Tableau 13 – Résistance à la chaleur de brasage – Exigences	108
Tableau 14 – Séquence climatique – Exigences	112
Tableau 15 – Chaleur humide, essai continu – Exigences	113
Tableau 16 – Endurance – Exigences.....	117
Tableau 17 – Charge et décharge – Exigences.....	118
Tableau A.1 – Valeurs de C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	123
Tableau A.2 – Valeurs et tolérances de C_X , t_r , t_d	124
Tableau F.1 – Programme d'essai et plan d'échantillonnage pour les essais de sécurité des condensateurs pour montage en surface.....	131
Tableau H.1 – Conditions d'essai supplémentaires	137
Tableau I.1 – Exigences.....	139

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS
LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 14: Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes d'antiparasitage
et raccordement à l'alimentation****AVANT-PROPOS**

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60384-14 porte le numéro d'édition 4.1. Elle comprend la quatrième édition (2013-06) [documents 40/2199/FDIS et 40/2232/RVD], son corrigendum 1 (2016-04) et son amendement 1 (2016-07) [documents 40/2463/FDIS and 40/2469/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

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 60384-14 a été établie par le comité d'études 40 de la IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette quatrième édition constitue une révision technique. Toutes les modifications acceptées peuvent être classées comme des révisions mineures.

Une liste de toutes les parties de la série de normes IEC 60384, présentées sous le titre général *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques*, peut être consultée sur le site web de la IEC.

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

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

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

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.

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la IEC 60384 s'applique aux condensateurs et aux combinaisons condensateur/résistance qui sont connectés à un réseau d'alimentation en courant alternatif ou à une autre alimentation dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V c.a. (efficace) ou ~~1 000~~ 1 500 V c.c. et dont la fréquence nominale ne dépasse pas 100 Hz.

1.2 Objet

La présente partie de la IEC 60384 a pour principal objet de spécifier les valeurs assignées et caractéristiques préférentielles, de sélectionner, en se référant à la norme IEC 60384-1, les procédures d'évaluation de la qualité appropriées, les essais et les méthodes de mesure et de donner les exigences de performances générales pour ce type de condensateur. Les sévérités et les exigences d'essai spécifiées dans les spécifications particulières se rapportant à cette spécification intermédiaire présenteront des niveaux de performances supérieurs ou égaux. Les niveaux de performance inférieurs ne sont pas autorisés.

La présente Norme fournit un programme d'essais de sécurité à utiliser par les stations d'essai nationales dans les pays qui exigent une approbation par de telles stations.

Il convient d'utiliser les catégories de surtension associées aux tensions d'alimentation alternatives indiquées dans la Norme IEC 60664-1, pour les condensateurs classifiés dans la présente Norme.

1.3 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60063, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs*

IEC 60065:2001, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

Amendement 1:2005

Amendement 2:2010

IEC 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

IEC 60068-2-17, *Essais d'environnement – Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité*

IEC 60384-1:2008, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification* (Disponible en anglais uniquement)

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

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

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

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

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61210, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

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

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

1.4 Informations à spécifier dans une spécification particulière

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 indiquées en 1.9 de la spécification particulière et indiquées dans les programmes d'essai, par exemple, par un astérisque.

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.

Les exigences applicables aux condensateurs pour courant alternatif approuvés pour la sécurité destinés à être utilisés dans des applications en courant continu sont données à l'Annexe H.

NOTE Par commodité, les informations en 1.4.1 peuvent être présentées dans un tableau.

1.4.1 Dessin d'encombrement et dimensions

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

Normalement, 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, la longueur et le diamètre des sorties. Si nécessaire, par exemple lorsqu'un certain nombre de valeurs de capacité ou de gammes de tensions sont couvertes par une spécification

particulière, leurs dimensions et leurs tolérances associées doivent être placées dans un tableau sous le dessin.

Lorsque la configuration est différente de celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit indiquer de telles informations sur les dimensions et décrire le condensateur de façon appropriée. Lorsque le condensateur n'est pas destiné à être utilisé sur des cartes imprimées, cette information doit être clairement indiquée dans la spécification particulière.

1.4.2 Montage

La spécification particulière doit spécifier la méthode de montage à utiliser pour une utilisation normale et lors des essais de vibrations, de secousses ou de chocs. Les condensateurs doivent être montés normalement. La conception du condensateur peut être telle que des supports de montage spéciaux soient exigés pour son utilisation. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les supports de montage. Ces supports de montage doivent être utilisés lors des essais de vibrations, de secousses ou de chocs.

Si des recommandations de montage pour une utilisation normale sont établies, il convient de les inclure dans la spécification particulière au "1.8 Informations complémentaires (non prises en considération pour les contrôles)". Si des recommandations sont incluses, un avertissement peut indiquer que les performances complètes des vibrations, des secousses et des chocs peuvent ne pas être disponibles si des méthodes de montage autres que celles spécifiées en 1.1 de la spécification particulière sont utilisées.

1.4.3 Valeurs assignées et caractéristiques

Les valeurs assignées et caractéristiques doivent être conformes aux Articles correspondants de la présente spécification et respecter les points présentés ci-après.

1.4.3.1 Gamme de capacités nominales

Il convient que la gamme préférentielle des valeurs de capacité soit conforme au 2.2.1 de la présente Norme.

Si des produits approuvés conformément à la spécification particulière comportent différentes gammes, il convient d'ajouter la déclaration suivante: "La gamme des valeurs disponibles dans chaque gamme de tensions est indiquée dans le registre des approbations, disponible par exemple sur le site web www.iecq.org."

1.4.3.2 Gamme de résistances nominales (le cas échéant)

Il convient que la gamme préférentielle des valeurs de résistance soit conforme à 2.2.4 de la présente Norme.

1.4.3.3 Caractéristiques particulières

D'autres caractéristiques peuvent être indiquées, si elles sont jugées nécessaires, pour préciser de façon appropriée des informations relatives à la conception et aux applications du composant.

1.4.4 Marquage

La spécification particulière doit spécifier le contenu du marquage sur le condensateur et sur l'emballage. Se reporter également à 1.6 de la présente Norme.

1.5 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la IEC 60384-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Certaines définitions de la IEC 60384-1 ont été développées et font l'objet d'une note.

1.5.1

condensateur pour courant alternatif

condensateur conçu essentiellement pour fonctionner sous des tensions alternatives

Note 1 à l'article: Les condensateurs pour courant alternatif peuvent être utilisés avec des alimentations à courant continu de même tension que la tension alternative efficace assignée du condensateur.

1.5.2

condensateur d'antiparasitage

condensateur pour courant alternatif utilisé pour la réduction des perturbations électromagnétiques provoquées par les équipements électriques ou électroniques, ou par d'autres sources

1.5.3

condensateur de classe X

unité RC de classe X

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

1.5.4

condensateur de classe Y

unité RC de classe Y

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

1.5.5

condensateur à deux bornes

condensateur d'antiparasitage doté de deux bornes

VOIR: Figure 1.

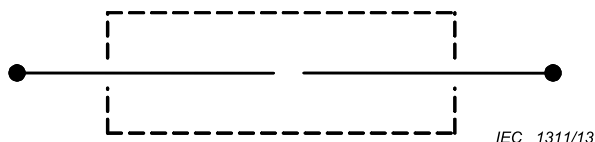


Figure 1 – Condensateur d'antiparasitage à deux bornes

1.5.6

unité RC série

combinaison fonctionnelle d'une résistance en série avec un condensateur de classe X ou Y

VOIR: Figure 2.



Figure 2 – Unité RC

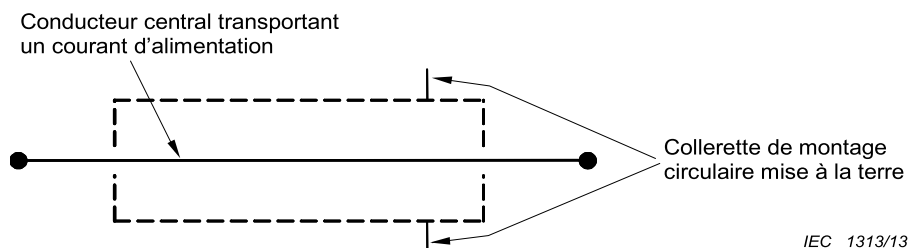
Note 1 à l'article: Dans la présente Norme, lorsque le terme "condensateur" apparaît, il convient de comprendre les termes "condensateur ou unité RC" lorsque le contexte le permet.

1.5.7

condensateur de traversée, <coaxial>

condensateur doté d'un conducteur central transportant un courant entouré d'un élément capacitif qui est lié symétriquement au conducteur central et au boîtier externe pour former une construction coaxiale; il est monté de manière coaxiale

VOIR: Figure 3.



IEC 1313/13

Figure 3 – Condensateur de traversée (coaxial)

1.5.8

condensateur de traversée, <non coaxial>

condensateur dans lequel les courants d'alimentation circulent à travers ou entre les bornes des électrodes

VOIR: Figures 4a, 4b, 4c et 4d.

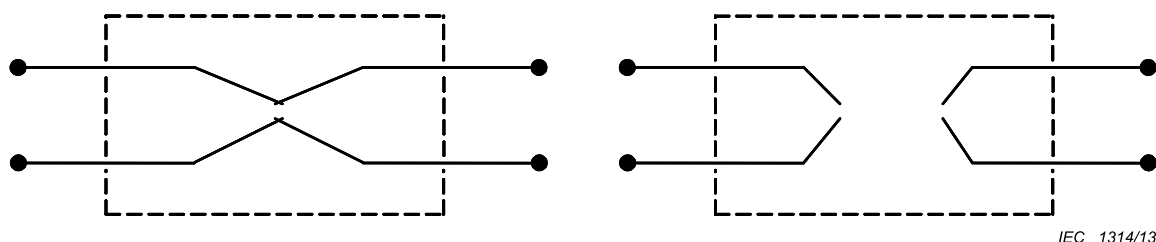


Figure 4a – Condensateur de traversée pour utilisation symétrique (non coaxial)

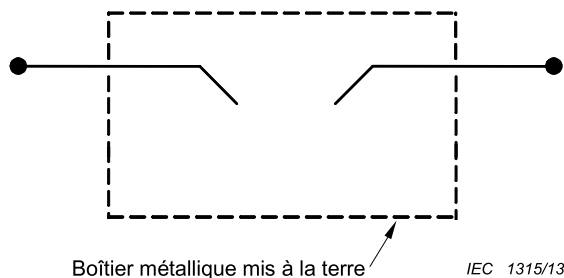


Figure 4b – Condensateur de traversée pour utilisation asymétrique (non coaxial)

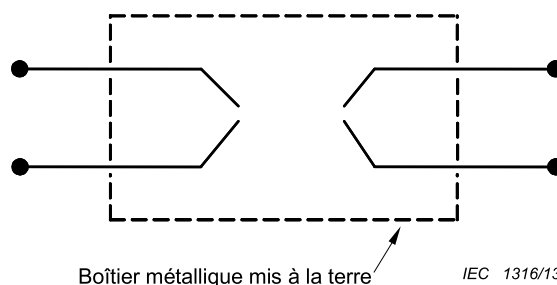


Figure 4c – Condensateur de traversée à plusieurs unités pour utilisation symétrique et asymétrique (non coaxial)

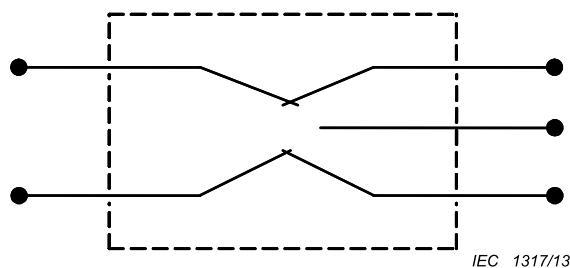


Figure 4d – Condensateur de traversée à plusieurs unités

Figure 4 – Condensateurs de traversée

1.5.9

condensateur de contournement

condensateur dont les courants de perturbation radioélectrique sont shuntés

Note 1 à l'article: Il existe trois formes communes: condensateur simple, condensateurs connectés en triangle et condensateurs connectés en T. Le condensateur simple est constitué d'un condensateur dans un boîtier métallique avec une sortie connectée au boîtier comme à la Figure 5a; la connexion en triangle est constituée d'un condensateur X et de deux condensateurs Y2 disposés en triangle comme à la Figure 5b; la connexion en T est constituée de trois condensateurs C_A , C_B et C_C connectés en T comme à la Figure 5c.

Les connexions en T et en triangle sont équivalentes électriquement (transformation étoile-triangle). Dans la connexion en T, le condensateur X est le résultat de la connexion en série de $C_B - C_C$ et les condensateurs Y sont le résultat des connexions en série de $C_A - C_B$ et $C_A - C_C$.

Lorsque les condensateurs connectés en T sont soumis à des essais, et lorsqu'il est indiqué que des tensions doivent être appliquées aux bornes des condensateurs X, ces tensions doivent être appliquées entre la borne de ligne et la borne de neutre. De manière similaire, lorsqu'il est indiqué que des tensions doivent être appliquées aux bornes des condensateurs Y, ces tensions doivent être appliquées entre la borne de ligne et la borne de neutre connectées ensemble et la borne de terre.

VOIR: Figures 5a, 5b et 5c.

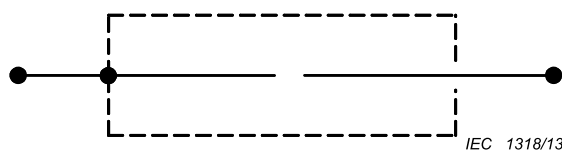


Figure 5a – Condensateur de contournement simple

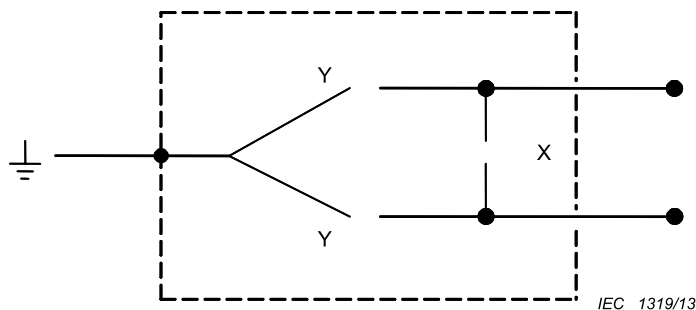


Figure 5b – Condensateur de contournement en triangle (en boîtier métallique)

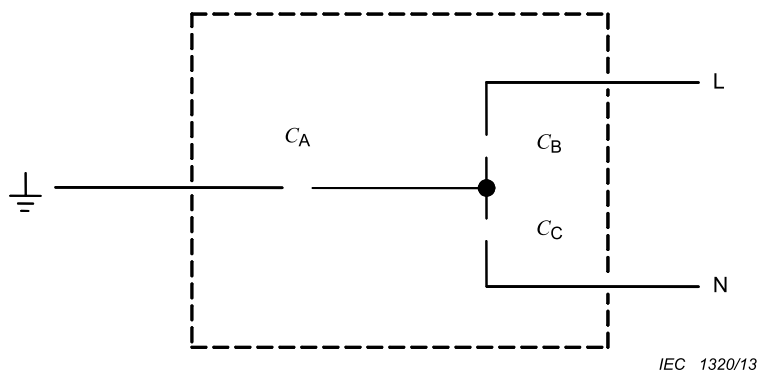


Figure 5c – Exemple de condensateurs de contournement connectés en T (en boîtier non-métallique)

NOTE Pour les condensateurs dotés de boîtiers non métalliques, la connexion à la terre est une borne distincte comme cela est représenté à la Figure 5c.

Figure 5 – Condensateurs de contournement

1.5.10

tension assignée

tension de fonctionnement efficace à la fréquence assignée, ou tension continue de fonctionnement qui peut être appliquée en continu aux sorties d'un condensateur à n'importe quelle température entre la température minimale de catégorie et la température maximale de catégorie

Note 1 à l'article: Ceci implique, pour les condensateurs couverts par la présente Norme, que la tension de catégorie est la même que la tension assignée.

1.5.11

puissance assignée, <d'une unité RC en série>

puissance maximale qui peut être dissipée par l'unité RC à la température assignée pendant un fonctionnement continu

1.5.12

température maximale de catégorie

température maximale de la surface pour laquelle le condensateur a été conçu pour un fonctionnement en continu

Note 1 à l'article: Pour des condensateurs de traversée et des unités RC en série, la température de surface externe peut être affectée par l'échauffement interne dû au courant traversant. Les connexions de sortie d'un condensateur sont considérées comme faisant partie de la surface externe.

Note 2 à l'article: Cette définition remplace celle donnée en 2.2.41 de la IEC 60384-1:2008, parce que les condensateurs d'antiparasitage conformes à cette norme sont destinés à être connectés au réseau d'alimentation et peuvent générer un échauffement interne.

1.5.13

température minimale de catégorie

température minimale de la surface pour laquelle le condensateur a été conçu pour un fonctionnement en continu

Note 1 à l'article: Cette définition remplace celle donnée en 2.2.10 de la IEC 60384-1:2008.

1.5.14

température assignée, <d'un condensateur de traversée ou d'une unité RC en série>

température ambiante maximale à laquelle un condensateur de traversée peut transporter son courant circulant assigné ou à laquelle une unité RC en série peut dissiper sa puissance assignée

Note 1 à l'article: Cette définition remplace celle donnée en 2.2.24 de la IEC 60384-1:2008

1.5.15

perte d'insertion

rapport des tensions avant et après l'insertion du dispositif d'antiparasitage mesurées au niveau des sorties

Note 1 à l'article: Lorsqu'elle est mesurée en décibels, la perte d'insertion est 20 fois le logarithme décimal du rapport indiqué.

1.5.16

courant assigné des conducteurs, <condensateur de traversée>

courant maximal admissible traversant les conducteurs du condensateur à la température assignée pendant un fonctionnement continu

1.5.17

fréquence de résonance principale, <condensateur à deux bornes>

plus petite fréquence à laquelle l'impédance du condensateur est minimale lorsqu'une tension sinusoïdale est appliquée

1.5.18

tension de choc

tension transitoire périodique d'une forme d'onde définie comme cela est décrit dans la IEC 60060-1

1.5.19

inflammabilité passive

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

1.5.20

inflammabilité active

aptitude d'un condensateur à brûler avec une flamme par suite d'une charge électrique

1.6 Marquage

Voir la IEC 60384-1:2008, 2.4 avec les détails suivants.

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

- a) le nom du fabricant ou la marque de fabrique;
- b) la désignation du modèle par le fabricant ou la désignation du type donnée dans la spécification particulière;
- c) la classe et la sous-classe de condensateur;
- d) la marque d'approbation reconnue;
- e) la ou les capacités nominales et la résistance nominale;
- f) la tension assignée et la nature de l'alimentation (la tension alternative peut être indiquée par le symbole  (IEC 60417-5032:2002) et la tension continue par  (IEC 60417-5031:2002) ou ; c.a. et c.c. peuvent être utilisés respectivement pour la tension alternative et la tension continue;
- g) la méthode de connexion, si nécessaire;
- h) le courant assigné du conducteur (dans le cas d'un condensateur de traversée);
- i) la tolérance sur la capacité assignée si elle est différente de $\pm 20\%$;
- j) la catégorie climatique, suivie d'une lettre indiquant la catégorie d'inflammabilité passive;
- k) la température assignée;
- l) l'année et le mois (ou semaine) de fabrication;
- m) la référence à la spécification particulière.

1.6.1 Marquage des condensateurs

Les éléments a), b) et c), mais aussi d), e) et f) si ces derniers ne sont pas impliqués par b), doivent être clairement marqués sur le condensateur, ainsi que les autres éléments s'ils sont jugés nécessaires par le fabricant. Le marquage doit permettre une identification claire du composant.

NOTE Se reporter à l'Annexe F pour les composants pour montage en surface.

Il est recommandé d'imprimer une marque de précaution sur la carte de circuit imprimé lorsqu'un composant de sécurité est monté. La marque de précaution doit être ISO 7000-0434 (2004-01). La marque est un triangle équilatéral contenant un point d'exclamation.

Cette marque de précaution est présentée dans la IEC 60065:2001, 5.3. Il convient d'éviter les redondances sur le marquage du condensateur.

1.6.2 Marquage de l'emballage

L'emballage contenant le ou les condensateurs doit comporter un marquage clair indiquant toutes les informations énumérées ci-dessus. Des approbations nationales peuvent être indiquées par des lettres pour remplacer les marques d'approbation.

1.6.3 Marquage supplémentaire

Tout autre marquage doit être appliqué de telle sorte qu'il ne porte pas à confusion.

1.7 Classification des condensateurs de classe X et de classe Y

1.7.1 Classification des condensateurs de classe X

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

Tableau 1 – Classification des condensateurs de classe X

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

1.7.2 Classification des condensateurs de classe Y

Les condensateurs de classe Y sont encore divisés en trois sous-classes: Y1, Y2 et Y4, comme indiqué dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y

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

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. Si 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.

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

Les valeurs données dans les spécifications particulières doivent être choisies de préférence parmi celles présentées ci-dessous.

2.1.1 Catégories climatiques préférentielles

Les condensateurs couverts par la présente spécification sont classés en catégories climatiques selon les règles générales données dans la IEC 60068-1:1988, Annexe A.

Les températures minimale et maximale de catégorie et la durée de chaleur humide, essai continu, doivent être sélectionnées dans la liste ci-dessous:

- température minimale de catégorie: -65 °C, -55 °C, -40 °C, -25 °C et -10 °C;
- température maximale de catégorie: $+85$ °C, $+100$ °C, $+105$ °C, $+125$ °C et $+155$ °C;

– durée de chaleur humide, essai continu: 21 et 56 jours.

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

La IEC 60940 donne des conseils sur l'application des catégories décrites ci-dessus.

2.2 Valeurs assignées préférentielles

2.2.1 Capacité nominale (C_N)

Les valeurs préférentielles de capacité nominale sont:

1, 1,5, 2,2, 3,3, 4,7, 6,8 et leurs multiples décimaux.

Ces valeurs sont conformes à la série E6 de valeurs préférentielles données dans la IEC 60063.

2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

La tolérance maximale pour la capacité nominale est $\pm 20\%$.

2.2.3 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles de tension assignée sont 125 V, 250 V, 275 V, 400 V, 440 V, 500 V, 760 V et 1 000 V.

Il convient de choisir les condensateurs d'antiparasitage de telle sorte que leur tension assignée soit supérieure ou égale à la tension nominale du système d'alimentation auquel ils sont connectés. Il convient que la conception des condensateurs tienne compte de la possibilité que la tension du système puisse augmenter jusqu'à dépasser de 10 % sa tension nominale. Dans une connexion en étoile, il faut calculer la tension maximale sur les condensateurs dans le cas le plus défavorable quand on considère les tolérances sur les capacités nominales des condensateurs utilisés.

2.2.4 Résistance nominale (R_N)

Les valeurs préférentielles de résistance nominale doivent être choisies dans la série E6 de la IEC 60063.

2.2.5 Température assignée

La température assignée des condensateurs de traversée et les unités RC en série ne doit pas être inférieure à $+40\text{ °C}$.

2.2.6 Inflammabilité passive

La catégorie préférentielle d'inflammabilité passive autorisée est la catégorie B (voir 4.17). Si la catégorie C est utilisée, il faut que cela fasse l'objet d'un accord entre le fournisseur du composant et le client. Voir également 4.17 pour des essais alternatifs d'inflammabilité passive.

Dérogation: pour les composants dont le volume est inférieur à 1750 mm^3 , la catégorie C d'inflammabilité passive est autorisée.

Les catégories d'inflammabilité passive supérieures à la catégorie C peuvent nécessiter des additifs ignifuges qui peuvent être considérés comme ayant des incidences sur l'environnement. Il convient que ces catégories soient soumises à négociation entre les

fabricants et les clients pour trouver un compromis entre les exigences environnementales et les exigences de sécurité.

2.3 Exigences sur les manchons, les bandes, les tubes et l'isolation des fils

Les manchons, les bandes, les tubes et l'isolation des fils utilisés dans les composants conformes à la présente Norme doivent être assignés pour la tension impliquée et la température atteinte dans n'importe quelle condition d'utilisation réelle. Ils doivent être ignifuges conformément à la classe VW1.

Si des bornes isolées sont requises, il convient que les couleurs préférentielles soient transparentes ou blanches.

3 Procédures d'évaluation

3.1 Etape initiale de fabrication

Pour les condensateurs enroulés; l'étape initiale de fabrication est l'enroulement de l'élément capacitif. Pour les condensateurs en céramique monocouche, l'étape initiale est la métallisation du diélectrique pour former les électrodes. Pour les condensateurs fixes en céramique multicouches, l'étape initiale est le premier allumage commun de l'ensemble diélectrique-électrode. Pour les autres types de condensateur, l'étape initiale doit être la même que celle donnée dans la spécification intermédiaire pour le diélectrique utilisé.

3.2 Composants de structure similaire

Les condensateurs considérés comme ayant une structure similaire sont des condensateurs produits essentiellement à partir de matériaux et processus similaires, bien que leurs tailles de boîtier et leurs valeurs de capacité puissent être différentes, mais leur classe et leur tension assignée sont les mêmes.

3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés

Les informations exigées dans l'Article Q.9 de la IEC 60384-1:2008 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 capacité, la variation de résistance (pour les unités RC), $\tan \delta$ et la résistance d'isolement.

3.4 Essais d'approbation

3.4.1 Essais d'approbation de sécurité uniquement

Les Tableaux 3 et 6 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 basé sur des tailles d'échantillons fixes comme cela est présenté en 3.4.3 et au Tableau 3 de la présente Norme. Avant d'effectuer les essais d'approbation, il est nécessaire de soumettre à l'organisme de certification une déclaration de conception (voir l'Annexe D) qui enregistre les données essentielles et les détails de conception de base des condensateurs à approuver.

3.4.2 Homologation

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

Les procédures pour les essais d'homologation sont données dans la spécification générique, IEC 60384-1:2008, Article Q.5, dans laquelle Q.5.3a) se rapporte à des inspections lot par lot et périodiques. Les programmes à utiliser pour les essais d'homologation sur la base des inspections lot par lot et périodiques sont présentés en 3.5 et au Tableau 8 de la présente

spécification. Le programme à utiliser pour les essais d'homologation sur la base de tailles d'échantillons fixes conformément à la IEC 60384-1:2008, Q.5.3b) est présenté en 3.4.3 et aux Tableaux 4 et 5 de la présente Norme. Pour les deux procédures, les tailles d'échantillons et le nombre d'éléments non-conformes admissibles doivent être d'ordre comparable. Les conditions d'essai et les exigences doivent être les mêmes. L'homologation selon les tailles d'échantillons fixes des Tableaux 4 et 5 est préférée.

3.4.3 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillon fixe

3.4.3.1 Echantillonnage

Les condensateurs de chaque technologie, tension assignée, classe et sous-classe doivent être homologués séparément. Le nombre total de condensateurs de chaque tension assignée dans chaque groupe est donné dans les Tableaux 3, 4 et 5. Pour les condensateurs à plusieurs sections contenant des éléments de différentes classes et pour des condensateurs de traversée, un nombre supérieur est nécessaire comme cela est indiqué.

L'échantillon doit contenir des nombres égaux de spécimens des valeurs les plus élevées et les plus basses de capacité dans la gamme à homologuer, sauf pour l'essai d'inflammabilité passive de 4.17 et l'essai d'inflammabilité active de 4.18. Pour l'essai d'inflammabilité passive, les règles d'échantillonnage de 4.17, de la note d) du Tableau 3 et de la note h) du Tableau 4 doivent être suivies. Pour l'essai d'inflammabilité active, les règles d'échantillonnage de 4.18 doivent être suivies. Pour les unités RC, l'échantillon ayant les plus grandes valeurs de capacité et l'échantillon ayant les plus petites valeurs de capacité doivent contenir chacun, dans la mesure du possible, un nombre égal de résistances de la plus grande et de la plus petite valeur de résistance dans la gamme à homologuer. Lorsqu'une seule valeur de capacité est impliquée, tous les condensateurs comme indiqué dans les Tableaux 3, 4 et 5 doivent être soumis aux essais.

Les spécimens de rechange sont permis selon les modalités suivantes:

- a) un par valeur de capacité qui peut être utilisé pour remplacer un élément non conforme autorisé dans le Groupe 0;
- b) le reste des spécimens de rechange peut être exigé, s'il est nécessaire, pour répéter n'importe quel essai selon les dispositions de la note a) du Tableau 3 ou du Tableau 4.

Les nombres donnés dans le Groupe 0 supposent que tous les sous-groupes s'appliquent. Si ce n'est pas le cas, les nombres peuvent être réduits en conséquence.

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, 4 et 5 donnent le nombre de spécimens à soumettre à un essai dans chaque groupe ou sous-groupe et le nombre admissible d'éléments non conformes pour chaque cas.

Lorsqu'une gamme de condensateurs en céramique à homologuer est composée de différentes caractéristiques (ou coefficients) de température ou lorsqu'une gamme de condensateurs utilise des matériaux sensiblement différents, les échantillons pour les Groupes 2, 3 et 7 doivent contenir la quantité spécifiée de spécimens pour chaque caractéristique (ou coefficient) de température ou groupe de matériaux diélectriques comme spécifié ci-dessous:

Groupe A: matériaux avec constante diélectrique $\varepsilon_r < 500$

Groupe B: matériaux avec constante diélectrique $500 \leq \varepsilon_r < 5\,000$

Groupe C: matériaux avec constante diélectrique $\varepsilon_r \geq 5\,000$

3.4.3.2 Essais

Une des séries complètes des essais indiqués dans les Tableaux 3, 4 ou 5 est exigée pour l'approbation des condensateurs d'une seule tension assignée couverts par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

La totalité de l'échantillon doit être soumise aux essais du Groupe 0, puis divisée pour les autres groupes.

Un spécimen considéré comme non conforme pendant les essais du Groupe 0 ne doit pas être utilisé pour les autres groupes.

On considère "un élément non conforme" lorsqu'un condensateur ne satisfait pas à la totalité ou à une partie des essais d'un groupe.

L'approbation est accordée lorsque le nombre de non-conformités est zéro.

Des programmes d'essai avec une taille d'échantillon fixe pour des essais de sécurité uniquement sont indiqués dans les Tableaux 3, 5 et 6, et pour l'homologation de la sécurité et des performances dans les Tableaux 4, 5 et 7. Les Tableaux 3, 4 ou 5 incluent les informations détaillées relatives à l'échantillonnage et aux éléments non conformes admissibles pour les différents essais ou groupes d'essais. Le Tableau 6 ou 7 et les informations détaillées sur l'essai contenu dans 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.

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

Tableau 3 – Plan d'échantillonnage – Essais sur les exigences de sécurité uniquement

Groupe	Essai	Paragraphe de la présente Norme	Nombre de spécimens soumis à essai par tension assignée et sous-classe	Nombre permis d'éléments non-conformes par tension assignée et sous-classe Par groupe
0	Examen visuel	4.1	28 + 12 ^b +	0
	Capacité	4.2.2	6 ^c +	
	Résistance	4.2.4	6 à 18 ^d	
	Tension de tenue	4.2.1	+24	
	Résistance d'isolement	4.2.5		
	Composants de rechange		14 + 6 ^c	
1A	Lignes de fuite et distances d'isolement	4.1.1	6	0 ^a
	Robustesse des sorties	4.3		
	Résistance à la chaleur de brasage	4.4		
	Résistance du marquage au solvant	4.20		
2	Chaleur humide, essai continu	4.12	10	0 ^a
3	Tension de choc	4.13	12 ^b 12 ^b 6 ^c	0 ^a
	Endurance	4.14		
	Classe X et unités RC	4.14.3		
	Classe Y et unités RC	4.14.4		
	De traversée ^e	4.14.5		
6	Inflammabilité passive	4.17	6 à 18 ^d	0
7	Inflammabilité active	4.18	24	0
Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont la capacité doit être mesurée en premier lieu.				
^a Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis. ^b Si des condensateurs à plusieurs sections constitués de condensateurs X et de condensateurs Y sont à soumettre aux essais, 12 spécimens doivent être prélevés pour les essais sur les condensateurs X et 12 autres spécimens pour les essais sur les condensateurs Y. ^c Condensateurs supplémentaires si des condensateurs de traversée sont soumis à l'essai. ^d Voir la note h du Tableau 4. ^e L'attention est attirée sur l'option consistant à effectuer un essai combiné en tension et en courant, comme cela est spécifié en 4.14.6.				

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

Groupe	Essai	Paragraphe de la présente Norme	Nombre de spécimens soumis à essai par tension assignée et sous-classe	Nombre permis d'éléments non-conformes par tension assignée et sous-classe
				Par groupe DZ
0	Examen visuel	4.1	50 + 12 ^d +	0 ^a
	Dimensions (calibrage)	4.1	6 ^e +	
	Capacité	4.2.2	6 à 18 ^h	
	Résistance	4.2.4	+24	
	Tangente de l'angle de perte ^g	4.2.3		
	Tension de tenue	4.2.1		
	Résistance d'isolement	4.2.5		
	Composants de rechange		20	
1	1A	Dimensions (détail)	4.1	0 ^a
		Robustesse des sorties	4.3	
		Résistance à la chaleur de brasage	4.4	
		Résistance au solvant des composants	4.19	
	1B	Brasabilité	4.5	0 ^a
		Résistance du marquage au solvant	4.20	
		Variations rapides de température	4.6	
		Vibrations	4.7	
		Secousses ou chocs ^f	4.8 ou 4.9	
	1	Étanchéité des boîtiers ^c	4.10	0
		Séquence climatique	4.11	
2	Chaleur humide, essai continu	4.12	10	0 ^a
3	Tension de choc	4.13	12 ^d 12 ^d 6 ^e	0 ^a
	Endurance	4.14		
	Classe X et unités RC	4.14.3		
	Classe Y et unités RC	4.14.4		
	De traversée ⁱ	4.14.5		
4	Charge et décharge ^b	4.15	6	0 ^a
5	Caractéristiques des fréquences radioélectriques	4.16	4	0 ^a
6	Inflammabilité passive	4.17	6 à 18 ^h	0
7	Inflammabilité active	4.18	24	0

Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont la capacité doit être mesurée en premier lieu.

- ^a Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis.
- ^b Le cas échéant.
- ^c Si exigé dans la spécification particulière.
- ^d Si des condensateurs à plusieurs sections constitués de condensateurs X et de condensateurs Y sont à soumettre aux essais, 12 spécimens doivent être prélevés pour les essais sur les condensateurs X et 12 autres spécimens pour les essais sur les condensateurs Y.
- ^e Condensateurs supplémentaires si des condensateurs de traversée sont soumis à l'essai.
- ^f Ce qui est spécifié dans la spécification particulière.
- ^g Non exigé pour les unités RC, ou pour les condensateurs autres que ceux construits à partir d'un film métallisé ou d'un papier métallisé.
- ^h La plus petite taille, une taille moyenne (dans le cas de plus de quatre tailles de boîtier) et la plus grande des

tailles de boîtier doivent être soumises à l'essai. Pour chaque taille de boîtier, trois spécimens de la capacité maximale et trois spécimens de la capacité minimale doivent être soumis aux essais, soit six spécimens par taille de boîtier.	
ⁱ	L'attention est attirée sur l'option consistant à effectuer un essai combiné en tension et en courant, comme cela est spécifié en 4.14.6.

Tableau 5 – Programme d'essai et plan d'échantillonnage pour les essais lot par lot

Essais de sécurité uniquement			
Groupe	Numéro d'Article et essai suivant l'Article 4 de la présente norme	Niveau d'inspection <i>IL</i>	Critère d'acceptation
A0	4.2.2 Capacité ^a 4.2.4 Résistance ^a 4.2.1 Tension de tenue ^d	100 % ^b	
A1	4.1 Examen visuel Dimensions ^c	S-4	0
	4.2.5 Résistance d'isolement (Essai A)	I	0
Les essais du Groupe A0 et du Groupe A2 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont il faut mesurer la capacité en premier lieu. Il convient de choisir des tailles d'échantillons correspondant aux niveaux d'inspection dans le Tableau 1 de la IEC 61193-2.			
^a Le cas échéant. ^b Peut être effectué comme un essai de fin de ligne. ^c Cet essai peut être remplacé par un essai en production si le fabricant installe un SPC sur les mesures des dimensions ou un autre mécanisme permettant d'éviter que les pièces ne dépassent les limites. ^d L'essai de tension de tenue doit être combiné avec une méthode de surveillance appropriée pour détecter les défauts de la résistance d'isolement.			
Homologation – Niveau d'assurance DZ			
Groupe	Numéro d'Article et essai suivant l'Article 4 de la présente Norme	Niveau d'inspection <i>IL</i>	Critère d'acceptation ^b
A1	4.1 Examen visuel	S-4	0
	4.1 Dimensions (calibrage)		
A2	4.2.2 Capacité	I	0
	4.2.4 Résistance ^a		
	4.2.3 Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés et en céramique uniquement)		
	4.2.1 Tenue en tension (Essai A)		
	4.2.5 Résistance d'isolement (Essai A)		
B1	4.5 Brasabilité ^a	S-3	0
^a Le cas échéant. ^b Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis.			

Tableau 6 – Programme d'essai pour les essais de sécurité uniquement (1 de 2)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 0	Non destructif	Voir Tableau 3	
4.1 Examen visuel			Aucun dommage visible Marquage visible
4.2.2 Capacité			Selon les tolérances spécifiées
4.2.4 Résistance (le cas échéant)			Selon les tolérances spécifiées
4.2.1 Tension de tenue	Méthode: ..		Ni claquage ni amorçage permanent
4.2.5 Résistance d'isolement	Méthode: ...		Comme dans le Tableau 11
Groupe 1A	Destructif	Voir Tableau 3	
4.1.1 Lignes de fuite et distances d'isolement			Comme en 4.1.1.
4.3 Robustesse des sorties	Sévérité: se reporter à la spécification particulière		Aucun dommage visible
4.4 Résistance à la chaleur de brasage (le cas échéant)	Pas de préséchage La méthode 1 est indiquée dans la spécification particulière		
4.20 Résistance du marquage au solvant	Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 1 Matériau de polissage: coton hydrophile Reprise: ...		Marquage lisible
4.4.2 Mesures finales	Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant)		Aucun dommage visible Voir Tableau 13 Voir Tableau 13
Groupe 2	Destructif	Voir Tableau 3	
4.12 Chaleur humide, essai continu			
4.12.1 Mesures initiales	Groupe 0 mesures à utiliser		
4.12.2 Conditions d'essai	Condensateurs en céramique: la moitié de l'échantillon avec U_R appliquée; l'autre moitié sans tension appliquée Autres condensateurs: aucune tension appliquée		
4.12.3 Inspection et mesures finales	Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant) Tension de tenue Résistance d'isolement		Aucun dommage visible Marquage visible Voir Tableau 15 Voir Tableau 15 Voir Tableau 15 Voir Tableau 15

Tableau 6 (2 de 2)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 3 4.13.1 Mesures initiales 4.13 Tension de choc 4.14 Endurance 4.14.7 Mesures finales	Destructif Groupe 0 mesures à utiliser 3 impulsions, onde complète Tension de crête: voir Tableau 1 et Tableau 2 Durée: 1 000 h Tension, courant et température: voir 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 et 4.14.6 Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant) Tension de tenue Résistance d'isolement	Voir Tableau 3	Voir 4.13.2 et 4.13.3 Aucun dommage visible Marquage visible Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16
Groupe 6 4.17 Inflammabilité passive	Destructif	Voir Tableau 3	Voir 4.17.1.
Groupe 7 4.18 Inflammabilité active	Destructif	Voir Tableau 3	Voir 4.18.4.
Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont la capacité doit être mesurée en premier lieu.			
^a Les numéros des paragraphes des exigences et des conditions d'essai font référence à l'Article 4. ^b <i>n</i> = nombre de spécimens, <i>c</i> = nombre d'éléments non conformes admissibles. ^c Lorsque, pour un condensateur en céramique, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement conformément à l'Annexe G selon les conseils du fabricant.			

Tableau 7 – Programme d'essai pour l'homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance DZ (1 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 0	Non destructif	Voir Tableau 4	
4.1 Examen visuel			Aucun dommage visible Marquage lisible et comme spécifié dans la spécification particulière
4.1 Dimensions (calibrage)			Se reporter à la spécification particulière
4.2.2 Capacité			Selon les tolérances spécifiées
4.2.4 Résistance (le cas échéant)			Selon les tolérances spécifiées
4.2.3 Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés et en céramique uniquement)	Fréquence: ...		Se reporter à la spécification particulière
4.2.1 Tension de tenue	Méthode: ...		Ni claquage ni amorçage permanent
4.2.5 Résistance d'isolement	Méthode: ...		Voir Tableau 12
Groupe 1A	Destructif	Voir Tableau 4	
4.1 Dimensions (détail)			Se reporter à la spécification particulière et au Tableau 9
4.3 Robustesse des sorties	Sévérité: se reporter à la spécification particulière		Aucun dommage visible
4.4 Résistance à la chaleur de brasage (le cas échéant)	Pas de préséchage La méthode 1 est indiquée dans la spécification particulière		
4.19 Résistance au solvant des composants (le cas échéant)	Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 2 Reprise: ...		Se reporter à la spécification particulière
4.4.2 Mesures finales	Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant)		Aucun dommage visible Voir Tableau 13 Voir Tableau 13

Tableau 7 (2 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 1B	Destructif	Voir Tableau 4	
4.5 Brasabilité (le cas échéant)	Sans vieillissement La méthode est indiquée dans la spécification particulière		Qualité de l'étamage, mise en évidence par l'écoulement libre de la brasure avec un mouillage correct des sorties ou bien la soudure doit s'écouler en 3 s, selon le cas
4.20 Résistance du marquage au solvant	Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 1 Matériau de polissage: coton hydrophile Reprise: ...		Marquage lisible
4.6 Variations rapides de température	T_A = Température minimale de catégorie T_B = Température maximale de catégorie Cinq cycles Durée t_1 = 30 min		
4.6.1 Mesures finales	Examen visuel		Aucun dommage visible
4.7 Vibration	Pour la méthode de montage et la sévérité: se reporter à la spécification particulière		
4.7.2 Inspection finale	Examen visuel		Aucun dommage visible
4.8 Vibration ou 4.9 Choc	Pour la méthode de montage et la sévérité: se reporter à la spécification particulière		
4.8.2 Mesures finales ou 4.9.2	Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant)		Aucun dommage visible Se reporter à 4.8.2 ou 4.9.2 de cette spécification. Voir Tableau 14

Tableau 7 (3 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	n et c ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 1	Destructif	Voir Tableau 4	
4.10 Etanchéité des boîtiers (le cas échéant)	Essai Qc ou essai Qd de la IEC 60068-2-17 comme spécifié dans la spécification particulière		Pas de trace de fuite
4.11 Séquence climatique	Mesures faites en 4.4.2, 4.8.2 ou 4.9.2 selon le cas		
4.11.1 Mesures initiales	Température: température maximale de catégorie		
4.11.2 Chaleur sèche	Durée: 16 h		
4.11.3 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle			
4.11.4 Froid	Température: température minimale de catégorie		
	Durée: 2 h		
4.11.5 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants			
4.11.6 Mesures finales	Examen visuel		Aucun dommage visible Marquage visible
	Capacité		Voir Tableau 14
	Résistance (le cas échéant)		Voir Tableau 14
	Tan δ (le cas échéant)		Voir Tableau 14
	Tension de tenue		Voir Tableau 14
	Résistance d'isolement		Voir Tableau 14
Groupe 2	Destructif	Voir Tableau 4	
4.12 Chaleur humide, essai continu			
4.12.1 Mesures initiales	Groupe 0 mesures à utiliser		
4.12.2 Conditions d'essai	Condensateurs en céramique: la moitié de l'échantillon avec U_R appliquée; l'autre moitié sans tension appliquée. Autres condensateurs: aucune tension appliquée		
4.12.3 Mesures finales	Examen visuel		Aucun dommage visible Marquage visible
	Capacité		Voir Tableau 15
	Résistance (le cas échéant)		Voir Tableau 15
	Tan δ (le cas échéant)		Voir Tableau 15
	Tension de tenue		Voir Tableau 15
	Résistance d'isolement		Voir Tableau 15

Tableau 7 (4 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 3 4.13.1 Mesures initiales 4.13 Tension de choc 4.14 Endurance 4.14.7 Mesures finales	Destructif Groupe 0 mesures à utiliser Nombre de chocs: 24 max. Tension de crête: ... V, voir Tableaux 1 et 2 Durée: 1 000 h Tension, courant et température: voir 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 et 4.14.6 Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant) Tan δ (le cas échéant) Tension de tenue Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Voir 4.13.2 et 4.13.3 Aucun dommage visible Marquage visible Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16
Groupe 4 4.15 Charge et décharge 4.15.1 Mesures initiales 4.15.3 Mesures finales	Destructif Uniquement pour les condensateurs métallisés, les condensateurs en céramique et les unités RC utilisant de tels condensateurs. Les mesures du Groupe 0 peuvent être utilisées, si les conditions de mesure sont les mêmes que celles exigées pour cet essai; de plus, sauf dans le cas des unités RC, tan δ doit être mesurée à: 10 kHz pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 1 kHz pour $C_N > 1 \mu\text{F}$ Capacité Tan δ à la même fréquence que la mesure initiale (sauf pour les unités RC) Résistance (le cas échéant) Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Voir Tableau 17 Voir Tableau 17 Voir Tableau 17 Voir Tableau 17
Groupe 5 4.16 Caractéristiques des fréquences radioélectriques	Non-destructif Si la spécification particulière l'exige; voir la spécification particulière pour la méthode de mesure	Voir Tableau 4	Se reporter à la spécification particulière
Groupe 6 4.17 Inflammabilité passive	Destructif	Voir Tableau 4	Voir 4.17.1.
Groupe 7 4.18 Inflammabilité active	Destructif	Voir Tableau 4	Voir 4.18.4.
Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont la capacité doit être mesurée en premier lieu.			
^a Les numéros des paragraphes des exigences et des conditions d'essai font référence à l'Article 4. ^b <i>n</i> = nombre de spécimens, <i>c</i> = nombre d'éléments non conformes admissibles. ^c Lorsque, pour un condensateur en céramique, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement conformément à l'Annexe G selon les conseils du fabricant.			

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

Avant la soumission au contrôle de conformité de la qualité, un essai approprié de la tension de tenue à 100 % entre les bornes conformément au Tableau 10 doit être réalisé.

Les détails de cet essai doivent être la prérogative du fabricant, mais le temps ne doit pas être inférieur à 1 s.

Si l'essai est effectué dans une période de temps comprise entre 1 s et 2 s, la tension du Tableau 10 doit être augmentée jusqu'à des valeurs au-dessus de la courbe B de la Figure 6.

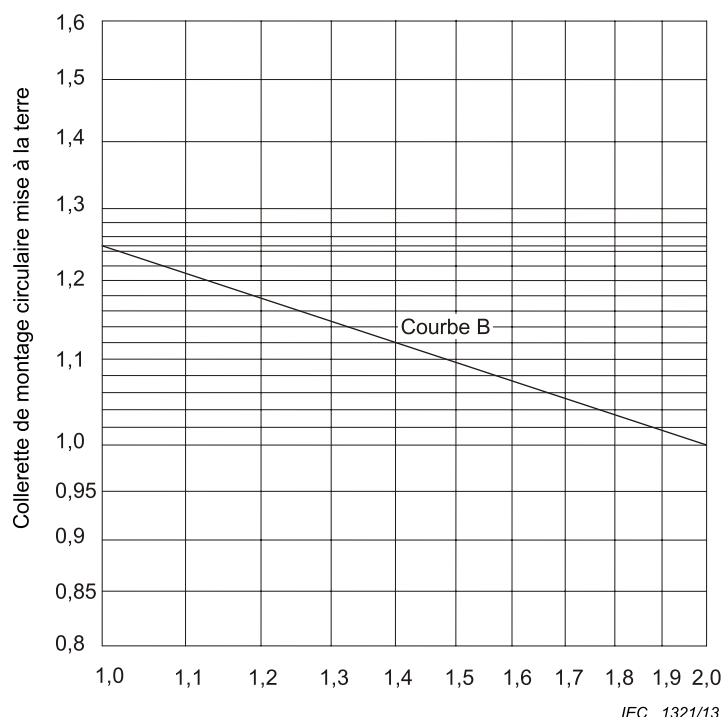


Figure 6 – Durée d'essai(s)

Si une tension continue d'essai est utilisée au lieu d'une tension alternative pour des condensateurs Y, elle ne doit pas être inférieure à 1,5 fois la tension alternative d'essai du Tableau 10 et être augmentée jusqu'à des valeurs au-dessus de la courbe B de la Figure 6.

Tous les éléments non conformes doivent être retirés du lot avant les essais lot par lot.

3.5.1 Formation des lots d'inspection

3.5.1.1 Inspection des Groupes A et B

Ces essais doivent être effectués lot par lot conformément au Tableau 8.

Un fabricant peut répartir la production actuelle en lots d'inspection soumis aux moyens de protection suivants:

- a) le lot d'inspection doit être constitué de condensateurs de structure similaire (voir 3.2);
- b) l'échantillon soumis à essai doit être représentatif des valeurs et des dimensions présentes dans le lot l'inspection:
 - 1) par rapport à leur nombre;

- 2) avec un minimum de cinq pour chaque valeurs;
- c) si l'échantillon contient moins de cinq pour chaque valeurs, le prélèvement des échantillons doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'organisme de certification.

Pour des essais du Groupe A, le lot d'inspection doit être constitué de composants de même tension assignée, de même classe et de même sous-classe et il doit être prélevé dans un lot de production continu.

Aucun élément non conforme n'est autorisé pour des condensateurs de classe Y dans l'essai de tension de tenue.

Pour des essais du Groupe B, le lot d'inspection doit être constitué de composants produits par des processus et des matériaux similaires, en fonction de l'essai concerné.

3.5.1.2 Inspection du Groupe C

3.5.1.2.1 Essais d'approbation de sécurité uniquement

Des essais de requalification conformément au Tableau 6 peuvent être exigés par l'organisme de certification en cas de modification de la conception déclarée comme cela est indiqué à l'Annexe D.

L'organisme de certification doit être informé des intentions de modification et décider si des essais de requalification sont à effectuer.

3.5.1.2.2 Homologation

Ces essais doivent être effectués périodiquement.

Les échantillons à soumettre à l'essai périodique dans le Tableau 8 doivent être représentatifs de la production en cours des périodes spécifiées et doivent être de même tension assignée, de même classe et de même sous-classe. Pour les périodes suivantes, les essais doivent porter sur d'autres tailles de boîtier en production pour couvrir toute la gamme d'approbation.

Aucun élément non conforme n'est autorisé pour des condensateurs de classe Y dans l'essai de tension de tenue.

3.5.2 Programme d'essai

3.5.2.1 Programme d'essai pour les essais d'approbation de sécurité uniquement

Le programme pour les essais lot par lot ou les critères de requalification est présenté dans le Tableau 5 et à l'Annexe D de la présente spécification.

3.5.2.2 Programme d'essai pour l'homologation

Le programme pour les essais lot par lot et pour les essais périodiques pour le contrôle de conformité de la qualité est présenté au Tableau 4 de l'Article 2 de la spécification particulière cadre, par exemple, la IEC 60384-14-3.

3.5.3 Livraison différée

En cas de livraison différée, une nouvelle inspection doit être effectuée à des intervalles ne dépassant pas trois ans. Si, conformément aux procédures de l'Article Q.10 de la IEC 60384-1:2008, une autre inspection est à effectuer, la tension de tenue pour la tension d'essai appropriée, la capacité, la résistance (le cas échéant) et la résistance d'isolement doivent être contrôlées comme cela est spécifié dans l'inspection du Groupe A et la brasabilité doit être contrôlée conformément à l'inspection du Groupe B.

3.5.4 Niveau d'assurance

Le niveau d'assurance DZ est utilisé. Voir Tableau 8.

Tableau 8 – Niveau d'assurance

	DZ		
Sous-groupe d'inspection ^b	IL	Critère d'acceptation	
A1	S-4	0	
A2	I	0	
B1	S-3	0	
Sous-groupe d'inspection ^b	DZ		
	p	n	c ^a
C1A	6	6	0
C1B ^c	6	12	0
C1	6	18	0
C2	6	10	0
C3	3	12	}
Classe X		12	
Classe Y		12	
Condensateur de traversée]		6	
C4	6	6	0
C5	12	4	0
C6	12	6 à 18	0
C7	12	24	0

Il convient de choisir des tailles d'échantillons correspondant aux niveaux d'inspection dans le Tableau 1 de la IEC 61193-2.

IL est le niveau d'inspection

p est la périodicité en mois

n est la taille d'échantillon

c est le nombre admissible d'éléments non conformes

^a Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis.

^b Le contenu des sous-groupes d'inspection est décrit dans l'Article 2 de la spécification particulière cadre applicable.

^c Il est exigé que les essais de vibrations, de secousses et de chocs dans ce sous-groupe soient effectués tous les 12 mois seulement.

4 Procédures d'essai et de mesure

Cet article complète les informations de la IEC 60384-1:2008, Article 4.

Des essais en tension alternative réalisés à une fréquence comprise entre 50 Hz et 100 Hz sont considérés valides pour n'importe quelle fréquence nominale comprise entre 50 Hz et 100 Hz. En cas de doute, 50 Hz doit être la fréquence de référence pour les mesures.

4.1 Examen visuel et contrôle des dimensions

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.4, avec les détails supplémentaires suivants.

4.1.1 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les lignes de fuite et les distances d'isolement sur l'extérieur du condensateur 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 9.

Le Tableau 9 est basé sur la IEC 60664-1, mais les normes sur la sécurité des équipements IEC 60335-1, IEC 60065 et IEC 60950-1 ont également été prises en considération. Il est possible d'obtenir davantage d'informations dans la IEC 60664-1.

Le Tableau 9 est généré en utilisant les conditions environnementales suivantes comme directive principale:

Degré de pollution 2, altitude $\leq 2\,000$ m et indice de résistance au cheminement (IRC) des matériaux ≥ 100 .

Les lignes de fuite inférieures à celles du Tableau 9 peuvent être utilisées, si les règles données dans la IEC 60664-1 pour l'IRC des matériaux des composants l'autorisent. Une ligne de fuite doit toujours être supérieure ou égale à la distance d'isolement dans ce tableau. Les normes sur les équipements peuvent exiger des distances supérieures à celles données ici.

La conformité doit être contrôlée par des mesures conformément aux règles établies dans la IEC 60664-1 pour les mesures sur l'extérieur du condensateur. D'autres exigences peuvent être nécessaires, par exemple pour des condensateurs destinés à être utilisés dans d'autres environnements que le degré 2 de pollution (par exemple des condensateurs protégés contre les projections et protégés contre les gouttes) ou pour des condensateurs utilisés à des altitudes supérieures à 2 000 m. Des conseils sont donnés dans la IEC 60664-1.

Tableau 9 – Lignes de fuite et distances d'isolement

Points de mesure	Tension assignée (valeur efficace)									
	$U_R \leq 130\text{ V}$		$130\text{ V} < U_R \leq 250\text{ V}$		$250\text{ V} < U_R \leq 500\text{ V}$		$500\text{ V} < U_R \leq 760\text{ V}$		$760\text{ V} < U_R \leq 1\,000\text{ V}$	
	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	Ligne de fuite mm	Distance d'isolement mm
Entre des parties sous tension de polarité différente (isolation fonctionnelle) ^a	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5	8,0	5,5
Entre des parties sous tension et d'autres parties métalliques sur une isolation principale ^b	2,0	1,5	4,0	3,0	5,0	4,0	6,3	5,5	8,0	7,5
Entre des parties sous tension et d'autres parties métalliques sur une isolation renforcée ^c	8,0	8,0	8,0	8,0	10,0	8,0	12,6	11,0	16,0	11,0
NOTE Les valeurs d'isolation renforcée pour des tensions supérieures à 500 V sont données à titre d'information uniquement. Dans la présente Norme, les condensateurs Y1 sont limités à 500 V.										
^a Ces limites doivent être utilisées pour les mesures entre les bornes d'un condensateur X.										
^b Ces limites doivent être utilisées pour les mesures entre chaque borne et le boîtier métallique d'un condensateur X et pour les mesures entre les bornes ou entre chaque borne et le boîtier métallique d'un condensateur Y2 ou Y4.										
^c Ces limites doivent être utilisées pour les mesures entre les bornes d'un condensateur Y1 (jusqu'à 500 V).										

4.2 Essais électriques

4.2.1 Tension de tenue

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.6, avec les détails suivants.

4.2.1.1 Circuit d'essai pour les essais en courant continu

Omettre le condensateur C_1 si le condensateur en essai, ou une section de celui-ci, est un film métallisé ou un condensateur en papier métallisé.

Le produit de R_1 et $(C_1 + C_X)$ doit être inférieur ou égal à 1 s et supérieur à 0,01 s.

R_1 inclut la résistance interne de l'alimentation.

R_2 doit limiter le courant de décharge à une valeur inférieure ou égale à 0,05 A.

4.2.1.2 Circuit et méthode d'essai pour les essais en courant alternatif

Lorsqu'une tension à 50/60 Hz est appliquée pour les essais périodiques et d'homologation, la tension doit être délivrée par un transformateur alimenté par un autotransformateur variable, et la tension doit être augmentée de près de zéro à la tension d'essai selon une pente ne dépassant pas 150 V/s. Le temps d'essai doit être compté à partir de l'instant où la tension d'essai est atteinte. A la fin du temps d'essai, la tension d'essai doit être réduite à près de zéro et le condensateur être déchargé à travers une résistance appropriée.

Pour des essais lot par lot et à 100 %, la tension doit être appliquée directement à la tension d'essai totale, mais il convient d'éviter les crêtes de surtension.

4.2.1.3 Tension appliquée

Les tensions du Tableau 10 doivent être appliquées entre les points de mesure respectifs montrés au Tableau 3 de la IEC 60384-1:2008 pendant une période de 1 min pour l'homologation et les essais périodiques et pendant une période inférieure à 1 s pour les essais lot par lot de conformité de la qualité, avec les détails suivants:

- a) l'essai selon 2c du Tableau 3 de la IEC 60384-1:2008 ne doit pas être effectué;
- b) pour les unités encapsulées avec un boîtier non métallique, un essai de tension de tenue tel que l'essai C doit être effectué uniquement pour les essais d'homologation et les essais périodiques;
- c) la méthode consistant à appliquer la tension d'essai pour l'essai C doit être indiquée dans la spécification particulière. Pour les essais de qualification, la méthode de la feuille métallique donnée en 4.6.2.3.2 de la IEC 60384-1:2008 doit être utilisée, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

NOTE Cet essai s'applique seulement aux condensateurs isolés en boîtier non métallique ou en boîtier métallique isolé. Voir la IEC 60384-1:2008, 4.6.2.3.

- d) pour les essais au cours d'une période de temps comprise entre 1 s et 2 s, la tension du Tableau 10 doit être augmentée comme indiqué à la Figure 6.

On attire l'attention sur le fait que la répétition de l'essai de tension de tenue par l'utilisateur peut endommager le condensateur. Si l'utilisateur répète l'essai de tension de tenue, il convient que la tension appliquée ne dépasse pas 66 % de la tension d'essai spécifiée dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Tension de tenue

Classe	Gamme de tensions assignées	Essai A	Essai B ou Essai C
X1 X2	$\leq 1\,000\text{ V}$	$4,3\ U_R\text{ (c.c.)}^c$	$2\ U_R + 1\,500\text{ V (c.a.)}$ avec un minimum de $2\,000\text{ V (c.a.)}^a$
Y1	$\leq 500\text{ V}$	$4\,000\text{ V (c.a.)}$	$4\,000\text{ V (c.a.)}$
Y2	$\geq 150\text{ V}$ $\leq 500\text{ V}$	$U_R + 1\,200\text{ V (c.a.)}$ avec un minimum de $1\,500\text{ V (c.a.)}^b$	$2\ U_R + 1\,500\text{ V (c.a.)}$ avec un minimum de $2\,000\text{ V (c.a.)}^b$
Y4	$< 150\text{ V}$	900 V (c.a.)^b	900 V (c.a.)^b
^a Pour les condensateurs connectés en étoile ou en T conformément aux Figures 5b et 5c, la tension d'essai entre bornes et boîtier doit être la tension d'essai appropriée pour les condensateurs Y. ^b Pour les essais lot par lot des condensateurs des classes Y2 et Y4, la tension alternative d'essai peut être remplacée par une tension continue de 1,5 fois la tension alternative spécifiée. ^c Dans cet essai en tension continue U_R est la valeur de la tension assignée en courant alternatif			

4.2.1.4 Exigences

Aucun claquage ni contournement électrique permanent ne doit être constaté pendant la période d'essai.

NOTE La présence de claquages auto-cicatrisants pendant l'application des tensions d'essai sur les condensateurs à films métalliques est autorisée.

4.2.2 Capacité

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.7, avec les détails suivants.

4.2.2.1 Conditions de mesure

La capacité mesurée doit être la capacité série équivalente.

La fréquence de mesure doit être de 1 kHz, mais, pour les condensateurs en céramique avec $C_N < 100\text{ pF}$ (classe 2) et $C_N \leq 1\,000\text{ pF}$ (classe 1) uniquement, la fréquence de mesure doit être de 1 MHz.

La température de mesure doit être conforme à 4.2.1 de la IEC 60384-1:2008.

La tension de mesure ne doit pas dépasser la tension assignée. Pour les condensateurs en céramique, la tension de mesure doit être de $1,0\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$.

Puisque la capacité nominale des condensateurs en céramique, telle que mesurée ci-dessus, est la capacité pour signaux faibles, le fabricant doit fournir les informations suivantes pour les condensateurs en céramique:

- le courant maximal 50/60 Hz attendu traversant le condensateur à la tension assignée en tenant compte de la tolérance de la capacité et de la caractéristique (ou du coefficient) de température de la capacité;
- la capacité minimale attendue en tenant compte de la tolérance de la capacité et de la caractéristique (ou du coefficient) de température de la capacité.

4.2.2.2 Exigences

La capacité doit se situer dans la tolérance spécifiée.

4.2.3 Tangente de l'angle de perte

Cet essai est normalement exigé pour les condensateurs métallisés et en céramique uniquement.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.8, avec les détails suivants:

La fréquence de mesure doit être de 10 kHz pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ et de 1 kHz pour $C_N > 1 \mu\text{F}$. Pour les condensateurs en céramique, la fréquence de mesure doit être de 1 kHz, mais pour les condensateurs avec $C_N < 100 \text{ pF}$ (classe 2) et $C_N \leq 1\,000 \text{ pF}$ (classe 1), la fréquence de mesure doit être de 1 MHz.

4.2.4 Résistance (résistance série équivalente (RSE)) (pour des unités RC seulement)

La RSE doit être mesurée dans un circuit équivalent série à la fréquence suivante:

100 kHz pour $R_N \times C_N < 50 \mu\text{s}$;

1 kHz pour $R_N \times C_N \geq 50 \mu\text{s}$.

où

R_N est la résistance nominale en ohms, et

C_N est la capacité nominale en farads.

4.2.5 Résistance d'isolement

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.5, avec les détails suivants.

Dans les essais de conformité de la qualité lot par lot, la mesure peut être interrompue lorsque la valeur de la résistance d'isolement dépasse les limites du Tableau 11 ou 12. Elle peut se produire avant 60 s.

4.2.5.1 Correction de la température

Lorsque cela est spécifié dans la spécification particulière, la température à laquelle la mesure est réalisée doit être notée. Si cette température diffère de 20 °C, une correction doit être apportée à la valeur mesurée en multipliant cette valeur par le facteur de correction approprié spécifié dans la spécification intermédiaire pour le diélectrique concerné, ou elle est donnée dans la spécification particulière.

4.2.5.2 Exigences

La résistance d'isolement doit dépasser les valeurs du Tableau 11 ou 12 selon le cas.

Tableau 11 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité uniquement

Essai A		Essai B ou essai C
Quand $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N en s	Quand $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R en $M\Omega$	R en $M\Omega$
2 000 ^a	6 000	6 000
^a Pour les condensateurs avec diélectrique en papier imbibé d'ester, les valeurs du tableau doivent être remplacées respectivement par les valeurs 500, 1 500 et 2 000.		

Tableau 12 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité et de performances

Diélectrique	Essai A		Essai B ou essai C
	Quand $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N en s	Quand $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R en $\text{M}\Omega$	R en $\text{M}\Omega$
Papier ^{a, b}	2 000	6 000	6 000
Plastique	5 000	15 000	30 000
Céramique	–	6 000	3 000
REMARQUES - Dans les tableaux 11 et 12, C_N est la capacité nominale et R est la résistance d'isolement mesurée. - Des limites plus sévères et liées au diélectrique peuvent être données dans la spécification particulière pour les essais de performances seulement, si possible en se référant à la publication IEC appropriée. - Pour des condensateurs ayant une borne connectée au boîtier, il convient d'utiliser les limites de la résistance d'isolement pour l'essai A. - Pour des condensateurs avec une résistance de décharge, il convient d'effectuer la mesure avec la résistance de décharge débranchée. Si la résistance ne peut pas être débranchée sans détruire le condensateur, il convient d'omettre l'essai dans le Groupe A; et, pour les essais périodiques et d'homologation, il convient de réaliser l'essai sur la moitié des spécimens dans l'échantillon; il convient que l'échantillon soit constitué de condensateurs réalisés spécialement sans résistance de décharge.			
^a Egaleme nt pour diélectriques en plastique et papier mélangés. ^b Pour les condensateurs avec diélectrique en papier imbibé d'ester, les valeurs du tableau doivent être remplacées respectivement par les valeurs 500, 1 500 et 2 000.			

4.3 Robustesse des sorties

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.13, avec les détails suivants.

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

L'essai pour des contacts à enclenchement doit être spécifié dans la spécification particulière; les méthodes d'essai et la sévérité doivent être conformes aux parties applicables de la IEC 61210.

4.4 Résistance à la chaleur de brasage

Cet essai ne s'applique pas aux condensateurs avec des conducteurs isolés de longueur supérieure à 10 mm, ou aux condensateurs avec des bornes non destinées à être brasées (par exemple des bornes à vis et des bornes rapides).

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.14, avec les détails suivants.

4.4.1 Conditions d'essai

Il ne doit pas y avoir de préséchage.

4.4.2 Exigences, mesures et inspection finales

Les mesures finales après cet essai sont les mesures intermédiaires après les essais du Sous-groupe 1A et avant le reste des essais du Groupe 1. Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 13.

Tableau 13 – Résistance à la chaleur de brasage – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Examen visuel	4.1	Aucun dommage visible
Capacité	4.2.2	La différence entre la capacité mesurée finalement et dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou du Tableau 4 ne doit pas dépasser 5 %
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$ \Delta R/R \leq 5 \%$
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 10 %.		

4.5 Brasabilité

Cet essai ne s'applique pas aux condensateurs avec des bornes non destinées au brasage (telles que les bornes à vis et les contacts à enclenchement).

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.15, avec les détails suivants.

4.5.1 Conditions d'essai

Pas de vieillissement exigé.

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

4.5.2 Exigences

Voir Tableau 7.

4.6 Variations rapides de température

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.16, avec les détails suivants.

Nombre de cycles: 5.

Durée d'exposition aux limites de température: 30 min.

4.6.1 Inspection finale

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

4.7 Vibrations

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.17, avec les détails suivants.

4.7.1 Conditions d'essai

Le degré de sévérité suivant de l'essai Fc s'applique: un déplacement de 0,75 mm ou une valeur de 100 m/s^2 , selon l'amplitude la plus faible des deux, sur une des plages de fréquences suivantes: 10 Hz à 55 Hz, 10 Hz à 500 Hz, 10 Hz à 2 000 Hz. La durée totale doit être de 6 h.

La spécification particulière doit spécifier la gamme de fréquences et doit également spécifier la méthode de montage à utiliser. Pour les condensateurs à sorties axiales destinés à être montés par leurs connecteurs de sortie, la distance entre le corps et le point de montage doit être $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

4.7.2 Inspection finale

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

4.8 Secousses

La spécification particulière doit indiquer si l'essai de chocs ou de secousses s'applique.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.18, avec les détails suivants.

4.8.1 Conditions d'essai

Les sévérités suivantes sont les sévérités préférentielles.

Nombre total de secousses: 1 000 ou 4 000

Accélération: 400 m/s^2

Durée des impulsions: 6 ms

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

4.8.2 Exigences, mesures et inspection finales

Les mesures finales après cet essai sont les mesures intermédiaires après les essais du Sous-groupe 1B et avant le reste des essais du Groupe 1.

Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- Aucun dommage visible ne doit être constaté.
- La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée dans le Groupe 0 du Tableau 4 ne doit pas dépasser 5 % sauf pour les condensateurs en céramique pour lesquels elle ne doit pas dépasser 10 %.
- La valeur de $\tan \delta$ ne doit pas dépasser la limite spécifiée par la spécification particulière.
- La variation de résistance (le cas échéant) ne doit pas dépasser la limite du Tableau 14.

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales pour référence doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.9 Chocs

La spécification particulière doit indiquer si l'essai de chocs ou de secousses s'applique.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.19, avec les détails suivants.

4.9.1 Conditions d'essai

Les sévérités préférentielles sont les suivantes.

Forme des impulsions: demi-sinusoïdale

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

La méthode de montage, la sévérité et le nombre de chocs le long de chaque axe doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

4.9.2 Exigences, mesures et inspection finales

Les mesures finales après cet essai sont les mesures intermédiaires après les essais du Sous-groupe 1B et avant le reste des essais du Groupe 1.

Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences suivantes.

- Aucun dommage visible ne doit être constaté.
- La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée dans le Groupe 0 du Tableau 4 ne doit pas dépasser 5 % sauf pour les condensateurs en céramique pour lesquels elle ne doit pas dépasser 10 %.
- La valeur de $\tan \delta$ ne doit pas dépasser la limite spécifiée par la spécification particulière.
- La variation de résistance (le cas échéant) ne doit pas dépasser la limite spécifiée dans le Tableau 14.

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales pour référence doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.10 Etanchéité des boîtiers

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

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.20, avec les détails suivants.

4.10.1 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Qc ou à l'essai Qd de la IEC 60068-2-17, selon le cas. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la méthode 1 doit être utilisée lorsque l'essai Qc est utilisé.

4.10.2 Exigences

Pendant ou après l'essai, selon le cas, on ne doit pas constater de fuite.

4.11 Séquence climatique

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.2.1, avec les détails suivants:

4.11.1 Mesures initiales

Les mesures initiales pour la séquence climatique sont les mesures faites en 4.4.2, 4.8.2 ou 4.9.2, selon le cas.

4.11.2 Chaleur sèche

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.2, avec les détails suivants:

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

4.11.3 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.3.

4.11.4 Froid

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.4, avec les détails suivants:

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

4.11.5 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.6.

4.11.6 Exigences, mesures et inspection finales

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.7, avec les détails suivants:

La reprise doit durer $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ dans les conditions atmosphériques standards de l'essai.

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 14.

Tableau 14 – Séquence climatique – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Examen visuel	4.1	Aucun dommage visible Le marquage doit être lisible
Capacité	4.2.2	La valeur finale de la capacité ne doit pas s'écarter de plus de 5 % ^a de la valeur mesurée en 4.4.2, 4.8.2 ou 4.9.2 selon le cas.
Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés uniquement)	4.2.3	L'augmentation de $\tan \delta$ au-delà de la valeur mesurée dans le Groupe 0 ne doit pas dépasser 0,008 pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 pour $C_N > 1 \mu\text{F}$
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$\left \frac{\Delta R}{R} \right \leq 5 \%$
Tension de tenue	4.2.1	Tension d'essai comme dans le Tableau 10 Pas de claquage, ni de contournement électrique permanent
Résistance d'isolement	4.2.5	Supérieure à 50 % des limites applicables du Tableau 11 ou 12
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 10 %.		

4.12 Chaleur humide, essai continu

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

Les exigences applicables aux condensateurs utilisés dans des applications à forte humidité sont données à l'Annexe I.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.22, avec les détails suivants:

4.12.1 Mesures initiales

Des mesures initiales ont été réalisées dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou 4.

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.12.2 Conditions d'essai

Température: $40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$

Humidité relative: $(93 \pm 3) \%$

Durée: 21 ou 56 jours

Quand l'essai est réalisé sur des condensateurs en céramique, la tension assignée doit être appliquée à la moitié de l'échantillon et aucune tension ne doit être appliquée à l'autre moitié.

Pour tous les autres condensateurs, aucune tension ne doit être appliquée pendant l'essai.

4.12.3 Exigences, mesures et inspection finales

La reprise doit durer 1 h à 2 h dans les conditions atmosphériques standards de l'essai.

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 15.

Tableau 15 – Chaleur humide, essai continu – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Examen visuel	4.1	Aucun dommage visible Le marquage doit être lisible
Capacité	4.2.2	La valeur finale de la capacité ne doit pas s'écarter de plus de 5 % ^a de la valeur mesurée dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou 4, selon le cas.
Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés uniquement)	4.2.3	L'augmentation de $\tan \delta$ au-delà de la valeur mesurée dans le Groupe 0 ne doit pas dépasser 0,008 pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 pour $C_N > 1 \mu\text{F}$
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$\left \frac{\Delta R}{R} \right \leq 5 \%$
Tension de tenue	4.2.1	Tension d'essai comme dans le Tableau 10 Pas de claquage, ni de contournement électrique permanent
Résistance d'isolement	4.2.5	Supérieure à 50 % des limites applicables du Tableau 11 ou 12
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 15 %.		

4.13 Tension de choc

Cet essai est à réaliser comme une séquence avec l'essai d'endurance décrit en 4.14.

4.13.1 Mesures initiales

Des mesures initiales ont été réalisées dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou 4.

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.13.2 Conditions d'essai

Chaque condensateur individuel doit être soumis à un maximum de 24 chocs de 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 indiquée dans les Tableaux 1 et 2.

Le temps de montée, t_r , est défini comme $t_r = (t_{90} - t_{30}) \times 1,67$. Le temps t_r est la durée du front T_1 comme défini en 7.1.18 de la IEC 60060-1:2010.

Le temps de descente t_d est le même que la moitié de la valeur T_2 comme défini en 7.1.22 de la IEC 60060-1:2010.

La forme d'onde est déterminée par les paramètres du circuit d'essai. Les détails sur le circuit d'essai sont donnés à l'Annexe A.

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 A.1. Le temps de montée t_r et le temps de descente t_d ne doivent pas s'écarter de plus de 0 % + 50 % des valeurs données au Tableau A.2. Il convient que les condensateurs C_X utilisés pour contrôler ceci ne soient pas des condensateurs en céramique à forte permittivité.

Si 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 Figure 7).

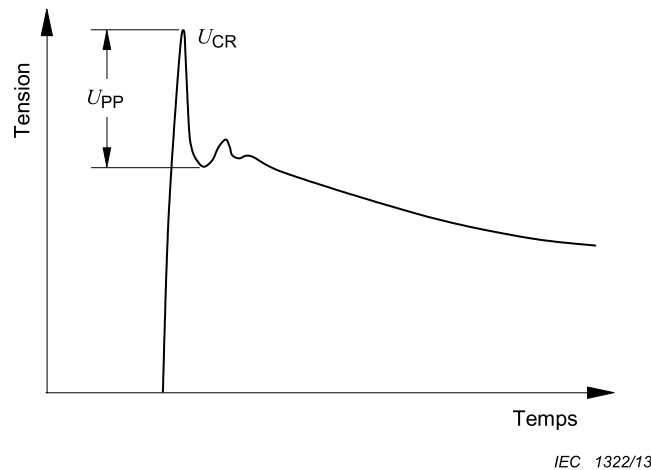


Figure 7 – Forme d'onde d'un choc

4.13.3 Exigences

Aucun claquage ni contournement électrique permanent ne doit être constaté.

Si trois chocs successifs quelconques affichés sur l'oscilloscope présentent une forme d'onde indiquant qu'il n'y a pas eu de claquage ni de contournement auto-cicatrisant dans le condensateur, alors aucun autre choc ne doit être appliqué et le condensateur doit être considéré comme conforme.

Si les 24 impulsions ont été appliquées au condensateur et au moins 3 d'entre elles ont une forme d'onde indiquant qu'aucun claquage ni contournement auto-cicatrisant ne s'est produit, alors le condensateur doit être considéré comme conforme, mais, si moins de trois impulsions présentent la forme d'onde exigée, alors le condensateur doit être considéré comme non conforme.

4.14 Endurance

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

L'essai d'endurance doit commencer dans un délai d'une semaine après la fin de l'essai de tension de choc. Voir la IEC 60384-1:2008, 4.23, avec les détails suivants.

4.14.1 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être placés dans la chambre d'essai de telle manière que la distance entre chaque condensateur soit d'au moins 25 mm.

Toutefois, il existe une exception: quand la largeur ou le diamètre du condensateur est inférieur à 25 mm, la distance entre les condensateurs peut être réduite à la valeur de cette largeur ou de ce diamètre, à condition que ceci ne produise aucun réchauffement supplémentaire des condensateurs. En cas de doute, un espacement de 25 mm doit être utilisé.

Les condensateurs ne doivent pas être chauffés par rayonnement direct et la circulation d'air dans la chambre doit être appropriée pour empêcher que la température ne dépasse $\pm 3^\circ\text{C}$ de la température spécifiée quel que soit l'endroit où les condensateurs sont placés.

Pour les condensateurs non auto-cicatrisants, un fusible de 1 A ou plus, si la valeur de la capacité en essai l'exige, doit être branché dans le circuit d'alimentation et ne doit pas fondre pendant l'essai.

NOTE Pour les condensateurs auto-cicatrisants, un fusible ou tout autre dispositif de sensibilité appropriée peut être branché dans le circuit de chaque condensateur pour indiquer si une défaillance se produit.

4.14.1.1 Echantillonnage

L'échantillon pour l'essai d'endurance doit être divisé si nécessaire en deux ou trois parties en fonction des nombres donnés dans les Tableaux 3, 4 ou 5, de sorte que des essais séparés puissent être réalisés sur les condensateurs X, les condensateurs Y et les dispositions de condensateurs de traversée.

Par exemple, pendant les essais sur des unités à condensateurs en triangle (voir 1.5.9), 12 unités de condensateurs doivent être soumises à des essais conformément à 4.14.3 et 12 autres unités conformément à 4.14.4. Pendant l'essai d'un condensateur de traversée de classe Y (voir 1.5.8), 12 condensateurs doivent être soumis à des essais conformément à 4.14.4 et 6 autres unités conformément à 4.14.5.

4.14.2 Mesures initiales

Les mesures initiales ont été réalisées en 4.13.1.

4.14.3 Endurance pour des condensateurs de Classe X et des unités RC contenant des condensateurs de Classe X

Pour les condensateurs à plusieurs sections, toutes les sections X doivent être soumises à des essais en parallèle, si nécessaire, en court-circuitant toutes les sections Y. Pour les condensateurs connectés en T (voir 1.5.9), l'essai doit être réalisé entre les bornes normalement connectées à la ligne et au neutre.

Les condensateurs et les unités RC, pour lesquelles aucune température assignée n'est donnée, doivent être soumis à un essai d'endurance de 1 000 heures à la température maximale de catégorie à une tension de $1,25 U_R$ sauf qu'une fois par heure la tension doit être augmentée à la tension U_S efficace pendant 0,1 seconde où $U_S = 1,5 \times U_R$ ou 1 000 V efficace (la plus grande des deux valeurs). Chacune de ces tensions doit être appliquée à chaque condensateur individuellement par une résistance de $47 \Omega \pm 5\%$. Le circuit approprié est présenté à l'Annexe B.

NOTE La valeur de cette résistance est choisie pour simuler l'impédance à haute fréquence du réseau d'alimentation. Pour les condensateurs dont la capacité est supérieure à $10 \mu\text{F}$, la puissance dissipée dans la résistance devient grande. Lorsque les valeurs de capacité augmentent, la puissance dissipée peut atteindre un niveau irréalisable. Dans ce genre de situation, les laboratoires d'essai de sécurité peuvent autoriser l'utilisation de valeurs de résistance correspondant à 5% de la valeur de réactance du condensateur d'essai C_X .

Les unités RC, pour lesquelles une température assignée est donnée, doivent être montées de la façon spécifiée par le fabricant, et l'étuve doit être stabilisée à la température assignée sans tension appliquée aux condensateurs. La tension doit alors être activée et le temps compté à partir de ce moment.

Après que la stabilité thermique due au chauffage interne de la résistance a été rétablie, la température du boîtier d'un des condensateurs doit être mesurée. Elle ne doit pas dépasser la température maximale de catégorie.

Il convient de concevoir le circuit d'essai de sorte que les tensions transitoires et les surintensités soient évitées pendant la commutation. On peut obtenir ceci en déchargeant le

condensateur avant de commuter vers la nouvelle tension à condition que le temps total nécessaire pour passer à U_S efficace et revenir ne dépasse pas 30 s.

4.14.4 Endurance pour des condensateurs de Classe Y et des unités RC contenant des condensateurs de Classe Y

Pour les condensateurs à plusieurs sections, toutes les sections Y doivent être soumises à des essais en parallèle, si nécessaire, en court-circuitant toutes les sections X. Pour les condensateurs connectés en T (voir 1.5.9), les bornes normalement connectées à la ligne et au neutre doivent être court-circuitées et l'essai doit être effectué entre ces bornes et la borne normalement connectée à la terre.

Les condensateurs doivent être soumis à un essai d'endurance de 1 000 heures à la température maximale de catégorie à une tension de $1,7 U_R$ sauf qu'une fois par heure la tension doit être augmentée à la tension U_S efficace pendant 0,1 seconde où $U_S = 1,5 \times U_R$ ou 1 000 V efficace, la plus grande des deux valeurs. Chacune de ces tensions doit être appliquée à chaque condensateur individuellement par une résistance de $47 \Omega \pm 5 \%$. Le circuit d'essai est présenté à l'Annexe B.

Il convient de concevoir le circuit d'essai de sorte que les tensions transitoires et les surintensités soient évitées pendant la commutation. On peut obtenir ceci en déchargeant le condensateur avant de commuter vers la nouvelle tension à condition que le temps total nécessaire pour passer à U_S efficace et revenir ne dépasse pas 30 s.

4.14.5 Endurance pour les dispositions à condensateurs de traversée

En plus des essais d'endurance des condensateurs selon 4.14.3 et 4.14.4, la capacité à transporter le courant des dispositions à condensateurs de traversée doit être soumise à un essai. Tous les fils de traversée doivent être connectés en série et les condensateurs doivent être soumis à un essai d'endurance de 1 000 h avec un courant de $1,1 I_R$ traversant les fils de traversée. Pendant cet essai, aucune tension n'est appliquée au diélectrique du condensateur.

Les condensateurs doivent être montés de la façon spécifiée par le fabricant, et l'étuve doit être stabilisée à la température assignée sans courant traversant les condensateurs. Le courant doit alors être activé et le temps compté à partir de ce moment.

Après que la stabilité thermique a été rétablie, la température du boîtier d'un des condensateurs doit être mesurée. Elle ne doit pas dépasser la température maximale de catégorie.

4.14.6 Conditions d'essai – Essais tension/courant combinés

Pour certains types de condensateurs, tels que les condensateurs de traversée coaxiaux, il est possible sans difficulté d'appliquer à la fois la tension et le courant d'essai au condensateur en même temps. Si cela est spécifié dans la spécification particulière, un essai d'endurance combiné de 1 000 h peut être effectué à la place des essais de 4.14.3 (ou 4.14.4) et de 4.14.5 en utilisant le nombre de spécimens appropriés pour l'essai de 4.14.3 (ou 4.14.4) et $1,1$ fois le courant assigné traversant les dispositions de condensateurs de traversée.

La température du boîtier d'un des condensateurs doit être mesurée comme en 4.14.5. Elle ne doit pas dépasser la température maximale de catégorie.

4.14.7 Exigences, mesures et inspection finales

Les condensateurs doivent être inspectés visuellement et mesurés dans l'ordre donné dans le Tableau 16.

Tableau 16 – Endurance – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Examen visuel	4.1	Aucun dommage visible
Capacité	4.2.2	La valeur finale de la capacité ne doit pas s'écarter de plus de 10 % ^a de la valeur du Groupe 0 du tableau 3 ou 4, selon le cas.
Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés uniquement)	4.2.3	L'augmentation de $\tan \delta$ au-delà de la valeur mesurée dans le Groupe 0 ne doit pas dépasser 0,008 pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 pour $C_N > 1 \mu\text{F}$
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$ \Delta R / R \leq 10 \%$
Tension de tenue	4.2.1	Tension d'essai comme dans le Tableau 10 Pas de claquage, ni de contournement électrique permanent
Résistance d'isolement	4.2.5	Supérieure à 50 % des limites applicables du Tableau 11 ou 12
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 20 %.		

4.15 Charge et décharge

Cet essai s'applique uniquement aux condensateurs métallisés, aux condensateurs en céramique et aux unités RC utilisant de tels condensateurs.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.27, avec les détails suivants.

4.15.1 Mesures initiales

Des mesures initiales ont été réalisées dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou 4. De plus, sauf dans le cas des unités RC, $\tan \delta$ doit être mesurée conformément à 4.8 de la IEC 60384-1:2008 avec les détails suivants.

C_N :	$\leq 1 \mu\text{F}$	C_N :	$> 1 \mu\text{F}$
Fréquence:	10 kHz	Fréquence:	1 kHz
Tension:	1 V efficace maximale	Tension de crête:	$\leq 3 \%$ de la tension assignée

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.15.2 Conditions d'essai

Les condensateurs 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 condensateur. Pour les condensateurs pour courant alternatif, la tension d'essai doit être $\sqrt{2} \times U_R$ et pour les condensateurs pour courant continu, la tension d'essai doit être U_R .

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

$$R = \frac{220 \times 10^{-6}}{C_N} \Omega$$

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) la plus grande des valeurs de résistance.

Chaque condensateur doit être déchargé individuellement par une résistance de valeur telle que la vitesse maximale de variation de tension (dU/dt) doit être environ 100 V/ μ s.

Pour les unités RC, s'il est impossible d'obtenir une vitesse de décharge de 100 V/ μ s, l'unité RC doit être déchargée par un court-circuit.

Le circuit est présenté à l'Annexe C.

4.15.3 Mesures et exigences finales

Le condensateur doit être mesuré et doit satisfaire aux exigences du Tableau 17.

Tableau 17 – Charge et décharge – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Capacité	4.2.2	La valeur finale de la capacité ne doit pas s'écarter de plus de 10 % ^a de la valeur du Groupe 0 du Tableau 3 ou 4, selon le cas.
Tan δ pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ (le cas échéant)	4.15.1	L'augmentation de tan δ au-delà de la valeur mesurée en 4.15.1 ne doit pas dépasser 80×10^{-4} .
Tan δ pour $C_N > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$ (le cas échéant)	4.15.1	L'augmentation de tan δ au-delà de la valeur mesurée en 4.15.1 ne doit pas dépasser 50×10^{-4} .
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$ \Delta R / R \leq 10 \%$
Résistance d'isolement	4.2.5	Supérieure à 50 % des limites applicables du Tableau 11 ou Tableau 12
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 20 %.		

4.16 Caractéristiques des fréquences radioélectriques

La spécification particulière peut spécifier des méthodes et des exigences de mesure pour une ou plusieurs des caractéristiques des fréquences radioélectriques suivantes:

- la fréquence de résonance principale du condensateur;
- la perte d'insertion (si possible, les méthodes de la CISPR 17 doivent être utilisées);
- la résistance à la fréquence de résonance;
- l'impédance du condensateur;
- l'inductance du condensateur.

4.17 Essai d'inflammabilité passive

4.17.1 Essais selon la IEC 60384-1

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.38, avec les détails suivants.

Pas d'essai selon le Groupe 0 et pas de préconditionnement exigé.

L'essai doit être effectué sur 6 à 18 spécimens, en fonction du nombre de tailles de boîtier soumis à l'essai. La plus petite taille, une taille moyenne (dans le cas de plus de quatre tailles de boîtier dans la gamme à homologuer), et la plus grande des tailles de boîtier dans la gamme à homologuer, doivent être soumises à l'essai. Pour chaque taille de boîtier, trois spécimens doivent être soumis à l'essai, chacune des valeurs de capacité les plus hautes et les plus basses de la gamme à homologuer.

La flamme doit être appliquée pendant la période de temps spécifiée dans la spécification générique correspondant au volume du spécimen et à la catégorie d'inflammabilité spécifiée dans la spécification particulière.

La catégorie préférentielle est la catégorie B. Si la catégorie C est utilisée, il faut que cela fasse l'objet d'un accord entre le fournisseur du composant et le client.

Dérogation: Pour les composants dont le volume est inférieur à 1 750 mm³, la catégorie C d'inflammabilité passive est autorisée.

Les catégories d'inflammabilité passive supérieures à la catégorie C peuvent nécessiter des additifs ignifuges qui peuvent être considérés comme ayant des incidences sur l'environnement. Il convient que ces catégories soient soumises à négociation entre les fabricants et les clients pour trouver un compromis entre les exigences environnementales et les exigences de sécurité.

Pour les condensateurs pour montage en surface constitués de céramique et de métal, seul l'essai d'inflammabilité passive peut être omis.

4.17.1.1 Exigences

Aucun spécimen ne doit dépasser le temps de combustion spécifié dans la spécification générique. Le papier mousseline ne doit pas s'enflammer. Aucune mesure électrique n'est exigée.

4.17.2 Essai d'inflammabilité passive alternatif

Lorsque des composants ne satisfont pas à la catégorie B d'inflammabilité passive, ou lorsque la catégorie C n'a pas été acceptée, et si le volume du condensateur est supérieur à 1 750 mm³, ou lorsque les matériaux polymères constituant l'enveloppe ne sont pas classés V-0 conformément à la IEC 60695-11-10, la méthode d'essai alternative suivante peut être utilisée.

Trois échantillons du composant sont à soumettre à trois applications de 15 s d'une flamme d'essai, la période entre les applications de la flamme étant de 15 s. Le composant ne doit pas continuer à flamber pendant plus de 15 s après la première et la deuxième application, et pas plus de 60 s après la troisième application.

4.17.2.1 Exigences relatives au montage d'essai

Pour l'essai, une alimentation en gaz dont la valeur de chauffage est d'environ 37,6 MJ/m³ (1 000 Btu/ft³) à la pression normale et un brûleur Tirril de 9,5 mm de diamètre (3/8 de pouce) sont à utiliser. Il faut que la flamme d'essai mesure 19 mm (3/4 de pouce) de haut avec les buses d'air du brûleur fermées.

4.17.2.2 Exigences relatives à la réalisation de l'essai

Chaque composant est à monter dans la position la plus conductrice pour l'allumage du composant et permise par la construction physique du composant. L'extrémité de la flamme d'essai est à appliquer à n'importe quel endroit du corps de chaque composant. Aucune mesure électrique n'est exigée.

4.18 Essai d'inflammabilité active

4.18.1 Cet essai ne s'applique pas aux condensateurs Y1.

4.18.2 L'échantillon constitué de 24 spécimens doit contenir des nombres égaux de spécimens de la valeur de capacité la plus élevée, la plus basse et une valeur intermédiaire dans la gamme à homologuer. Lorsqu'il n'y a que deux valeurs de capacité dans la gamme, 12 condensateurs de chaque valeur doivent être soumis à l'essai; lorsqu'il n'y a qu'une valeur de capacité dans la gamme, 24 condensateurs de cette valeur doivent être soumis à l'essai.

Les spécimens doivent être enveloppés individuellement dans au moins une couche complète d'étamine, mais pas plus de deux couches. L'étamine doit être un tissu de coton pur non traité présentant une masse comprise entre 20 g/m² et 60 g/m² et mesurant entre 22 × 27 et 45 × 34, préconditionnée dans des conditions atmosphériques normalisées pour des essais de 24 heures.

Chaque condensateur d'essai doit être monté par ses conducteurs. La longueur libre des conducteurs doit de préférence être supérieure à 25 mm.

On utilise le circuit d'essai de la Figure 8, avec les détails suivants:

$$U_{\sim} = U_R \pm 5 \%$$

$$U_i = 5 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ pour des condensateurs de Classe Y2}$$

$$= 4 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ pour des condensateurs de Classe X1}$$

$$= 2,5 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ pour des condensateurs de Classes X2 et Y4}$$

Chaque échantillon doit être soumis à 20 décharges d'un condensateur réservoir, chargé à une tension qui, une fois déchargée, place U_i aux bornes du condensateur en essai. L'intervalle de temps entre des décharges successives doit être de 5⁺¹₀ s. Voir la Figure 9 pour la forme d'onde prévue.

Pendant l'essai, la tension $U_{\sim}$ doit être appliquée aux bornes du condensateur en essai et doit être maintenue pendant 120⁺¹⁰₀ s après la dernière décharge, sauf si un fusible fondu cause un circuit ouvert.

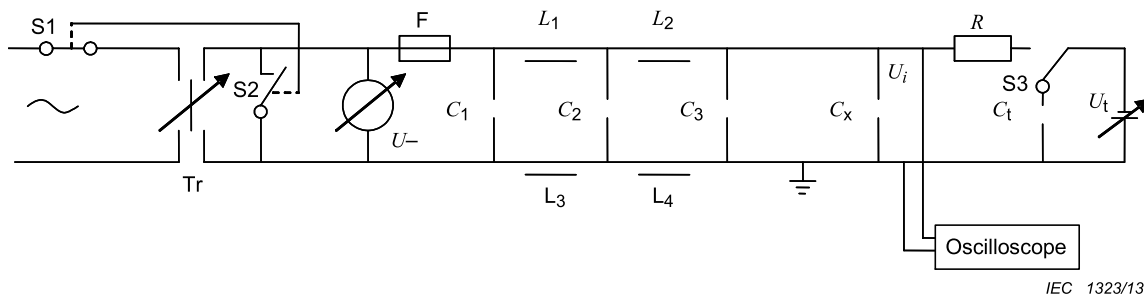


Figure 8 – Circuit typique pour charger en impulsions des condensateurs soumis à une tension alternative

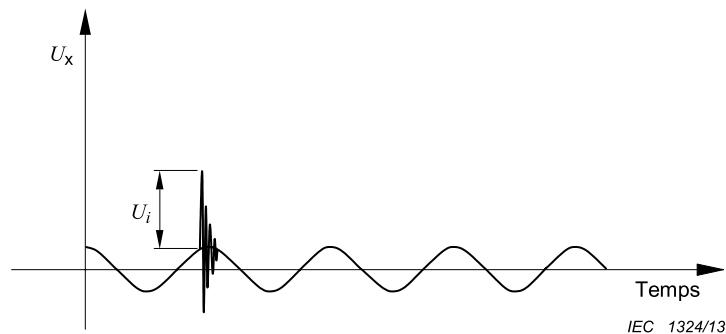


Figure 9 – Onde alternative fondamentale avec une impulsion haute tension superposée non synchronisée aléatoire

- Tr = transformateur d'isolement de blocage avec une tension secondaire de $U_{\sim}$, et une capacité suffisante pour délivrer 16 A au circuit d'essai à une tension $\geq 0,9 \times U_{\sim}$;
- C_1, C_2 = condensateur de filtrage $1 \mu\text{F} \pm 10 \%$;
- $L_1 \dots L_4$ = bobine à noyau cylindrique $1,5 \text{ mH} \pm 20 \%$, 16 A;
- C_3 = condensateur $0,033 \mu\text{F} \pm 5 \%$;
- R = $5 \Omega \pm 2 \%$ pour $C_X \geq 1 \mu\text{F}$;
 = $10 \Omega \pm 2 \%$ pour $0,22 \mu\text{F} \leq C_X < 1 \mu\text{F}$;
 = $40 \Omega \pm 2 \%$ pour $0,068 \mu\text{F} \leq C_X < 0,22 \mu\text{F}$;
 = $100 \Omega \pm 2 \%$ pour $C_X < 0,068 \mu\text{F}$;
- C_X = condensateur en essai
- U_t = tension à laquelle le condensateur réservoir C_t est chargé;
- C_t = le condensateur réservoir est $3 \mu\text{F} \pm 5 \%$ jusqu'à $C_X = 1 \mu\text{F}$, et $\geq 3 \times C_X$ pour $C_X > 1 \mu\text{F}$. La valeur recommandée est $3 \times C_X$ mais il est permis d'utiliser une valeur raisonnablement plus élevée afin de normaliser l'équipement d'essai;
- F = fusible à action différée, courant nominal 16 A.

NOTE C_1, C_2 et $L_1 \dots L_4$ constituent un filtre de protection du réseau d'alimentation; d'autres configurations pour ces filtres sont permises.

Il convient que C_3 et C_t aient une tension appropriée par rapport à la tension U_t exigée pendant l'essai.

4.18.3 Ajustement de U_i

La tension alternative doit être désactivée par S_1 et l'enroulement secondaire du transformateur doit être court-circuité par S_2 . Un condensateur de montage de capacité $C_X \pm 5 \%$ doit être branché dans la position C_X . U_t doit alors être ajustée de telle sorte que la

tension de crête exigée U_i apparaisse aux bornes du condensateur C_x , comme le montre l'oscilloscope. L'essai doit alors être réalisé sur les condensateurs en essai utilisant ce réglage de U_t .

4.18.4 Exigences

L'étamine autour du condensateur ne doit pas s'enflammer au contact d'une flamme. Aucune mesure électrique n'est exigée.

4.19 Résistance au solvant des composants (le cas échéant)

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.31, avec les détails suivants.

La spécification particulière doit spécifier si des essais utilisant des solvants sont exigés en plus des essais spécifiés dans la spécification générique.

Les exigences doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

4.20 Résistance du marquage au solvant

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.32, avec les détails suivants.

La spécification particulière doit spécifier si des essais utilisant des solvants sont exigés en plus des essais spécifiés dans la spécification générique.

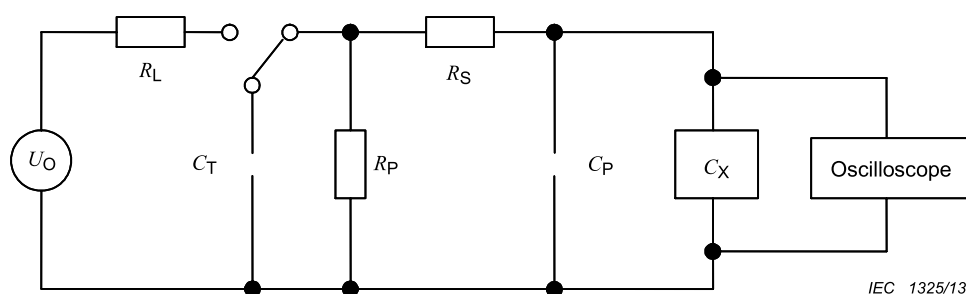
Le marquage doit être lisible.

Annexe A (normative)

Circuit pour l'essai de tension de choc

Il faut préciser que la forme des impulsions 1,2/50 dans les normes sur les équipements, par exemple la IEC 60065, Annexe K et la IEC 60950-1, Annexe N, est définie dans des conditions de circuit ouvert, et une forme différente est acceptée dans des conditions de sous charge.

L'essai spécifié en 4.13 doit être effectué en utilisant le circuit de la Figure A.1, ainsi que les valeurs données dans le Tableau A.1, et les valeurs et tolérances données dans le Tableau A.2.



C_T = condensateur de charge (ou réservoir)

C_P = condensateur parallèle

C_X = condensateur en essai

R_L = résistance de charge

R_S = résistance série ou résistance de charge

R_P = résistance parallèle ou résistance de décharge

U_O = source de tension continue

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

Tableau A.1 – Valeurs de C_X , C_T , R_P , R_S , C_P

Valeur nominale de C_X	C_T $\pm 10\%$	R_P $\pm 10\%$	R_S $\pm 10\%$	C_P $\pm 10\%$
μF	μF	Ω	Ω	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

Tableau A.2 – Valeurs et tolérances de C_X , t_r , t_d

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

Annexe B (normative)

Circuit pour l'essai d'endurance

L'essai spécifié en 4.14 doit être effectué en utilisant le circuit suivant (voir Figure B.1).

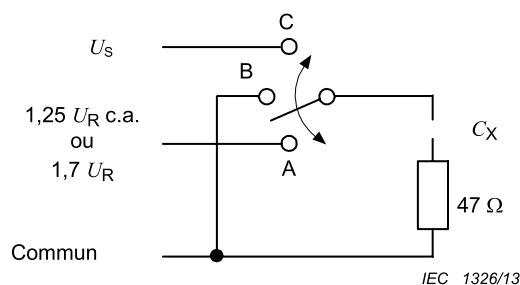


Figure B.1 – Circuit d'essai d'endurance

C_X est le condensateur en essai

$U_S = 1,5 \times U_R$ ou 1 000 V efficace, la plus grande des deux

La partie du circuit pour décharger le condensateur peut être omise si 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 respecter la séquence suivante chaque fois que U_S est appliquée:

- 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 .

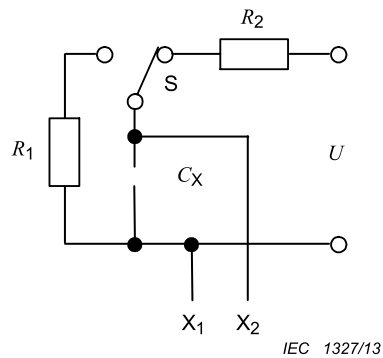
Pour tout condensateur en essai, la condition suivante doit être satisfaite:

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

Annexe C (normative)

Circuit pour l'essai de charge et de décharge

L'essai spécifié en 4.15 doit être effectué en utilisant le circuit suivant (voir Figure C.1).



C_x est le condensateur en essai

R_1 est la résistance limitant le courant (décharge)

R_2 est la résistance limitant le courant (charge)

S est le dispositif de commutation

U est la tension d'essai

X_1 et X_2 sont les bornes pour brancher l'oscilloscope et observer la vitesse maximale de variation de la tension.

Figure C.1 – Circuit d'essai de charge et de décharge

Annexe D (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 condensateurs 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 décision 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 décidera des étapes nécessaires. Au maximum, une requalification complète peut être exigée.

Numéro d'enregistrement:

(attribué par l'organisme de certification)

- 1 Demandeur**
- 2 Fabricant**
- 3 Site de fabrication**
- 4 Désignation du modèle**
- 5 Classe/sous-classe**
- 6 Schéma de circuit**
- 7 Diélectrique:**
 - 7.1 Matériau
 - 7.2 Epaisseur
 - 7.3 Densité (papier seulement)
 - 7.4 Nombre de couches individuelles
- 8 Electrode(s):**
 - 8.1 Matériau
 - 8.2 Méthode de production des électrodes:
(par exemple, feuille évaporée sur un film ou un papier)
- 9 Elément de condensateur, disposition des couches individuelles:**
- 10 Produit d'imprégnation (le cas échéant)**
- 11 Encapsulation:**
 - 11.1 Matériau(x) pour boîtiers, résines, etc. (selon le cas)
 - 11.2 Matériau de l'isolation externe (le cas échéant)
- 12 Dimensions d'encombrement**

Lieu

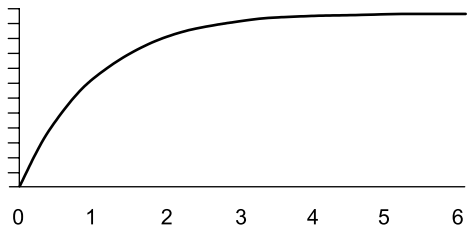
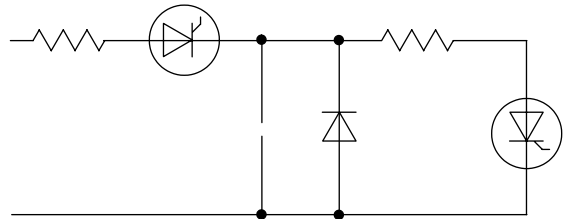
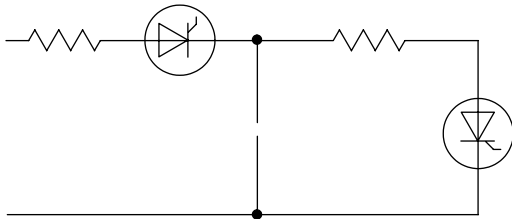
Date

Nom

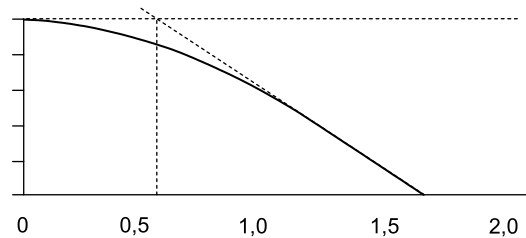
Signature

Annexe E (informative)

Circuits d'essai d'impulsions



IEC 1328/13



IEC 1329/13

Forme d'onde de charge pour les deux circuits:

Echelle de temps en unités de RC (R est la résistance de charge)

Forme d'onde de décharge pour le circuit inductif:

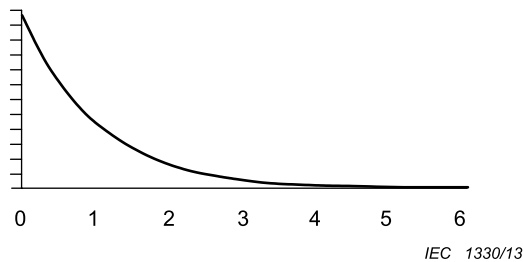
Echelle de temps en unités de $\sqrt{LC}$

La valeur maximale de dU/dt se calcule comme suit:

$Q = CU$ où Q est la charge sur le condensateur et donc

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{I_{\max}}{C}$$



Forme d'onde de décharge pour le circuit résistif:

Echelle de temps en unités de RC (R est la résistance de décharge)

Pour le circuit résistif

$$I_{\max} = \frac{U_0}{R}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{RC}$$

ce qui se produit à $t = 0$.

Pour le circuit inductif, si la dissipation est négligée, l'énergie inductive avec l'énergie capacitive initiale:

$$\frac{1}{2} LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} CU_0^2$$

$$I_{\max} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{\sqrt{LC}}$$

ce qui se produit à $t = \pi / 2\sqrt{LC}$

En outre, puisque

$$U = L \frac{dI}{dt}$$

$$\left. \frac{dI}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{L}$$

Ceci donne le contrôle de $\left. \frac{dI}{dt} \right|_{\max}$

et permet donc d'éviter de dépasser cette valeur assignée du commutateur dans le circuit de décharge. Le circuit résistif ne comporte pas un tel contrôle et la valeur assignée est susceptible d'être dépassée lorsque l'on tente d'obtenir une décharge de crête d'une centaine d'ampères ou plus.

Annexe F (normative)

Exigences particulières pour un essai de sécurité des condensateurs pour montage en surface

Les condensateurs pour montage en surface doivent, en général, être conformes à toutes les exigences de sécurité de la IEC 60384-14. La conception, les matériaux et la technologie de montage rendent nécessaire d'introduire de nouveaux essais et d'ajuster certaines méthodes et exigences existantes.

F.1 Généralités

Les paragraphes suivants remplacent les paragraphes correspondants de la partie principale de la présente Norme.

1.4.2 Montage

Conformément à 4.33 de la IEC 60384-1:2008 pour l'essai de sécurité selon le Tableau F.1, le fabricant doit fournir au laboratoire d'essai les composants montés ou non-montés sur différents substrats comme indiqué dans le Tableau F.1. L'aptitude d'un substrat proposé doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le laboratoire d'essai. Les détails du substrat ou des substrats utilisés pour les essais doivent être inclus dans le rapport d'essai. Un exemple de substrat avec des pistes conductrices est représenté à la Figure F.1.

1.5.21 Condensateur pour montage en surface

Un condensateur dont les petites dimensions et la nature de la forme des connexions de sortie en font un condensateur pouvant être monté en surface dans des circuits hybrides et sur des cartes imprimées.

1.6.1 Marquage des condensateurs

Les points a) et b) de 1.6 doivent être clairement marqués sur les condensateurs. Les autres éléments peuvent également être marqués sur les condensateurs dans la mesure du possible et en fonction de leur importance relative. Le marquage doit permettre une identification claire du composant.

F.2 Procédures d'essai et de mesure

Le condensateur doit être soumis aux essais conformément au Tableau F.1 avec les différences suivantes.

Pour un condensateur non encapsulé, l'essai C de 4.2.1 et de 4.2.5 doit être omis.

4.3 Robustesse des bornes: l'essai est remplacé par 4.34 et 4.35 de la IEC 60384-1:2008, et effectué avant les essais des groupes 2 et 3. La mesure de la capacité pendant l'essai de courbure peut être omise.

4.4 Résistance à la chaleur de brasage, le cas échéant, cet essai est effectué comme essai séparé conformément à 4.14.2 de la IEC 60384-1:2008.

4.4.2 Exigences, mesures et inspection finales

Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 13.

Tableau F.1 – Programme d'essai et plan d'échantillonnage pour les essais de sécurité des condensateurs pour montage en surface

Groupe	Numéro d'Article et essai suivant l'Article 4	Nombre de spécimens soumis à essai par tension assignée et sous-classe	Nombre permis d'éléments non-conformes par tension assignée et sous-classe	
			Par groupe	Total
0	4.1 Examen visuel ^a	}	}	
	4.2.2 Capacité	28+12 ^d +		
	4.2.4 Résistance ^c	} 6 ^f + (6-18) ^f +	} 0	
	4.2.1 Tension de tenue	24		
	4.2.5 Résistance d'isolement	}	}	
	Composants de rechange	14+6 ^e		
1A	4.1.1 Lignes de fuite et distances d'isolement ^a	}	}	
	4.4 Résistance à la chaleur de brasage ^{a, c}	} 6	} 0 ^b	
	4.20 Résistance au solvant du marquage ^a	}	}	
	4.17 Inflammabilité passive ^a	6-18 ^f	0	
	Montage selon 1.4.2	10 + 12 ^d + 6 ^e + 24		
2	4.34 de la IEC 60384-1:2008, Essai de cisaillement ^g	10	0 ^b	0
	4.35 de la IEC 60384-1:2008, Essai de courbure du substrat			
	4.12 Chaleur humide, essai continu			
3	4.34 de la IEC 60384-1:2008, essai de cisaillement ^g		0 ^b	
	4.35 de la IEC 60384-1:2008, Essai de courbure du substrat			
	4.13 Tension de choc			
	4.14 Endurance			
	4.14.3 Classe X et unités RC	12 ^d		
	4.14.4 Classe Y et unités RC	12 ^d		
	4.14.5 Condensateur de traversée	6 ^e		
4	4.18 Inflammabilité active	24	0	
- Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont il faut mesurer la capacité en premier lieu. - L'attention est attirée sur l'option consistant à effectuer un essai combiné en tension et en courant, comme cela est spécifié en 4.14.6.				
^a Les échantillons pour 4.1, 4.1.1, 4.4, 4.20 et 4.17 ne doivent pas être montés sur un substrat pendant l'essai. ^b Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis. Les éléments non conformes obtenus dans le premier échantillon doivent être comptés pour tous les éléments non conformes autorisés dans la dernière colonne. ^c Le cas échéant. ^d Si des condensateurs à plusieurs sections constitués de condensateurs X et de condensateurs Y sont à soumettre aux essais, 12 spécimens doivent être prélevés pour les essais sur les condensateurs X et 12				

autres spécimens pour les essais sur les condensateurs Y.

- ^e Condensateurs supplémentaires si des condensateurs de traversée sont soumis à l'essai.
- ^f La plus petite taille, une taille moyenne (dans le cas de plus de quatre tailles de boîtier) et la plus grande des tailles de boîtier doivent être soumises à l'essai. Pour chaque taille de boîtier, trois spécimens de la capacité maximale et trois spécimens de la capacité minimale doivent être soumis aux essais, soit six spécimens par taille de boîtier.
- ^g Cet essai est à effectuer en variante à l'essai de courbure du substrat, si la spécification particulière spécifie un montage sur un substrat rigide (par exemple, en alumine) seulement.

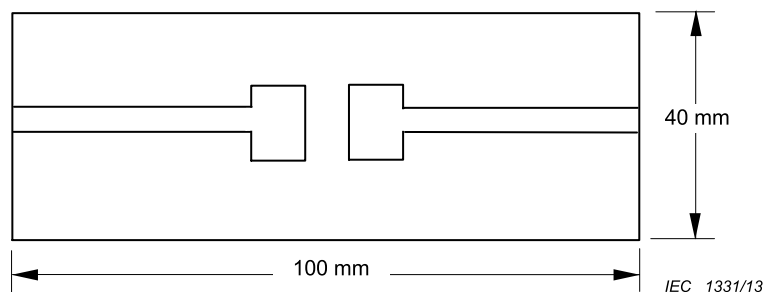


Figure F.1 – Exemple de substrat d'essai pour les essais de sécurité selon le Tableau F.1

Annexe G (informative)

Vieillissement de la capacité de condensateurs fixes à diélectriques en céramique, Classe 2

G.1 Présentation

La plupart des diélectriques en céramique, Classe 2, utilisés pour des condensateurs en céramique ont des propriétés ferroélectriques et présentent une température de Curie.

Au-delà de la température de Curie, le diélectrique a la structure d'un cristal cubique fortement symétrique alors qu'en dessous de la température de Curie la structure de cristal est moins symétrique. Bien que dans des monocristaux cette transition de phase soit très brutale, dans la pratique elle est souvent répartie sur une gamme de la température finie, mais, dans tous les cas, elle est liée à un pic sur la courbe capacité/température.

Sous l'influence des vibrations thermiques, les ions dans le réseau cristallin continuent de se déplacer vers des positions où l'énergie potentielle reste inférieure longtemps après que le diélectrique s'est refroidi en passant par la température de Curie. Ceci est à l'origine du phénomène de vieillissement de capacité, par lequel la capacité du condensateur diminue en permanence.

Toutefois, si le condensateur est chauffé à une température supérieure à la température de Curie, on constate un "rajeunissement", c'est-à-dire que la capacité perdue par le vieillissement est regagnée, et le vieillissement reprend au moment où le condensateur recommence à se refroidir.

G.2 Loi du vieillissement de capacité

Pendant la première heure après le refroidissement passant par la température de Curie, la perte de capacité n'est pas bien définie, mais après cette période de temps elle suit une loi logarithmique (voir K.W. Plessner, Proc. Phys. Soc., vol. 69B, P1261, 1956) qui peut s'exprimer en termes de constante de vieillissement.

La constante de vieillissement k est définie comme le pourcentage de perte de capacité due au processus de vieillissement du diélectrique qui se produit pendant une "décade", c'est-à-dire une période pendant laquelle l'âge du condensateur est multiplié par dix, par exemple, de 1 h à 10 h.

Puisque la loi de décroissance de la capacité est logarithmique, le pourcentage de perte de capacité sera $2 \times k$ entre 1 h et 100 h et $3 \times k$ entre 1 h et 1 000 h. On peut exprimer ceci mathématiquement par l'équation suivante:

$$C_t = C_1 \left(1 - \frac{k}{100} \times \lg t \right)$$

où

C_t est la capacité t heures après le début du processus de vieillissement;

C_1 est la capacité 1 h après le début du processus de vieillissement;

k est la constante de vieillissement en pourcent par décade (voir définition ci-dessus);

t est le temps en heures depuis le début du processus de vieillissement.

La constante de vieillissement peut être déclarée par le fabricant pour un diélectrique en céramique particulier, ou elle peut être définie en rajeunissant le condensateur et en mesurant la capacité à deux dates connues.

k est alors donné par l'équation suivante:
$$k = \frac{100 \times (C_{t_1} - C_{t_2})}{C_{t_1} \times \lg t_2 - C_{t_2} \times \lg t_1}$$

Si des mesures de capacité sont réalisées trois fois ou plus, il est alors possible de déterminer k à partir de la pente d'un graphe où Ct est tracé en fonction de $\lg$ de t .

Il est également possible de tracer $\lg$ de C en fonction de $\lg$ de t .

Pendant les mesures de vieillissement, il convient de maintenir le condensateur à une température constante de sorte que les variations de capacité dues à la caractéristique de température ne masquent pas celles dues au vieillissement.

G.3 Mesures de la capacité et tolérance de la capacité

En raison du vieillissement, il est nécessaire de spécifier un âge de référence auquel la capacité doit satisfaire à la tolérance spécifiée. Cet âge est fixé à 1 000 heures, puisque, pour des raisons pratiques, il n'y a pas beaucoup plus de perte de capacité après cette durée.

Afin de calculer la capacité $C_{1\,000}$ après 1 000 h, la constante de vieillissement doit être connue ou déterminée comme dans l'Article G.2, quand la formule suivante peut être utilisée:

$$C_{1\,000} = C_t \left[1 - \frac{k}{100} (3 - \lg t) \right]$$

Pour les mesures en usine, la perte de capacité entre l'âge au moment de la mesure et 1 000 heures est connue et peut être décalée en utilisant des tolérances d'inspection asymétriques.

Par exemple, si l'on sait que la perte de capacité sera de 5 %, les condensateurs peuvent alors être inspectés jusqu'aux limites +25/–15 % au lieu de ± 20 %.

La capacité est normalement déclarée à 20 °C, et il peut être nécessaire de mesurer à cette température ou de corriger les résultats à cette température. La chaleur dégagée par les mains lors de la manipulation peut également être à l'origine d'erreurs. Il convient donc de toujours manipuler les condensateurs à l'aide de pinces en plastique.

G.4 Préconditionnement spécial

Dans plusieurs des essais de la présente Norme, il est exigé de mesurer la variation de capacité qui résulte d'un conditionnement donné (par exemple, une séquence climatique). Afin d'éviter l'effet perturbateur du vieillissement, le condensateur est spécialement preconditionné avant ces essais en le maintenant pendant 1 h à la température maximale de catégorie, puis pendant 24 h dans les conditions atmosphériques normalisées pour les essais.

Pour les condensateurs avec une température de Curie inférieure à la température maximale de catégorie, ceci entraîne un rajeunissement et le conditionnement est également prévu, si possible, pour vieillir les condensateurs à un âge de 24 h, afin de minimiser les variations de capacité dues au vieillissement.

Si la température de Curie du diélectrique est supérieure à la température maximale de catégorie, alors un préconditionnement spécial ne rajeunira pas complètement le condensateur, mais il le placera quand même dans un état où sa capacité ne dépend pas tellement de son passé. Pour rajeunir complètement de tels condensateurs, une température pouvant atteindre 160 °C peut être exigée, et cette température peut nuire à l'encapsulation. Par conséquent, dans les quelques cas où le rajeunissement complet de tels condensateurs peut être exigé, la spécification particulière doit être consultée pour obtenir les informations détaillées et toutes les précautions nécessaires.

Annexe H (normative)

Utilisation des condensateurs pour courant alternatif approuvés pour la sécurité dans des applications en courant continu

H.1 Vue d'ensemble

La présente Annexe donne des exigences supplémentaires applicables aux condensateurs d'antiparasitage pour courant alternatif, dans le cadre d'une demande d'agrément de sécurité, qui sont raccordés à une alimentation en courant continu et dont la tension nominale ne dépasse pas 1 500 V en courant continu.

Lorsqu'un condensateur approuvé pour la sécurité satisfait aux exigences de cette annexe, celui-ci est homologué à la tension continue assignée dépassant sa tension alternative assignée approuvée, sans changement de classe.

H.2 Contexte

Les condensateurs de sécurité approuvés conformément à la présente norme sont des condensateurs pour courant alternatif conçus essentiellement pour des applications dans lesquelles une tension alternative est appliquée.

Il est admis que ces condensateurs soient utilisés avec des alimentations à courant continu de tension égale à leur tension alternative efficace assignée. (Voir 1.5.1, Note 1 à l'article.)

La classe des condensateurs, par exemple la classe X1 et la classe Y1, est définie en fonction de la valeur de crête de leur tension de tenue aux chocs et du type d'isolation en pont.

Un condensateur utilisé dans une application en tension alternative est soumis à la forme d'onde de tension avec une valeur de crête égale à la valeur efficace multipliée par la racine carrée de deux, dont la polarité change de signe sur une période d'onde, de telle sorte que des condensateurs approuvés pour la sécurité peuvent théoriquement supporter au moins une tension continue équivalente à leur tension alternative assignée multipliée par la racine carrée de deux.

H.3 Termes et définitions

H.3.1

tension continue assignée

U_R c.c.

tension continue maximale de fonctionnement pouvant être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur à toute température comprise entre la température de catégorie inférieure et la température de catégorie supérieure

Note 1 à l'article: Ce terme et la désignation (U_R c.c.) sont uniquement utilisés pour un condensateur spécifié avec une tension continue assignée supérieure à sa tension alternative efficace assignée.

Note 2 à l'article: Cette définition remplace celle donnée en 1.5.1 de l'IEC 60384-14:2013.

H.4 Exigence supplémentaire relative à l'utilisation de condensateurs de classe X et Y dans des applications en courant continu

Un condensateur spécifié pour une tension continue assignée supérieure à la tension alternative efficace assignée doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau H.1 en plus des essais prescrits dans le Tableau 3.

Tableau H.1 – Conditions d'essai supplémentaires

Type	U_R c.c. maximale	Tension d'essai en courant continu (Essai A) (selon 4.2.1)	Essai d'endurance (courant continu)	Chaleur humide, essai continu
X1	1 500 V	$2,15 \times U_R$ c.c.	Selon 4.14 en utilisant la tension continue assignée à la place de U_R , sans augmenter la tension jusqu'à U_S	Selon 4.12, mais avec la tension continue assignée appliquée à tout l'échantillon.
X2	1 500 V			
Y1	1 500 V	$4 \times U_R$ c.c. ^a		
Y2	1 500 V	$2,15 \times U_R$ c.c. ^a		
Y4	450 V	$2,15 \times U_R$ c.c. ^a		
^a Si une tension alternative d'essai est utilisée au lieu d'une tension continue pour des condensateurs de classe Y, elle ne doit pas être inférieure à $0,666 \times$ la tension continue d'essai du Tableau H.1.				

H.5 Lignes de fuite et distances d'isolement

Lorsqu'un condensateur approuvé conformément à la présente annexe est utilisé pour une application spécifique, il doit être confirmé que les lignes de fuite et les distances d'isolement de ce condensateur satisfont aux exigences des normes connexes pour l'application concernée.

NOTE Exemples de normes spécifiques et d'exigences mentionnées ci-dessus, IEC 60939-3: Tableaux 6 et 7.

Annexe I **(normative)**

Niveaux de résistance à l'humidité pour des applications exigeant une grande stabilité dans des conditions de fonctionnement avec une forte humidité

I.1 Vue d'ensemble

Outre les catégories climatiques préférentielles décrites en 2.1.1 et l'essai continu de chaleur humide décrit en 4.12, la présente Annexe décrit des niveaux spécifiques de résistance à l'humidité et des exigences relatives aux applications exigeant une grande stabilité dans des conditions de fonctionnement avec une forte humidité.

I.2 Niveaux de résistance à l'humidité

Les niveaux suivants sont définis pour les applications à forte humidité: niveau (I) résistance à l'humidité, Niveau (II) résistance à une forte humidité et Niveau (III) résistance élevée à une forte humidité.

I.2.1 Niveau (I), résistance à l'humidité

Pour vérifier le Niveau (I), le fabricant doit choisir soit les conditions d'essai A soit les conditions d'essai B. Pour les exigences, voir le Tableau I.1. Dans le cas de condensateurs spécifiés pour des applications en courant alternatif et en courant continu, un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension alternative assignée et un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension continue assignée.

Condition d'essai A: Essai continu de chaleur humide; 40 °C / 93 % d'humidité relative, durée 21 jours, tension assignée appliquée.

Condition d'essai B: Essai continu de chaleur humide; 85 °C / 85 % d'humidité relative, durée 168 h, tension assignée appliquée.

NOTE La condition d'essai B est un essai d'accélération qui peut remplacer la condition d'essai A.

I.2.2 Niveau (II), résistance à une forte humidité

Pour vérifier le Niveau (II), le fabricant doit choisir soit les conditions d'essai A soit les conditions d'essai B. Pour les exigences, voir le Tableau I.1. Dans le cas de condensateurs spécifiés pour des applications en courant alternatif et en courant continu, un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension alternative assignée et un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension continue assignée.

Condition d'essai A: Essai continu de chaleur humide; 40 °C / 93 % d'humidité relative, durée 56 jours, tension assignée appliquée.

Condition d'essai B: Essai continu de chaleur humide; 85 °C / 85 % d'humidité relative, durée 500 h, tension assignée appliquée.

NOTE La condition d'essai B est un essai d'accélération qui peut remplacer la condition d'essai A.

I.2.3 Niveau (III), résistance élevée à une forte humidité

Pour vérifier le Niveau (III), le fabricant doit choisir soit les conditions d'essai A soit les conditions d'essai B. Pour les exigences, voir le Tableau I.1. Dans le cas de condensateurs spécifiés pour des applications en courant alternatif et en courant continu, un échantillon doit

être soumis aux essais en appliquant la tension alternative assignée et un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension continue assignée.

Condition d'essai A: Essai continu de chaleur humide; 60 °C / 93 % d'humidité relative, durée 56 jours, tension assignée appliquée.

Condition d'essai B: Essai continu de chaleur humide; 85 °C / 85 % d'humidité relative, durée 1 000 h, tension assignée appliquée.

NOTE La condition d'essai B est un essai d'accélération qui peut remplacer la condition d'essai A.

Tableau I.1 – Exigences

Mesure	Méthode de mesure	Exigences
Capacité	4.2.2	Condensateurs métallisés: $ \Delta C \leq 10\%$ Condensateurs en céramique: $ \Delta C \leq 15\%$
Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés uniquement)	4.2.3	L'augmentation de $\tan \delta$ au-delà de la valeur mesurée dans le Groupe 0 ne doit pas dépasser: 0,024 pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ ^a 0,015 pour $C_N > 1 \mu\text{F}$ ^a
Résistance d'isolement	4.2.5	>50 % des limites applicables du Tableau 11 ou du Tableau 12, ou 200 MΩ, au minimum (selon celles des deux valeurs qui est la plus élevée)
La variation de la valeur de la capacité dépend de la technologie utilisée et, par exemple dans le cas de condensateurs en céramique, elle peut être réversible. Les exigences sont par conséquent différentes.		
^a Pour certaines applications, des valeurs plus faibles de l'augmentation de $\tan \delta$ peuvent être exigées.		

I.3 Indication des niveaux de résistance à l'humidité

Outre la catégorie climatique, des informations sur le niveau de résistance à l'humidité et la méthode d'essai utilisée pour la vérification doivent être indiquées sous la forme IA, IB, IIA, IIB, IIIA ou IIIB dans les informations fournies par le fabricant. Le marquage des condensateurs n'est pas exigé.

Bibliographie

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

IEC 60384-14-3, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14-3: Blank detail specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains – Assessment level DZ* (disponible en anglais seulement)

IEC 60939-3:2015, *Filtres passifs d'antiparasitage – Partie 3: Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés*

IEC 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

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

K.W. Plessner: *Ageing of the Dielectric Properties of Barium Titanate Ceramics*, Proceedings of the Physical Society, Section B, Volume 69, Issue 12, pp. 1261 to 1268 (1956)

FINAL VERSION

VERSION FINALE

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

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 General.....	8
1.1 Scope.....	8
1.2 Object	8
1.3 Normative references	8
1.4 Information to be given in a detail specification	9
1.4.1 Outline drawing and dimensions	9
1.4.2 Mounting.....	10
1.4.3 Ratings and characteristics	10
1.4.4 Marking	10
1.5 Terms and definitions	10
1.6 Marking	15
1.6.1 Marking of capacitors	15
1.6.2 Marking of packaging	15
1.6.3 Additional marking	16
1.7 Classification of Class X and Class Y capacitors	16
1.7.1 Classification of X capacitors.....	16
1.7.2 Classification of Y capacitors.....	16
2 Preferred ratings and characteristics	17
2.1 Preferred characteristics	17
2.1.1 Preferred climatic categories	17
2.2 Preferred values of ratings.....	18
2.2.1 Nominal capacitance (C_N).....	18
2.2.2 Tolerance on nominal capacitance.....	18
2.2.3 Rated voltage (U_R)	18
2.2.4 Nominal resistance (R_N).....	18
2.2.5 Rated temperature	18
2.2.6 Passive flammability	18
2.3 Requirements for sleeving, tape, tubing and wire insulation	18
3 Assessment procedures.....	19
3.1 Primary stage of manufacture	19
3.2 Structurally similar components.....	19
3.3 Certified records of released lots.....	19
3.4 Approval testing.....	19
3.4.1 Safety tests only approval	19
3.4.2 Qualification approval	19
3.4.3 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure	19
3.5 Quality conformance inspection	30
3.5.1 Formation of inspection lots.....	30
3.5.2 Test schedule	31
3.5.3 Delayed delivery	31
3.5.4 Assessment level	31
4 Test and measurement procedures	32
4.1 Visual examination and check of dimensions	32
4.1.1 Creepage distances and clearances	32

4.2	Electrical tests	33
4.2.1	Voltage proof	33
4.2.2	Capacitance	35
4.2.3	Tangent of loss angle	35
4.2.4	Resistance (Equivalent Series Resistance (ESR)) (for RC units only)	36
4.2.5	Insulation resistance	36
4.3	Robustness of terminations	37
4.4	Resistance to soldering heat	37
4.4.1	Test conditions	37
4.4.2	Final inspection, measurements and requirements	38
4.5	Solderability	38
4.5.1	Test conditions	38
4.5.2	Requirements	38
4.6	Rapid change of temperature	38
4.6.1	Final inspection	38
4.7	Vibration	38
4.7.1	Test conditions	39
4.7.2	Final inspection	39
4.8	Bump	39
4.8.1	Test conditions	39
4.8.2	Final inspection, measurements and requirements	39
4.9	Shock	39
4.9.1	Test conditions	39
4.9.2	Final inspection, measurements and requirements	40
4.10	Container sealing	40
4.10.1	Test conditions	40
4.10.2	Requirements	40
4.11	Climatic sequence	40
4.11.1	Initial measurements	40
4.11.2	Dry heat	41
4.11.3	Damp heat, cyclic, test Db, first cycle	41
4.11.4	Cold	41
4.11.5	Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles	41
4.11.6	Final inspection, measurements and requirements	41
4.12	Damp heat, steady state	41
4.12.1	Initial measurements	42
4.12.2	Test conditions	42
4.12.3	Final inspection, measurements and requirements	42
4.13	Impulse voltage	42
4.13.1	Initial measurements	42
4.13.2	Test conditions	43
4.13.3	Requirements	43
4.14	Endurance	44
4.14.1	Test conditions	44
4.14.2	Initial measurements	44
4.14.3	Endurance for Class X capacitors and RC units containing Class X capacitors	44
4.14.4	Endurance for Class Y capacitors and RC units containing Class Y capacitors	45

4.14.5	Endurance for the lead-through arrangements	45
4.14.6	Test conditions – Combined voltage/current tests	45
4.14.7	Final inspection, measurements and requirements	46
4.15	Charge and discharge	46
4.15.1	Initial measurements	46
4.15.2	Test conditions	46
4.15.3	Final measurements and requirements	47
4.16	Radiofrequency characteristics	47
4.17	Passive flammability test	47
4.17.1	Testing according to IEC 60384-1	47
4.17.2	Alternative passive flammability test	48
4.18	Active flammability test	49
4.18.3	Adjustment of U_i	50
4.18.4	Requirements	50
4.19	Component solvent resistance (if applicable)	50
4.20	Solvent resistance of the marking	51
Annex A (normative)	Circuit for the impulse voltage test	52
Annex B (normative)	Circuit for the endurance test	54
Annex C (normative)	Circuit for the charge and discharge test	55
Annex D (normative)	Declaration of design (confidential to the manufacturer and the certification body)	56
Annex E (informative)	Pulse test circuits	57
Annex F (normative)	Particular requirements for safety test of surface mounting capacitors	59
Annex G (informative)	Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2	62
Annex H (normative)	Use of safety approved a.c. rated capacitors in d.c. applications	65
Annex I (normative)	Humidity robustness grades for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required	67
Bibliography		69
Figure 1	– Two-terminal EMI suppression capacitor	11
Figure 2	– RC unit	11
Figure 3	– Lead-through capacitor (coaxial)	11
Figure 4	– Lead-through capacitors	12
Figure 5	– By-pass capacitors	13
Figure 6	– Test duration (s)	30
Figure 7	– Impulse wave form	43
Figure 8	– Typical circuit for pulse loading of capacitors under a.c. voltage	49
Figure 9	– Fundamental a.c. wave with randomly, not synchronized, superimposed high-voltage pulse	50
Figure A.1	– Impulse voltage test circuit	52
Figure B.1	– Endurance test circuit	54
Figure C.1	– Charge and discharge test circuit	55
Figure F.1	– Example of test substrate for safety test according to Table F.1	61
Table 1	– Classification of Class X capacitors	16

Table 2 – Classification of Class Y capacitors.....	17
Table 3 – Sampling plan – Tests concerning safety requirements only	21
Table 4 – Sampling plan – Safety and performance tests qualification approval – Assessment level DZ	22
Table 5 – Test schedule and sampling plan for lot-by-lot tests	23
Table 6 – Test schedule for safety tests only (<i>1 of 2</i>)	24
Table 7 – Test schedule for safety and performance tests qualification approval – Assessment level DZ (<i>1 of 4</i>)	26
Table 8 – Assessment level	32
Table 9 – Creepage distances and clearances.....	33
Table 10 – Voltage proof.....	35
Table 11 – Insulation resistance – Safety tests only.....	36
Table 12 – Insulation resistance – Safety and performance tests	37
Table 13 – Resistance to soldering heat – Requirements	38
Table 14 – Climatic sequence – Requirements	41
Table 15 – Damp heat, steady state – Requirements	42
Table 16 – Endurance – Requirements	46
Table 17 – Charge and discharge – Requirements.....	47
Table A.1 – Values of C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	52
Table A.2 – Values and tolerances of C_X , t_r , t_d	53
Table F.1 – Test schedule and sampling plan for safety test of surface mount capacitors.....	60
Table H.1 – Additional test conditions.....	66
Table I.1 – Requirements	68

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 14: Sectional specification –
Fixed capacitors for electromagnetic interference
suppression and connection to the supply mains**

FOREWORD

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

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 60384-14 bears the edition number 4.1. It consists of the fourth edition (2013-06) [documents 40/2199/FDIS and 40/2232/RVD], its corrigendum 1 (2016-04) and its amendment 1 (2016-07) [documents 40/2463/FDIS and 40/2469/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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 60384-14 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This fourth edition constitutes a technical revision. All changes that have been agreed upon can be categorized as minor revisions.

A list of all the parts of the IEC 60384 series, published under the general title *Fixed capacitors for use in electronic equipment*, can be found on the IEC website.

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

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

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

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 applies to capacitors and resistor-capacitor combinations which will be connected to an a.c. mains or other supply with nominal voltage not exceeding 1 000 V a.c. (r.m.s.) or 1 500 V d.c. and with a nominal frequency not exceeding 100 Hz.

1.2 Object

The principal object of this part of IEC 60384 is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60384-1, the appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods and to give general performance requirements for this type of capacitor. Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification will be of equal or higher performance level; lower performance levels are not permitted.

This standard also provides a schedule of safety tests to be used by national testing stations in countries where approval by such stations is required.

The overvoltage categories in combination with the a.c. mains voltages for the capacitors classified in this standard should be taken from IEC 60664-1.

1.3 Normative references

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

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

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

IEC 60065:2001, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*
Amendment 1:2005
Amendment 2:2010

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-17, *Environmental testing – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60384-1:2008, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

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

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

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

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC 61210, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

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

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

1.4 Information to be given in a detail specification

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.

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.

Requirements for safety approved a.c. capacitors to be used in d.c. applications are found in Annex H.

NOTE The information given in 1.4.1 may, for convenience, be presented in tabular form.

1.4.1 Outline drawing and dimensions

There shall be an illustration of the capacitor as an aid to easy recognition and for comparison of the capacitor 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; however, when the original dimensions are given in inches, the converted metric dimensions in millimetres shall be added.

Normally, the numerical values shall be given for the length, 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 number of capacitance values/voltage ranges are covered by a detail specification, their dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

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

1.4.2 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting to be applied for normal use and for the application of the vibration, bump or shock tests. The capacitors shall be mounted by their normal means. The design of the capacitor may be such that special mounting fixtures are required in its use. In this case, the detail specification shall describe the mounting fixtures and they shall be used in the application of the vibration, bump or shock tests.

If recommendations for mounting for "normal" use are made, they should be included in the detail specification under "1.8 Additional information (Not for inspection purposes)". If recommendations 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.

1.4.3 Ratings and characteristics

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

1.4.3.1 Nominal capacitance range

The preferred range of capacitance values should follow 2.2.1 of this standard.

When products approved to the detail specification have different ranges, the following statement should be added: "The range of values available in each voltage range is given in the register of approvals, available for example on the website www.iecq.org".

1.4.3.2 Nominal resistance range (if applicable)

The preferred range of resistance values should follow 2.2.4 of this standard

1.4.3.3 Particular characteristics

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

1.4.4 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the capacitor and on the package. See also 1.6 of this standard.

1.5 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60384-1, as well as the following, apply.

NOTE Some definitions of IEC 60384-1 have been expanded, as is indicated by a note.

1.5.1

a.c. capacitor

capacitor designed essentially for application with a power-frequency alternating voltage

Note 1 to entry: a.c. capacitors may be used on d.c. supplies having the same voltage as the a.c. r.m.s. rated voltage of the capacitor.

1.5.2

electromagnetic interference suppression capacitor

radio interference suppression capacitor

a.c. capacitor used for the reduction of electromagnetic interference caused by electrical or electronic apparatus, or other sources

1.5.3

capacitor of Class X

RC unit of Class X

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

1.5.4

capacitor of Class Y

RC unit of Class Y

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

1.5.5

two-terminal capacitor

electromagnetic interference suppression capacitor having two terminals

SEE: Figure 1.

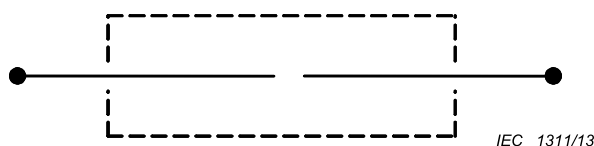


Figure 1 – Two-terminal EMI suppression capacitor

1.5.6

series RC unit

functional combination of a resistor in series with a capacitor of Class X or Y

SEE: Figure 2.



Figure 2 – RC unit

Note 1 to entry: In this standard, where the word "capacitor" appears, the words "capacitor or RC unit" should be understood where the context permits.

1.5.7

lead-through capacitor, <coaxial>

capacitor with a central current-carrying conductor surrounded by a capacitor element which is symmetrically bonded to the central conductor and to the outer casing to form a coaxial construction; it is coaxially mounted

SEE: Figure 3.

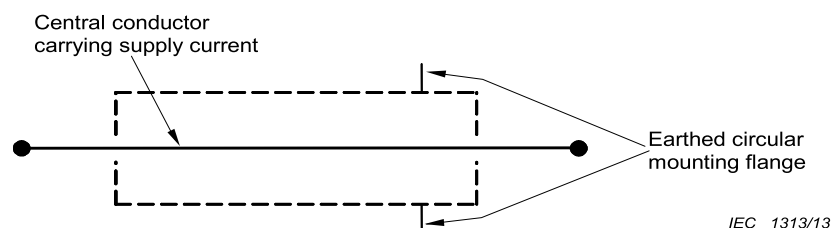


Figure 3 – Lead-through capacitor (coaxial)

1.5.8

lead-through capacitor, <non-coaxial>

capacitor in which the supply currents flow through or across the electrodes

SEE: Figures 4a, 4b, 4c and 4d.

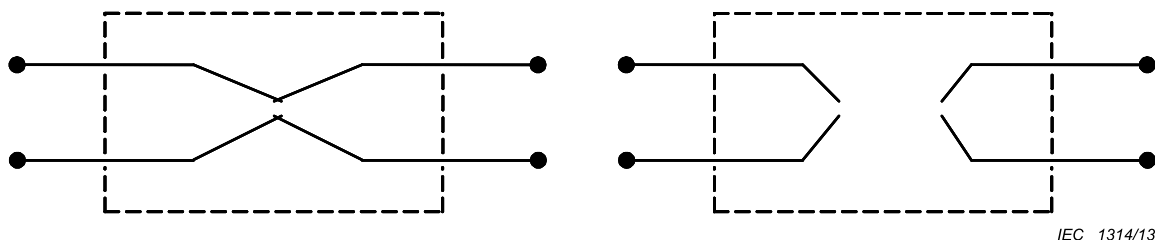


Figure 4a – Lead-through capacitor for symmetrical use (non-coaxial)

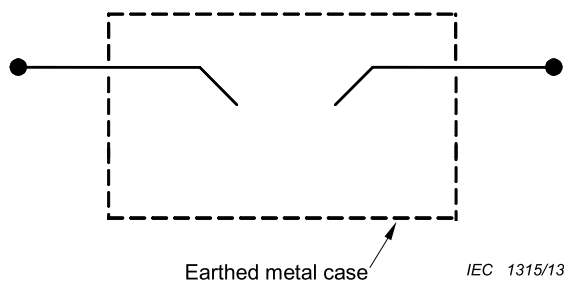


Figure 4b – Lead-through capacitor for asymmetrical use (non-coaxial)

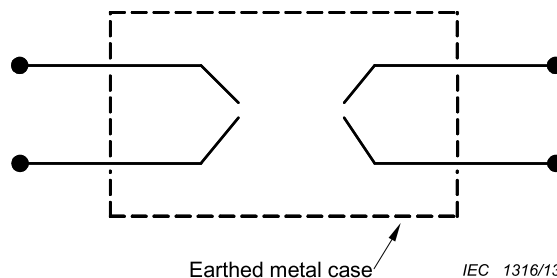


Figure 4c – Multiple unit lead-through capacitor (non-coaxial)
for symmetrical and asymmetrical use

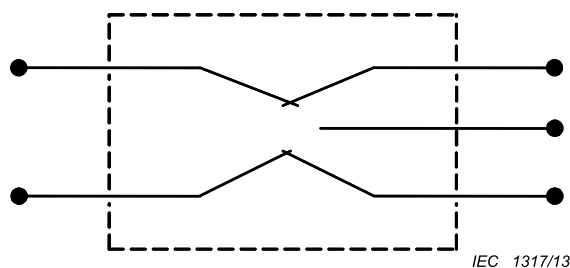


Figure 4d – Multiple unit lead-through capacitor

Figure 4 – Lead-through capacitors

1.5.9

by-pass capacitor

capacitor where radiofrequency interference currents are by-passed

Note 1 to entry: There are three common forms: single, delta and T-connected. The single capacitor consists of a capacitor in a metal case with one termination connected to the case as in Figure 5a; the delta form consists of an X-capacitor and two Y2-capacitors arranged in a delta network as in Figure 5b; the T-connected form consists of three capacitors C_A , C_B and C_C connected in T as shown in Figure 5c.

The delta and T-connected forms are electrically equivalent (star-delta transformation). In the T-connected form the X-capacitor is the result of the series connection of $C_B - C_C$ and the Y-capacitors are the results of the series connections of $C_A - C_B$ and $C_A - C_C$.

When T-connected capacitors are submitted to tests, and it is stated that voltages shall be applied across the X-capacitors, such voltages shall be applied between the line and neutral terminations. Similarly, when it is stated that voltages shall be applied across the Y-capacitors, such voltages shall be applied between the line and neutral terminations connected together and the earth termination.

SEE: Figures 5a, 5b and 5c.

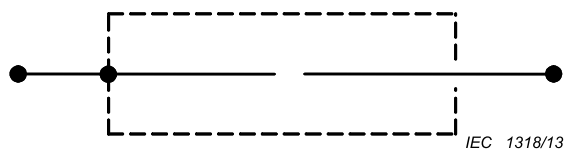


Figure 5a – Single by-pass capacitor

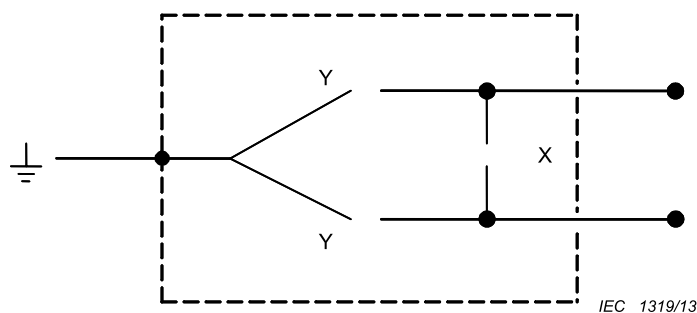


Figure 5b – Delta by-pass capacitor (in metallic housing)

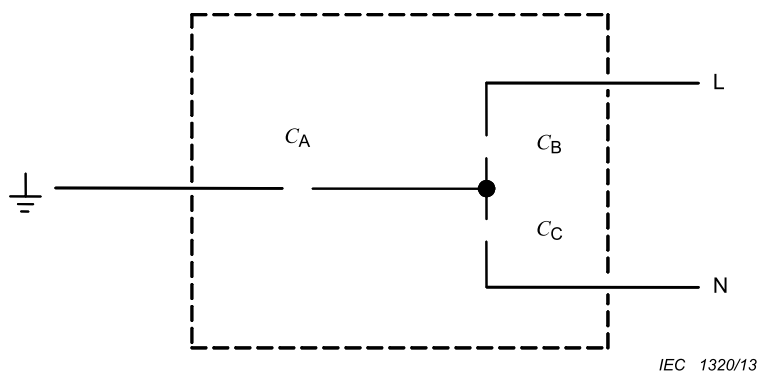


Figure 5c – Example of a T-connected by-pass capacitor (in non-metallic housing)

NOTE For capacitors with non-metallic housings, the earth connection is brought out as a separate termination as is shown in Figure 5c.

Figure 5 – By-pass capacitors

1.5.10**rated voltage**

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

Note 1 to entry: This implies, for capacitors covered by this standard, that the category voltage is the same as the rated voltage.

1.5.11**rated power, <of a series RC unit>**

maximum power which can be dissipated by the RC unit at the rated temperature during continuous operation

1.5.12**upper category temperature**

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

Note 1 to entry: For lead-through capacitors and series RC units, the external surface temperature can be affected by internal heating due to the lead-through current. The terminations of a capacitor are considered to be part of the external surface.

Note 2 to entry: This definition replaces that given in IEC 60384-1:2008, 2.2.41, because suppression capacitors in accordance with this standard are intended to be connected to the mains network and may have internal heat generation as a result.

1.5.13**lower category temperature**

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

Note 1 to entry: This definition replaces that given in IEC 60384-1:2008, 2.2.10.

1.5.14**rated temperature, <of a lead-through capacitor or series RC unit>**

maximum ambient temperature at which a lead-through capacitor can carry its rated lead-through current or a series RC unit can dissipate its rated power

Note 1 to entry: This definition replaces that in IEC 60384-1:2008, 2.2.24.

1.5.15**insertion loss**

ratio of the voltage before and after the insertion of the suppressor as measured at the terminations

Note 1 to entry: When measured in decibels, the insertion loss is 20 times the logarithm to base 10 of the ratio stated.

1.5.16**rated current of the conductors, <lead-through capacitor>**

maximum permissible current flowing through the conductors of the capacitor at the rated temperature during continuous operation

1.5.17**main resonant frequency, <two-terminal capacitor>**

lowest frequency at which the impedance of the capacitor is a minimum when applying a sinusoidal voltage

1.5.18**impulse voltage**

periodic transient voltage of a defined waveform as described in IEC 60060-1

1.5.19

passive flammability

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

1.5.20

active flammability

ability of a capacitor to burn with a flame as a consequence of electric loading

1.6 Marking

See IEC 60384-1:2008, 2.4 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) capacitor class and subclass;
- d) recognized approval mark;
- e) nominal capacitance(s) and nominal resistance;
- f) rated voltage and nature of supply (alternating voltage may be indicated by the symbol  (IEC 60417-5032:2002) and direct voltage by the symbol  (IEC 60417-5031:2002) or , also a.c. and d.c. respectively for alternating voltage and direct voltage can be used;
- g) the method of connection, if necessary;
- h) rated current of the conductor (in the case of a lead-through capacitor);
- i) tolerance on rated capacitance if different from $\pm 20\%$;
- j) climatic category, followed by a letter indicating passive flammability category;
- k) rated temperature;
- l) year and month (or week) of manufacture;
- m) reference to the detail specification.

1.6.1 Marking of capacitors

The capacitor shall be clearly marked with a), b) and c) and also d), e) and f) if these are not implied by b), and as many of the remaining items as are considered necessary by the manufacturer. The marking shall be sufficient to enable a clear identification of the component to be made.

NOTE For surface mount components, see Annex F.

It is recommended that a caution mark be printed on the printed circuit board where a safety component is mounted. The caution mark shall be ISO 7000-0434:2004. The mark is in the form of an upright equilateral triangle containing an exclamation mark.

This caution mark is referred to in IEC 60065:2001, 5.3. Any duplication of information in the marking on the capacitor should be avoided.

1.6.2 Marking of packaging

The package containing the capacitor(s) shall be clearly marked with all the information listed above. National approvals may be indicated by lettering as an alternative to the approval mark.

1.6.3 Additional marking

Any additional marking shall be applied in such a way that no confusion can arise.

1.7 Classification of Class X and Class Y capacitors

1.7.1 Classification of X capacitors

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

Table 1 – Classification of Class X capacitors

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

1.7.2 Classification of Y capacitors

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	$U_P = 8,0$ kV
Y2	Basic insulation or supplementary insulation	≥ 150 V ≤ 500 V	When $C_N \leq 1,0$ μ F $U_P = 5$ kV When $C_N > 1,0$ μ F $U_P = \frac{5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
Y4	Basic insulation or supplementary insulation	< 150 V	$U_P = 2,5$ kV
Y2 capacitors may be substituted by Y1 capacitors of the same or higher U_R .			
NOTE 1 For definitions of basic, supplementary, double and reinforced insulation, see IEC 61140.			
NOTE 2 The factor used for the reduction of U_P for capacitance values above $1,0$ μ F maintains $0,5 \times C_N U_P^2$ 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.			

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.

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

The values given in detail specifications shall preferably be selected from the following.

2.1.1 Preferred climatic categories

The capacitors covered by this standard are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1:1988, Annex A.

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

- lower category temperature: -65 °C, -55 °C, -40 °C, -25 °C and -10 °C;
- upper category temperature: $+85$ °C, $+100$ °C, $+105$ °C, $+125$ °C and $+155$ °C;
- duration of the damp heat, steady state test: 21 and 56 days.

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

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

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Nominal capacitance (C_N)

The preferred values of nominal capacitance are:

1, 1,5, 2,2, 3,3, 4,7, 6,8 and their decimal multiples.

These values conform to the E6 series of preferred values given in IEC 60063.

2.2.2 Tolerance on nominal capacitance

The maximum tolerance on nominal capacitance is $\pm 20\%$.

2.2.3 Rated voltage (U_R)

The preferred values of rated voltage are 125 V, 250 V, 275 V, 400 V, 440 V, 500 V, 760 V and 1 000 V.

Electromagnetic interference suppression capacitors should 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 capacitors should take into account the possibility that the voltage of the system may rise by up to 10 % above its nominal voltage. In star connections the maximum voltage over the capacitors shall be calculated in the worst possible case when the nominal capacitance tolerances of the capacitors used are considered.

2.2.4 Nominal resistance (R_N)

Preferred values of nominal resistance shall be taken from the E6 series of IEC 60063.

2.2.5 Rated temperature

The rated temperature for lead-through capacitors and series RC units shall be not less than $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2.6 Passive flammability

The preferred category of passive flammability permitted is Category B (see 4.17). If category C is used, it has to be agreed between the component supplier and the customer. See 4.17 also for alternative passive flammability testing.

Exemption: For components smaller than $1\,750\text{ mm}^3$ passive flammability category C is permitted.

Passive flammability categories better than C may require flame retardant additives which may be considered to cause environmental impact. These categories should be subject to discussion between manufacturers and customers to find a compromise between safety and environmental requirements.

2.3 Requirements for sleeving, tape, tubing and wire insulation

Sleeving, tape, tubing and wire insulation used in the components falling under this standard shall be rated for the voltage involved and the temperature attained under any condition of actual use. They shall be flame retardant according to Class VW1.

If insulated terminals are requested, the preferable colours should be transparent or white.

3 Assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

For wound capacitors, the primary stage of manufacture is the winding of the capacitor element. For single-layer ceramic capacitors, it is the metallization of the dielectric to form the electrodes. For fixed multilayer ceramic capacitors, it is the first common firing of the dielectric-electrode assembly. For other types of capacitor, it shall be the same as that given in the sectional specification for the dielectric used.

3.2 Structurally similar components

Capacitors considered as being structurally similar are capacitors produced with essentially the same processes and materials, though they may be of different case sizes and capacitance values, but of the same class and rated voltage.

3.3 Certified records of released lots

The information required in IEC 60384-1:2008, Clause Q.9, 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 capacitance change, resistance change (for RC units), $\tan \delta$ and insulation resistance.

3.4 Approval testing

3.4.1 Safety tests only approval

Tables 3 and 6 form a schedule limited to tests concerning safety only requirements. The schedule to be used for safety tests only approval will be on the basis of fixed sample sizes as given in 3.4.3 and Table 3 of this standard. Prior to the approval testing being carried out, it is necessary to submit to the certification body a declaration of design (see Annex D) registering essential data and basic design details of the capacitors for which approval is sought.

3.4.2 Qualification approval

Tables 4, 5 and 7 shall be used when qualification approval is sought.

The procedures for qualification approval testing are given in the generic specification, IEC 60384-1:2008, Clause Q.5, in which Q.5.3a) refers to lot-by-lot and periodic inspections. The schedules to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic inspections are given in 3.5 and Table 8 of this standard. The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of fixed sample sizes according to IEC 60384-1:2008, Q.5.3b), is given in 3.4.3 and Tables 4 and 5 of this standard. For the two procedures, the sample sizes and the number of permissible nonconforming items shall be of comparable order. The test conditions and requirements shall be the same. Qualification approval according to the fixed sample sizes of Tables 4 and 5 is preferred.

3.4.3 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure

3.4.3.1 Sampling

Capacitors of each technology, rated voltage, class and subclass shall be separately qualified. The total number of capacitors of each rated voltage in each group is given in Tables 3, 4 and 5. For multi-section capacitors containing sections of different classes and for lead-through capacitors, larger numbers are required as indicated.

The sample shall contain equal numbers of specimens of the highest and lowest capacitance values in the range to be qualified, except for the passive flammability test of 4.17 and the active flammability test of 4.18. For the passive flammability test, the rules of sampling in

4.17, footnote d) to Table 3 and footnote h) to Table 4 shall be followed. For the active flammability test, the rules of sampling in 4.18 shall be followed. For RC units, the sample of highest capacitance values and the sample of the lowest capacitance values shall contain each, as nearly as possible, an equal number of resistors of the highest and lowest resistance value in the range to be qualified. Where only one capacitance value is involved, the total number of capacitors as stated in Tables 3, 4 and 5 shall be tested.

Spare specimens are permitted as follows:

- a) one per capacitance value which may be used to replace the permitted nonconforming item in Group 0;
- b) the remainder of the spare specimens may be required, if it is necessary, to repeat any test according to the provisions of footnote a) of either Tables 3 or 4.

The numbers given in Group 0 assume that all subgroups are applicable. If this is not so, the numbers may be reduced accordingly.

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

Tables 3, 4 and 5 give the number of specimens to be tested in each group or subgroup together with the permissible number of nonconforming items in each case.

Where a range of ceramic capacitors to be qualified consists of different temperature characteristics (or coefficients) or the range of capacitors employs significantly different materials, the samples for Groups 2, 3 and 7 shall contain the specified quantity of specimens for each temperature characteristics (or coefficients) or dielectric material group as specified below:

Group A: Materials with dielectric constant $\epsilon_r < 500$

Group B: Materials with dielectric constant $500 \leq \epsilon_r < 5\,000$

Group C: Materials with dielectric constant $\epsilon_r \geq 5\,000$

3.4.3.2 Tests

One of the complete series of tests indicated in Tables 3, 4 or 5 is required for the approval of capacitors of a single rated voltage covered by one detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

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

A specimen found to be a nonconforming item during the tests of Group 0 shall not be used for the other groups.

"One nonconforming item" is counted when a capacitor has not satisfied the whole or part of the tests of a group.

Approval is granted when the number of nonconforming is zero.

Fixed sample size test schedules for safety tests only are given in Tables 3, 5 and 6, for safety and performance qualification approval in Tables 4, 5 and 7. Tables 3, 4 or 5 include the details for the sampling and permissible nonconforming items for the different tests or groups of tests. Tables 6 or 7, together with the details of test contained in Clause 4, give a complete summary of test conditions and performance requirements and indicate where, for test methods or conditions of test, a choice shall be made in the detail specification.

The conditions of test and performance requirements for the fixed sample size schedule should be identical to those prescribed in the detail specification for the quality conformance inspection.

Table 3 – Sampling plan – Tests concerning safety requirements only

Group	Test	Subclause of this standard	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass Per group
0	Visual examination	4.1	$28 + 12^b +$	0
	Capacitance	4.2.2	$6^c +$	
	Resistance	4.2.4	$6 \text{ to } 18^d$	
	Voltage proof	4.2.1	$+24$	
	Insulation resistance	4.2.5		
	Spares		$14 + 6^c$	
1A	Creepage distances and clearances	4.1.1	6	0^a
	Robustness of terminations	4.3		
	Resistance to soldering heat	4.4		
	Solvent resistance of the marking	4.20		
2	Damp heat, steady state	4.12	10	0^a
3	Impulse voltage	4.13	12^b 12^b 6^c	0^a
	Endurance	4.14		
	Class X and RC units	4.14.3		
	Class Y and RC units	4.14.4		
	Lead-through ^e	4.14.5		
6	Passive flammability	4.17	$6 \text{ to } 18^d$	0
7	Active flammability	4.18	24	0
Tests in Group 0 can be carried out in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first.				
^a If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. ^b If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors. ^c Additional capacitors if lead-through capacitors are tested. ^d See footnote h to Table 4. ^e Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test, as prescribed in 4.14.6.				

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

Group	Test	Subclause of this standard	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass
				Per group DZ
0	Visual examination	4.1	50+ 12 ^d +	0 ^a
	Dimensions (gauging)	4.1	6 ^e +	
	Capacitance	4.2.2	6 to 18 ^h	
	Resistance	4.2.4	+24	
	Tangent of loss angle ^g	4.2.3		
	Voltage proof	4.2.1		
	Insulation resistance	4.2.5		
	Spares		20	
1	1A	Dimensions (detail)	4.1	0 ^a
		Robustness of terminations	4.3	
		Resistance to soldering heat	4.4	
		Component solvent resistance	4.19	
	1B	Solderability	4.5	0 ^a
		Solvent resistance of the marking	4.20	
		Rapid change of temperature	4.6	
		Vibration	4.7	
	1	Bump or shock ^f	4.8 or 4.9	0
		Container sealing ^c	4.10	
2	Damp heat, steady state	4.11	18	0
		4.12	10	0 ^a
3	Impulse voltage	4.13	12 ^d 12 ^d 6 ^e	0 ^a
	Endurance	4.14		
	Class X and RC units	4.14.3		
	Class Y and RC units	4.14.4		
	Lead-through ⁱ	4.14.5		
4	Charge and discharge ^b	4.15	6	0 ^a
5	Radiofrequency characteristics ^c	4.16	4	0 ^a
6	Passive flammability	4.17	6 to 18 ^h	0
7	Active flammability	4.18	24	0
Tests in Group 0 can be made in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first.				
^a If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. ^b If applicable. ^c If required in the detail specification. ^d If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors. ^e Additional capacitors if lead-through capacitors are tested. ^f Whichever is prescribed in the detail specification. ^g Not required for RC units, or for capacitors other than those of metallized film or metallized paper construction. ^h The smallest, a medium (in the case of more than four case sizes) and the largest case size shall be tested. Of each case size, three specimens of the maximum capacitance and three specimens of the minimum capacitance shall be tested, resulting in six specimens per case size. ⁱ Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test as prescribed in 4.14.6.				

Table 5 – Test schedule and sampling plan for lot-by-lot tests

Safety tests only			
Group	Clause number and test referred to Clause 4 of this standard	Inspection level IL	Acceptance number
A0	4.2.2 Capacitance ^a 4.2.4 Resistance ^a 4.2.1 Voltage proof ^d	100 % ^b	
A1	4.1 Visual examination ^c Dimensions ^c	S-4	0
	4.2.5 Insulation resistance (Test A)	I	0
Tests in Group A0 and Group A2 can be made in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first. The sampling sizes corresponding to inspection levels should be selected from IEC 61193-2:2007, Table 1. ^a If applicable. ^b May be carried out as end-of-line testing. ^c This test may be replaced by in-production testing if the manufacturer installs SPC on dimensional measurements or other mechanisms to avoid parts exceeding limits. ^d The voltage proof test shall be combined with a suitable monitoring method to detect defects in insulation resistance.			
Qualification approval – Assessment level DZ			
Group	Clause number and test referred to Clause 4 of this standard	Inspection level IL	Acceptance number ^b
A1	4.1 Visual examination	S-4	0
	4.1 Dimensions (gauging)		
A2	4.2.2 Capacitance	I	0
	4.2.4 Resistance ^a		
	4.2.3 Tangent of loss angle (metallized and ceramic capacitors only)		
	4.2.1 Voltage proof (Test A)		
	4.2.5 Insulation resistance (Test A)		
B1	4.5 Solderability ^a	S-3	0
^a If applicable. ^b If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample, and then no further nonconforming items are permitted.			

Table 6 – Test schedule for safety tests only (1 of 2)

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 0	Non-destructive	See Table 3	
4.1 Visual examination			No visible damage Legible marking
4.2.2 Capacitance			Within specified tolerance
4.2.4 Resistance (if applicable)			Within specified tolerance
4.2.1 Voltage proof	Method: ...		No permanent break-down or flashover
4.2.5 Insulation resistance	Method: ...		As in Table 11
Group 1A	Destructive	See Table 3	
4.1.1 Creepage distances and clearances			As 4.1.1
4.3 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.4 Resistance to soldering heat (if applicable)	No pre-drying See detail specification for the Method 1		
4.20 Solvent resistance of the marking	Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 1 Rubbing material: cotton wool Recovery: ...		Legible marking
4.4.2 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable)		No visible damage See Table 13 See Table 13
Group 2	Destructive	See Table 3	
4.12 Damp heat, steady state			
4.12.1 Initial measurements	Group 0 measurements to be used		
4.12.2 Test conditions	Ceramic capacitors: half of the sample with U_R applied; the other half with no voltage applied Other capacitors: no voltage applied		
4.12.3 Final inspection and measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Voltage proof Insulation resistance		No visible damage Legible marking See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15

Table 6 (2 of 2)

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 3 4.13.1 Initial measurements 4.13 Impulse voltage 4.14 Endurance 4.14.7 Final measurements	Destructive Group 0 measurements to be used 3 pulses, full wave Peak voltage: see Table 1 and Table 2 Duration: 1 000 h Voltage, current and temperature: see 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 and 4.14.6 Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Voltage proof Insulation resistance	See Table 3	 See 4.13.2 and 4.13.3 No visible damage Legible marking See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16
Group 6 4.17 Passive flammability	Destructive	See Table 3	See 4.17.1
Group 7 4.18 Active flammability	Destructive	See Table 3	See 4.18.4
Tests in Group 0 can be carried out in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first.			
^a Subclause numbers of test conditions and requirements refer to Clause 4. ^b <i>n</i> = number of specimens, <i>c</i> = number of permissible nonconforming items. ^c When, for a ceramic capacitor, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning according to Annex G should be performed as advised by the manufacturer.			

**Table 7 – Test schedule for safety and performance tests qualification approval –
Assessment level DZ (1 of 4)**

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 0	Non-destructive	See Table 4	
4.1 Visual examination			No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
4.1 Dimensions (gauging)			See detail specification
4.2.2 Capacitance			Within specified tolerance
4.2.4 Resistance (if applicable)			Within specified tolerance
4.2.3 Tangent of loss angle (metallized and ceramic capacitors only)	Frequency: ...		See detail specification
4.2.1 Voltage proof	Method: ...		No permanent break-down or flashover
4.2.5 Insulation resistance	Method: ...		See Table 12
Group 1A	Destructive	See Table 4	
4.1 Dimensions (detail)			See detail specification and Table 9
4.3 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.4 Resistance to soldering heat (if applicable)	No pre-drying See detail specification for the Method 1		
4.19 Component solvent resistance (if applicable)	Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 2 Recovery: ...		See detail specification
4.4.2 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable)		No visible damage See Table 13 See Table 13

Table 7 (2 of 4)

Subclause number and test ^a		Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 1B		Destructive	See Table 4	
4.5	Solderability (if applicable)	Without ageing For method see detail specification		Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations or solder shall flow within 3 s, as applicable.
4.20	Solvent resistance of the marking	Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 1 Rubbing material: cotton wool Recovery: ...		Legible marking
4.6	Rapid change of temperature	T_A = Lower category temperature T_B = Upper category temperature Five cycles Duration t_1 = 30 min		
4.6.1	Final inspection	Visual examination		No visible damage
4.7	Vibration	For mounting method and severity: see detail specification		
4.7.2	Final inspection	Visual examination		No visible damage
4.8 or 4.9	Bump Shock	For mounting method and severity: see detail specification		
4.8.2 or 4.9.2	Final measurements			
		Visual examination		No visible damage
		Capacitance		See 4.8.2 or 4.9.2 of this specification
		Resistance (if applicable)	See Table 14	

Table 7 (3 of 4)

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 1	Destructive	See Table 4	
4.10 Container sealing (if applicable)	Test Qc or Test Qd of IEC 60068-2-17 as prescribed in the detail specification		No evidence of leakage
4.11 Climatic sequence	Measurements made in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2 as appropriate		
4.11.1 Initial measurements	Temperature: upper category temperature		
4.11.2 Dry heat	Duration: 16 h		
4.11.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle			
4.11.4 Cold	Temperature: lower category temperature Duration: 2 h		
4.11.5 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles			
4.11.6 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Tan δ (if applicable) Voltage proof Insulation resistance		No visible damage Legible marking See Table 14 See Table 14 See Table 14 See Table 14 See Table 14
Group 2	Destructive	See Table 4	
4.12 Damp heat, steady state			
4.12.1 Initial measurements	Group 0 measurements to be used		
4.12.2 Test conditions	Ceramic capacitors: half of the sample with U_R applied; the other half with no voltage applied Other capacitors: no voltage applied		
4.12.3 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Tan δ (if applicable) Voltage proof Insulation resistance		No visible damage Legible marking See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15

Table 7 (4 of 4)

Subclause number and test ^a	Conditions of test ^a	<i>n</i> and <i>c</i> ^b	Performance requirements ^a
Group 3 4.13.1 Initial measurements 4.13 Impulse voltage 4.14 Endurance 4.14.7 Final measurements	Destructive Group 0 measurements to be used Number of impulses: 24 max. Peak voltage: ... V, see Tables 1 and 2 Duration: 1 000 h Voltage, current and temperature: see 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 and 4.14.6 Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Tan δ (if applicable) Voltage proof Insulation resistance	See Table 4	See 4.13.2 and 4.13.3 No visible damage Legible marking See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16
Group 4 4.15 Charge and discharge 4.15.1 Initial measurements 4.15.3 Final measurements	Destructive Only for metallized and ceramic capacitors and RC units using such capacitors Group 0 measurements may be used, provided the measuring conditions are the same as required for this test; in addition, except for RC units, tan δ shall be measured at: 10 kHz for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 1 kHz for $C_N > 1 \mu\text{F}$ Capacitance Tan δ at same frequency as initial measurement (not for RC units) Resistance (if applicable) Insulation resistance	See Table 4	 See Table 17 See Table 17 See Table 17 See Table 17
Group 5 4.16 Radiofrequency characteristics	Non-destructive If required in the detail specification; see detail specification for measuring method	See Table 4	See detail specification
Group 6 4.17 Passive flammability	Destructive	See Table 4	See 4.17.1
Group 7 4.18 Active flammability	Destructive	See Table 4	See 4.18.4
Tests in Group 0 can be made in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first			
^a Subclause numbers of test conditions and requirements refer to Clause 4. ^b <i>n</i> = number of specimens, <i>c</i> = number of permissible nonconforming items. ^c When, for a ceramic capacitor, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning according to Annex G should be performed as advised by the manufacturer.			

3.5 Quality conformance inspection

Before submission to the quality conformance inspection, an appropriate 100 % voltage proof test between terminations according to Table 10 shall be made.

The details of this test shall be the prerogative of the manufacturer, but the time shall be not less than 1 s.

If the test is performed in a time period between 1 s and 2 s the voltage of Table 10 shall be increased to values above curve B of Figure 6.

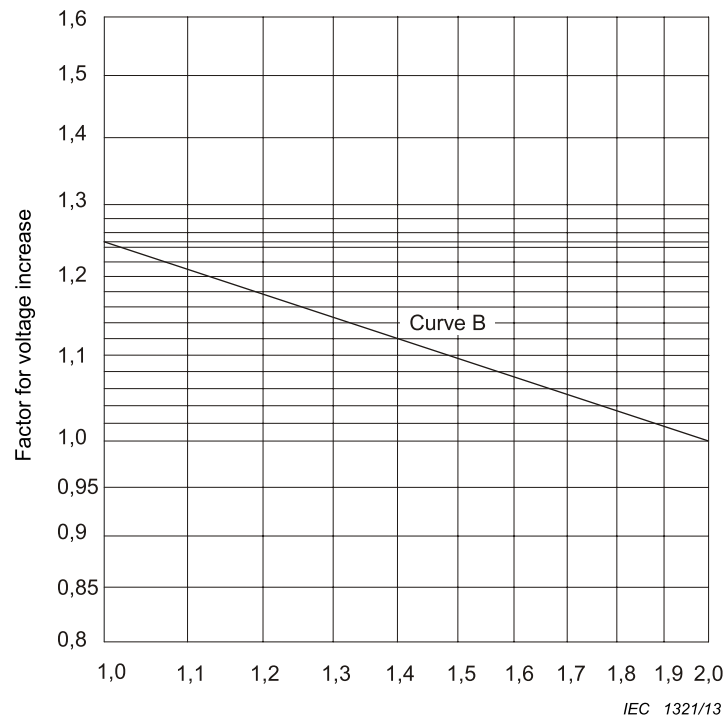


Figure 6 – Test duration (s)

If a d.c. test voltage is used instead of a.c. for Y-capacitors, it shall be not less than 1,5 times the a.c. test voltage in Table 10 and further increased to values above curve B of Figure 6.

All nonconforming items shall be removed from the lot prior to lot-by-lot testing.

3.5.1 Formation of inspection lots

3.5.1.1 Groups A and B inspection

These tests shall be carried out on a lot-by-lot basis according to Table 8.

A manufacturer may aggregate the current production into inspection lots subject to the following safeguards:

- a) the inspection lot shall consist of structurally similar capacitors (see 3.2);
- b) the sample tested shall be representative of the values and dimensions contained in the inspection lot:
 - 1) in relation to their number;
 - 2) with a minimum of five of any one value;

- c) if there are less than five of any one value in the sample the basis for the drawing of samples shall be agreed between the manufacturer and the Certification Body;

For Group A tests, the inspection lot shall consist of components of the same rated voltage, class and subclass and shall be taken from one continuous production run.

No nonconforming items are permitted for Class Y-capacitors in the voltage proof test.

For Group B tests, the inspection lot shall consist of components produced with similar processes and materials, as related to the test concerned.

3.5.1.2 Group C inspection

3.5.1.2.1 Safety tests only approval

Re-qualification tests according to Table 6 may be required by the certification body when a change of the declared design as given in Annex D is intended.

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

3.5.1.2.2 Qualification approval

These tests shall be carried out on a periodic basis.

The samples to be submitted to the periodic test in Table 8 shall be representative of the current production of the specified periods and shall be taken from the same rated voltage, class and subclass. In subsequent periods, other case sizes in production shall be tested with the aim of covering the whole range of the approval.

No nonconforming items are permitted for Class Y capacitors in the voltage proof test.

3.5.2 Test schedule

3.5.2.1 Test schedule for safety tests only approval

The schedule for the lot-by-lot tests or criteria for re-qualification is given in Table 5 and Annex D of this standard.

3.5.2.2 Test schedule for qualification approval

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in Table 4 of Clause 2 of the blank detail specification, for example, IEC 60384-14-3.

3.5.3 Delayed delivery

Re-inspection in the case of delayed delivery shall be carried out at intervals not exceeding three years. When according to the procedures of IEC 60384-1:2008, Clause Q.10, re-inspection has to be made, voltage proof at the full relevant test voltage, capacitance, resistance (if applicable) and insulation resistance shall be checked as specified in Group A inspection and solderability shall be checked according to Group B inspection.

3.5.4 Assessment level

The assessment level DZ will be used. See Table 8.

Table 8 – Assessment level

	DZ		
Inspection subgroup ^b	IL	Acceptance number	
A1	S-4	0	
A2	I	0	
B1	S-3	0	
Inspection subgroup ^b	DZ		
	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>c</i> ^a
C1A	6	6	0
C1B ^c	6	12	0
C1	6	18	0
C2	6	10	0
C3	3	12	}
Class X			
Class Y			
Lead-through			
C4	6	6	}
C5	12	4	
C6	12	6 to 18	
C7	12	24	

The sampling sizes corresponding to inspection levels should be selected from IEC 61193-2:2007, Table 1.

IL = inspection level

p = periodicity in months

n = sample size

c = permissible number of nonconforming items

^a If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted.

^b The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.

^c The vibration, bump and shock tests in this subgroup are required to be carried out every 12 months only.

4 Test and measurement procedures

This clause supplements the information given in IEC 60384-1:2008, Clause 4.

AC tests carried out at a frequency between 50 Hz and 100 Hz are considered valid for any nominal frequency between 50 Hz and 100 Hz. In case of doubt, 50 Hz shall be the reference frequency for measurements.

4.1 Visual examination and check of dimensions

See IEC 60384-1:2008, 4.4 with the following additional details.

4.1.1 Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances on the outside of the capacitor between live parts of different polarity or between live parts and a metal case shall be not less than the appropriate values given in Table 9.

Table 9 is based on IEC 60664-1, but equipment safety standards IEC 60335-1, IEC 60065 and IEC 60950-1 have been considered, also. Further information may be obtained from IEC 60664-1.

Table 9 is generated using following environmental conditions as main guideline:

Pollution degree 2, altitude $\leq 2\,000$ m and CTI (Comparative Tracking Index) of materials ≥ 100 .

The creepage distances smaller than those in the Table 9 can be used, if rules given in IEC 60664-1 for CTI of materials in components allow that. Creepage distance shall always be larger or equal to clearance distance from this table. Equipment standards may require larger distances than ones given here.

Compliance shall be checked by measurement according to the rules laid down in IEC 60664-1 for measurements on the outside of the capacitor. Additional requirements may be necessary, for example for capacitors intended to be used in other environments than pollution degree 2 (e.g. drip-proof and splash-proof capacitors) or for the use of capacitors in altitudes higher than 2 000 m. See IEC 60664-1 for guidance.

Table 9 – Creepage distances and clearances

Points of measurement	Rated voltage (r.m.s.)									
	$U_R \leq 130$ V		$130 \text{ V} < U_R \leq 250$ V		$250 \text{ V} < U_R \leq 500$ V		$500 \text{ V} < U_R \leq 760$ V		$760 \text{ V} < U_R \leq 1\,000$ V	
	Creepage distance mm	Clearance mm	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 (functional insulation) ^a	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5	8,0	5,5
Between live parts and other metal parts over basic insulation ^b	2,0	1,5	4,0	3,0	5,0	4,0	6,3	5,5	8,0	7,5
Between live parts and other metal parts over reinforced insulation ^c	8,0	8,0	8,0	8,0	10,0	8,0	12,6	11,0	16,0	11,0
NOTE The reinforced insulation figures for voltages >500 V are given for information only. In this standard Y1 capacitors are limited to 500 V.										
^a These limits shall be used for measurements between terminals of an X-capacitor. ^b These limits shall be used for measurements between each terminal and the metal case of an X-capacitor and for measurements between terminals or between each terminal and the metal case of an Y2- or Y4-capacitor. ^c These limits shall be used for measurements between terminals of an Y1- capacitor (up to 500 V).										

4.2 Electrical tests

4.2.1 Voltage proof

See IEC 60384-1:2008, 4.6, with the following details.

4.2.1.1 Test circuit for d.c. tests

Omit the capacitor C_1 if the capacitor under test, or a section of it, is a metallized film or metallized paper capacitor.

The product of R_1 and $(C_1 + C_X)$ shall be less than, or equal to, 1 s and greater than 0,01 s.

R_1 includes the internal resistance of the power supply.

R_2 shall limit the discharge current to a value equal to, or less than, 0,05 A.

4.2.1.2 Test circuit and method for a.c. tests

When for qualification approval and periodic tests a 50/60 Hz voltage is applied, the voltage shall be supplied from a transformer fed from a variable auto-transformer, and the voltage shall be raised from near zero to the test voltage at a rate not exceeding 150 V/s. The test time shall be counted from the time the test voltage is reached. At the end of the test time the test voltage shall be reduced to near zero and the capacitor discharged through a suitable resistor.

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

4.2.1.3 Applied voltage

The voltages of Table 10 shall be applied between the respective measuring points shown in Table 3 of IEC 60384-1:2008 for a period of 1 min for qualification approval and periodic testing and for a period of not less than 1 s for lot-by-lot quality conformance testing, with the following details:

- a) the test according to 2c of Table 3 of IEC 60384-1:2008 shall not be carried out;
- b) for encapsulated units with a non-metallic case, a voltage proof test such as Test C shall be carried out only for qualification approval tests and periodic tests;
- c) the method of applying the test voltage for Test C shall be given in the detail specification. For qualification testing, the foil method given in IEC 60384-1:2008, 4.6.2.3.2 shall be used, unless otherwise specified in the detail specification;

NOTE This test is applicable only to insulated capacitors in non-metallic case or in insulated metallic case. See IEC 60384-1:2008, 4.6.2.3.

- d) for testing during a period between 1 s and 2 s, the voltage of Table 10 shall be increased as indicated in Figure 6.

Attention is drawn to the fact that repetition of the voltage proof test by the user may damage the capacitor. If repetition of the voltage proof test is made by the user, the applied voltage should not be greater than 66 % of the test voltage specified in Table 10.

Table 10 – Voltage proof

Class	Range of rated voltages	Test A	Test B or Test C
X1 X2	$\leq 1\,000\text{ V}$	$4,3\,U_R$ (d.c.) ^c	$2\,U_R + 1\,500\text{ V}$ (a.c.) with a minimum of $2\,000\text{ V}$ (a.c.) ^a
Y1	$\leq 500\text{ V}$	$4\,000\text{ V}$ (a.c.)	$4\,000\text{ V}$ (a.c.)
Y2	$\geq 150\text{ V}$ $\leq 500\text{ V}$	$U_R + 1\,200\text{ V}$ (a.c.) with a minimum of $1\,500\text{ V}$ (a.c.) ^b	$2\,U_R + 1\,500\text{ V}$ (a.c.) with a minimum of $2\,000\text{ V}$ (a.c.) ^b
Y4	$< 150\text{ V}$	900 V (a.c.) ^b	900 V (a.c.) ^b
^a For Delta and T-connected capacitor units according to Figures 5b and 5c, the test voltage for terminals to case shall be the appropriate test voltage for the Y-capacitors. ^b For lot-by-lot tests of Class Y2- and Y4-capacitors, the a.c. test voltage may be replaced by a d.c. voltage of 1,5 times the prescribed a.c. voltage. ^c The U_R in this d.c. test is the rated a.c. voltage value.			

4.2.1.4 Requirements

There shall be no permanent breakdown or flashover during the test period.

NOTE The occurrence of self-healing breakdowns during the application of the test voltages on metalized film capacitors is allowed.

4.2.2 Capacitance

See IEC 60384-1:2008, 4.7 with the following details.

4.2.2.1 Measuring conditions

The capacitance measured shall be the series equivalent capacitance.

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

The measuring temperature shall be in accordance with IEC 60384-1:2008, 4.2.1.

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

As the nominal capacitance of ceramic capacitors, as measured above, is the small-signal capacitance, the manufacturer shall supply the following information for ceramic capacitors:

- the maximum expected 50/60 Hz current through the capacitor at rated voltage taking into account capacitance tolerance and temperature characteristic (or coefficient) of capacitance;
- the minimum expected capacitance taking into account capacitance tolerance and temperature characteristic (or coefficient) of capacitance.

4.2.2.2 Requirements

The capacitance value shall be within the specified tolerance.

4.2.3 Tangent of loss angle

This test is normally required for metallized and ceramic capacitors only.

See IEC 60384-1:2008, 4.8 with the following details:

The measuring frequency shall be 10 kHz for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ and 1 kHz for $C_N > 1 \mu\text{F}$. For ceramic capacitors measuring frequency shall be 1 kHz, but for capacitors with $C_N < 100 \text{ pF}$ (class 2) and $C_N \leq 1\,000 \text{ pF}$ (class 1), the measuring frequency shall be 1 MHz.

4.2.4 Resistance (Equivalent Series Resistance (ESR)) (for RC units only)

The ESR shall be measured in a series equivalent circuit at the following frequency:

100 kHz for $R_N \times C_N < 50 \mu\text{s}$;

1 kHz for $R_N \times C_N \geq 50 \mu\text{s}$

where

R_N is the nominal resistance in ohms, and

C_N is the nominal capacitance in farads.

4.2.5 Insulation resistance

See IEC 60384-1:2008, 4.5 with the following details.

In lot-by-lot quality conformance testing the measuring may be interrupted at the time that the value of the insulation resistance exceeds the limits of Tables 11 or 12, which can be shorter than 60 s.

4.2.5.1 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 sectional specification for the relevant dielectric, or given in the detail specification.

4.2.5.2 Requirements

The insulation resistance shall exceed the values of Tables 11 or 12 as appropriate.

Table 11 – Insulation resistance – Safety tests only

Test A		Test B or Test C
When $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N in s	When $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R in $\text{M}\Omega$	R in $\text{M}\Omega$
2 000 ^a	6 000	6 000
^a For capacitors with ester-impregnated paper dielectric, the values of the table shall be replaced respectively by the values 500, 1 500 and 2 000.		

Table 12 – Insulation resistance – Safety and performance tests

Dielectric	Test A		Test B or Test C
	When $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N in s	When $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R in $\text{M}\Omega$	R in $\text{M}\Omega$
Paper ^{a, b}	2 000	6 000	6 000
Plastic	5 000	15 000	30 000
Ceramic	–	6 000	3 000
REMARKS			
- In the Table 11 and Table 12, C_N is the nominal capacitance and R the measured insulation resistance. - Limits more severe and related to the dielectric may be given in the detail specification for performance tests only, where possible by reference to the appropriate IEC publication. - For capacitors having one termination connected to the case, the insulation resistance limits for Test A should be used. - For capacitors with a discharge resistor, measurement should be carried out with the discharge resistor disconnected. If the resistor cannot be disconnected without the capacitor being destroyed, the test should be omitted in Group A; and, for qualification approval and periodic tests, the test should be carried out on half of the specimens in the sample, which should consist of capacitors specially made without discharge resistors.			
^a Also for mixed plastic/paper dielectrics.			
^b For capacitors with ester-impregnated paper dielectric, the values of the table shall be replaced respectively by the values 500, 1 500 and 2 000.			

4.3 Robustness of terminations

See IEC 60384-1:2008, 4.13 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-in contacts shall be specified in the detail specification; the test methods and severity shall comply with the applicable parts of IEC 61210.

4.4 Resistance to soldering heat

This test is not applicable to capacitors with insulated leads longer than 10 mm, or to capacitors with terminations not intended to be soldered (such as screw and fast-on terminations).

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

See IEC 60384-1:2008, 4.14 with the following details.

4.4.1 Test conditions

There shall be no pre-drying.

4.4.2 Final inspection, measurements and requirements

The final measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Subgroup 1A and before the remainder of the tests of Group 1. The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 13.

Table 13 – Resistance to soldering heat – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Visual examination	4.1	No visible damage
Capacitance	4.2.2	The difference between the capacitance measured finally and in Group 0 of Table 3, or Table 4 shall not exceed 5 % ^a
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R/R \leq 5 \%$
^a For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 10 %.		

4.5 Solderability

This test is not applicable to capacitors with terminations not intended for soldering (such as screw terminations and snap-in contacts).

See IEC 60384-1:2008, 4.15 with the following details.

4.5.1 Test conditions

No ageing is required.

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

4.5.2 Requirements

See Table 7.

4.6 Rapid change of temperature

When for fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2 a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

See IEC 60384-1:2008, 4.16 with the following details.

Number of cycles: 5.

Duration of exposure at the temperature limits: 30 min.

4.6.1 Final inspection

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

4.7 Vibration

See IEC 60384-1:2008, 4.17 with the following details.

4.7.1 Test conditions

The following degree of severity of test Fc applies: 0,75 mm displacement or 100 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 total duration shall be 6 h.

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

4.7.2 Final inspection

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

4.8 Bump

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

See IEC 60384-1:2008, 4.18 with the following details.

4.8.1 Test conditions

The following are the preferred severities.

Total number of bumps: 1 000 or 4 000

Acceleration: 400 m/s²

Pulse duration: 6 ms

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

4.8.2 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the following requirements.

- There shall be no visible damage.
- The change of capacitance compared with the value measured in Group 0 of Table 4 shall not exceed 5 % except for ceramic capacitors where it shall not exceed 10 %.
- The value of $\tan \delta$ shall not exceed the limit prescribed in the detail specification.
- The change of resistance (if applicable) shall not exceed the limit in Table 14.

When preconditioning is performed, initial measurements for reference shall be carried out after preconditioning.

4.9 Shock

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

See IEC 60384-1:2008, 4.19 with the following details.

4.9.1 Test conditions

The following severities are preferred.

Pulse-shape: half-sine wave

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

The mounting method, the severity and the number of shocks along each axis shall be specified in the detail specification.

4.9.2 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the following requirements.

- There shall be no visible damage.
- The change of capacitance compared with the value measured in Group 0 of Table 4 shall not exceed 5 % except for ceramic capacitors where it shall not exceed 10 %.
- The value of $\tan \delta$ shall not exceed the limit prescribed in the detail specification.
- The change of resistance (if applicable) shall not exceed the limit in Table 14.

When preconditioning is performed, initial measurements for reference shall be carried out after preconditioning.

4.10 Container sealing

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

See IEC 60384-1:2008, 4.20 with the following details.

4.10.1 Test conditions

The capacitors 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 1 shall be used when Test Qc is employed.

4.10.2 Requirements

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

4.11 Climatic sequence

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

See IEC 60384-1:2008, 4.2.1 with the following details.

4.11.1 Initial measurements

The initial measurements for the climatic sequence are the measurements carried out in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2 as appropriate.

4.11.2 Dry heat

See IEC 60384-1:2008, 4.21.2 with the following details.

No measurements are required at the upper category temperature.

4.11.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2008, 4.21.3.

4.11.4 Cold

See IEC 60384-1:2008, 4.21.4 with the following details.

No measurements are required at the lower category temperature.

4.11.5 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles

See IEC 60384-1:2008, 4.21.6.

4.11.6 Final inspection, measurements and requirements

See IEC 60384-1:2008, 4.21.7 with the following details.

Recovery shall be for $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ under standard atmospheric conditions for testing.

After recovery, the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 14.

Table 14 – Climatic sequence – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Visual examination	4.1	No visible damage The marking shall be legible
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 5 % ^a of the value measured in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2, as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 for $C_N > 1 \mu\text{F}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$\left \frac{\Delta R}{R} \right \leq 5 \%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
^a For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 10 %.		

4.12 Damp heat, steady state

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

Requirements for capacitors used in high humidity applications are contained in Annex I.

See IEC 60384-1:2008, 4.22 with the following details.

4.12.1 Initial measurements

Initial measurements have been carried out in Group 0 of Tables 3 or 4.

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

4.12.2 Test conditions

Temperature: $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

Relative humidity: $(93 \pm 3)\%$

Duration: 21 or 56 days

When the test is made on ceramic capacitors, half of the sample shall have the rated voltage applied and the other half shall have no voltage applied.

For all other capacitors, no voltage shall be applied during the test.

4.12.3 Final inspection, measurements and requirements

Recovery shall be for 1 h to 2 h under standard atmospheric conditions for testing.

After recovery the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 15.

Table 15 – Damp heat, steady state – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Visual examination	4.1	No visible damage The marking shall be legible
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 5 % ^a of the value measured in Group 0 of Tables 3 or 4, as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1\text{ }\mu\text{F}$ 0,005 for $C_N > 1\text{ }\mu\text{F}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$\left \frac{\Delta R}{R} \right \leq 5\%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
^a For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 15 %.		

4.13 Impulse voltage

This test is to be carried out as a sequence with the endurance test described in 4.14.

4.13.1 Initial measurements

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

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

4.13.2 Test conditions

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

The rise time, t_r , is defined as $t_r = (t_{90} - t_{30}) \times 1,67$. Time t_r is the front time T_1 defined in IEC 60060-1:2010, 7.1.18.

The decay time t_d , is the same as time to half value T_2 defined in IEC 60060-1:2010, 7.1.22.

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

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 A.1. The rise time t_r and decay time t_d shall be within 0 % + 50 % of the values given in Table A.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 be not greater than 10 % of the peak voltage of the impulse U_{CR} as shown in Figure 7.

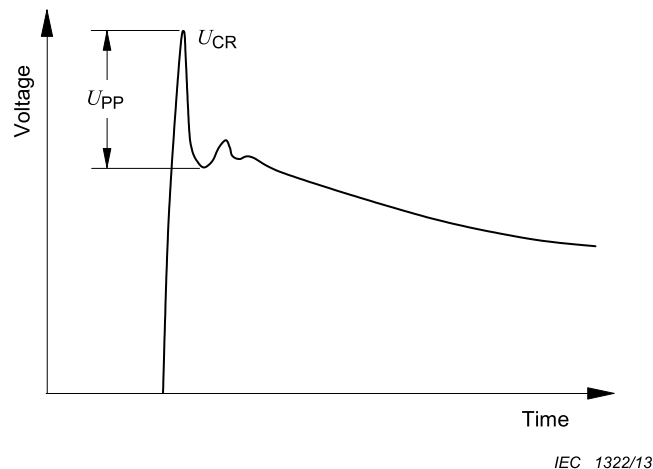


Figure 7 – Impulse wave form

4.13.3 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 capacitor, then no further impulses shall be applied and the capacitor shall be counted as conforming.

If all 24 impulses have been applied to the capacitor and 3 or more of them are of a waveform indicating that no self-healing breakdowns or flashovers have occurred, then the capacitor shall be counted as conforming, but, if less than three impulses are of the required waveform, then the capacitor shall be counted as a nonconforming item.

4.14 Endurance

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

The endurance test shall be started within one week of the completion of the impulse voltage test. See IEC 60384-1:2008, 4.23 with the following details.

4.14.1 Test conditions

The capacitors shall be placed in the test chamber in such a manner that no capacitor is within 25 mm of any other capacitor.

However, there is an exception, when the width or diameter of the capacitor is less than 25 mm, then the distance between the capacitors may be reduced to the value of this width or diameter, provided that this causes no extra heating of the capacitors. In case of doubt, the 25 mm spacing shall be used.

The capacitors shall not be heated by direct radiation and the circulation of the air in the chamber shall be adequate to prevent the temperature from exceeding ± 3 °C of the specified temperature at any point where capacitors are placed.

For non self-healing capacitors, a 1 A fuse or larger, if the capacitance value under test so requires, shall be connected in the supply circuit and shall not rupture during the test.

NOTE For self-healing capacitors a fuse or other device of suitable sensitivity may be connected in the circuit of each capacitor to indicate if failure occurs.

4.14.1.1 Sampling

The sample for the endurance test shall be divided, if necessary, into two or three parts according to the numbers given in Tables 3, 4 or 5, so that separate tests may be carried out on the X-capacitors, the Y-capacitors and the lead-through arrangements.

For example, when testing delta capacitor units (see 1.5.9), 12 capacitor units shall be tested according to 4.14.3 and another 12 units according to 4.14.4. When testing a Class Y lead-through capacitor (see 1.5.8) 12 capacitors shall be tested according to 4.14.4 and 6 units according to 4.14.5.

4.14.2 Initial measurements

Initial measurements have been carried out in 4.13.1.

4.14.3 Endurance for Class X capacitors and RC units containing Class X capacitors

For multi-section capacitors, all X-sections shall be tested in parallel, if necessary, by shorting out any Y-sections. For T-connected capacitors (see 1.5.9), the test shall be carried out between the terminals normally connected to line and neutral.

The capacitors and RC units, for which no rated temperature is given, shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at upper category temperature at a voltage of $1,25 U_R$ except that once every hour the voltage shall be increased to voltage U_S r.m.s. for 0,1 s, where $U_S = 1,5 \times U_R$ or 1 000 V r.m.s., whichever is higher. Each of these voltages shall be applied to each capacitor individually through a resistor of $47 \Omega \pm 5 \%$. The suitable circuit is shown in Annex B.

NOTE The value of this resistor is chosen to simulate the high-frequency impedance of the supply mains. For capacitors with capacitance value above 10 μ F the dissipated power in the resistor becomes large. With increasing

capacitance values the dissipated power may rise to unpractical level. In this kind of situation Safety Test Houses may allow lower resistance value of 5 % of the reactance value of the test capacitor C_x to be used.

RC units, for which a rated temperature is given, shall be mounted in the manner specified by the manufacturer, and the oven shall be stabilized at the rated temperature without voltage applied to the capacitors. The voltage shall then be switched on and the time counted from this moment.

After thermal stability due to internal heating of the resistor has been re-established, the case temperature of one of the capacitors shall be measured. It shall not exceed the upper category temperature.

The test circuit should be designed so that voltage transients and current surges are avoided during switching. This may be achieved by discharging the capacitor before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over to U_S r.m.s. and back does not exceed 30 s.

4.14.4 Endurance for Class Y capacitors and RC units containing Class Y capacitors

For multi-section capacitors, all Y-sections shall be tested in parallel, if necessary, by shorting out any X-sections. For T-connected capacitors (see 1.5.9) the terminals normally connected to line and neutral shall be shorted and the test shall be carried out between them and the terminal normally connected to earth.

The capacitors shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at upper category temperature at a voltage of $1,7 U_R$, except that once every hour the voltage shall be increased to voltage U_S r.m.s. for 0,1 s, where $U_S = 1,5 \times U_R$ or 1 000 V r.m.s., whichever is higher. Each of these voltages shall be applied to each capacitor individually through a resistor of $47 \Omega \pm 5 \%$. The test circuit is shown in Annex B.

The test circuit should be designed so that voltage transients and current surges are avoided during switching. This may be achieved by discharging the capacitor before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over the U_S r.m.s. and back does not exceed 30 s.

4.14.5 Endurance for the lead-through arrangements

In addition to the endurance tests of the capacitors according to 4.14.3 and 4.14.4, the current-carrying capacity of the lead-through arrangements shall be tested. All the lead-through wires shall be connected in series and the capacitors submitted to an endurance test of 1 000 h with a current of $1,1 I_R$ passing through the lead-through wires. During this test, no voltage is applied to the capacitor dielectric.

The capacitors shall be mounted in the manner specified by the manufacturer, and the oven shall be stabilized at the rated temperature without current passing through the capacitors. The current shall then be switched on and the time counted from this moment.

After thermal stability has been re-established, the case temperature of one of the capacitors shall be measured. It shall not exceed the upper category temperature.

4.14.6 Test conditions – Combined voltage/current tests

For some types of capacitor, such as coaxial lead-through capacitors, it is possible without difficulty to apply both test voltage and current to the capacitor at the same time. If prescribed in the detail specification, a combined endurance test of 1 000 h may be carried out instead of the tests of 4.14.3 (or 4.14.4) and 4.14.5 using the number of specimens appropriate for the test of 4.14.3 (or 4.14.4) and 1,1 times the rated current flowing through the lead-through arrangements.

The case temperature of one of the capacitors shall be measured as in 4.14.5. It shall not exceed the upper category temperature.

4.14.7 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured in the order given in Table 16.

Table 16 – Endurance – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Visual examination	4.1	No visible damage
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 10 % ^a of the value in Group 0 of Tables 3 or 4 as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 for $C_N > 1 \mu\text{F}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R / R \leq 10 \%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
^a For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 20 %.		

4.15 Charge and discharge

This test is applicable only to metallized capacitors, ceramic capacitors and RC units using such capacitors.

See IEC 60384-1:2008, 4.27 with the following details.

4.15.1 Initial measurements

Initial measurements have been made in Group 0 of Tables 3 or 4. In addition, except for RC units, $\tan \delta$ shall be measured according to IEC 60384-1:2008, 4.8 with the following details.

C_N :	$\leq 1 \mu\text{F}$	C_N :	$> 1 \mu\text{F}$
Frequency:	10 kHz	Frequency:	1 kHz
Voltage:	1 V r.m.s. max.	Peak voltage:	$\leq 3 \%$ of rated voltage

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning.

4.15.2 Test conditions

The capacitors 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 capacitor. For a.c. capacitors, the test voltage shall be $\sqrt{2} \times U_R$ and for d.c. capacitors the test voltage shall be U_R .

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

$$R = \frac{220 \times 10^{-6}}{C_N} \Omega$$

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.

Each capacitor shall be individually discharged through a resistor of such a value that the maximum rate of change of voltage (dU/dt) shall be approximately 100 V/ μ s.

For RC units, if it is impossible to achieve a discharge rate of 100 V/ μ s, the RC unit shall be discharged through a short circuit.

The circuit is given in Annex C.

4.15.3 Final measurements and requirements

The capacitor shall be measured and shall meet the requirements of Table 17.

Table 17 – Charge and discharge – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirements
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 10 % ^a of the value in Group 0 of Tables 3 or 4, as applicable
Tan δ for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ (if applicable)	4.15.1	The increase of tan δ over the value measured in 4.15.1 shall not exceed 80×10^{-4}
Tan δ for $C_N > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$ (if applicable)	4.15.1	The increase of tan δ over the value measured in 4.15.1 shall not exceed 50×10^{-4}
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R / R \leq 10 \%$
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
^a For ceramic capacitors, the capacitance difference shall not exceed 20 %.		

4.16 Radiofrequency characteristics

The detail specification may prescribe measuring methods and requirements for one or more of the following radiofrequency characteristics:

- the main resonant frequency of the capacitor;
- insertion loss (the methods of CISPR 17 shall be used where possible);
- resistance at resonant frequency;
- impedance of the capacitor;
- inductance of the capacitor.

4.17 Passive flammability test

4.17.1 Testing according to IEC 60384-1

See IEC 60384-1:2008, 4.38, with the following details.

No test according to Group 0 and no preconditioning are required.

The test shall be carried out on 6 to 18 specimens, depending on the number of case sizes tested. The smallest, a medium (in the case of more than 4 case sizes in the range to be qualified), and the largest case size in the range to be qualified, shall be tested. For each case size, 3 specimens, each of the highest and lowest capacitance values of the range to be qualified, shall be tested.

The flame shall be applied for the period of time specified in the generic specification corresponding to the volume of the specimen and the category of flammability specified in the detail specification.

The preferred category is category B. If category C is used, it has to be agreed between the component supplier and the customer.

Exemption: For components smaller than 1 750 mm³ passive flammability category C is permitted.

Passive flammability categories better than C may require flame retardant additives which may be considered to cause environmental impact. These categories should be subject to discussion between manufacturers and customers to find a compromise between safety and environmental requirements.

For surface mount capacitors consisting of ceramic and metal only the passive flammability test can be omitted.

4.17.1.1 Requirements

The burning time specified in the generic specification shall not be exceeded by any specimen. The tissue paper shall not ignite. No electrical measurements are required.

4.17.2 Alternative passive flammability test

In situations, where the components do not have passive flammability category B, or where category C has not been agreed upon, and the volume of the capacitor is greater than 1 750 mm³, or when the polymeric enclosure materials are not classified V-0 according to IEC 60695-11-10, the following alternative test method can be used.

Three samples of the component are to be subject to three 15 s applications of a test flame, the period between the applications of the flame being 15 s. The component shall not continue to flame for more than 15 s after the first and second applications, and not more than 60 s after the third application.

4.17.2.1 Requirements for the test set-up

For the test, a supply of gas having a heating value of approximately 37,6 MJ/m³ (1 000 Btu/ft³) at normal pressure and a 9,5 mm (3/8 inch) diameter Tirril burner are to be used. The test flame is to be 19 mm (3/4 inch) high with the air ports of the burner closed.

4.17.2.2 Requirements for the conduction of the test

Each component is to be mounted in a position that is most conducive to the ignition of the component and that is permitted by the physical construction of the component. The tip of the test flame is to be applied at any location on the body of each component. No electrical measurements are required.

4.18 Active flammability test

4.18.1 This test is not applicable to Y1 capacitors.

4.18.2 The sample of 24 specimens shall contain equal numbers of specimen of the highest, the lowest and an intermediate capacitance value in the range to be qualified. Where there are only two capacitance values in the range, 12 of each value shall be tested; where only 1 capacitance value is involved, 24 capacitors of this value shall be tested.

The specimens shall be individually wrapped in at least 1, but not more than 2, complete layers of cheesecloth. The cheesecloth shall be untreated pure cotton cloth with a mass of 20 g/m² to 60 g/m² and having a count of between 22 × 27 and 45 × 34 which has been pre-conditioned under standard atmospheric conditions for testing for 24 h.

Each test capacitor shall be mounted by its leads. The free length of the leads shall preferably be at least 25 mm.

Using the test circuit of Figure 8 with the following details:

$$U_{\sim} = U_R \pm 5 \%$$

$$U_i = 5 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ for capacitors of Class Y2}$$

$$= 4 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ for capacitors of Class X1}$$

$$= 2,5 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ for capacitors of Class X2 and Y4}$$

Each sample shall be subjected to 20 discharges from a tank capacitor, charged to a voltage that, when discharged, places U_i across the capacitor under test. The interval between successive discharges shall be 5 ⁺¹⁰₀ s. See Figure 9 for the intended wave form.

Throughout the test, the $U_{\sim}$ shall be applied across the capacitor under test and shall be maintained for 120 ⁺¹⁰₀ s after the last discharge, unless a blown fuse causes an open circuit.

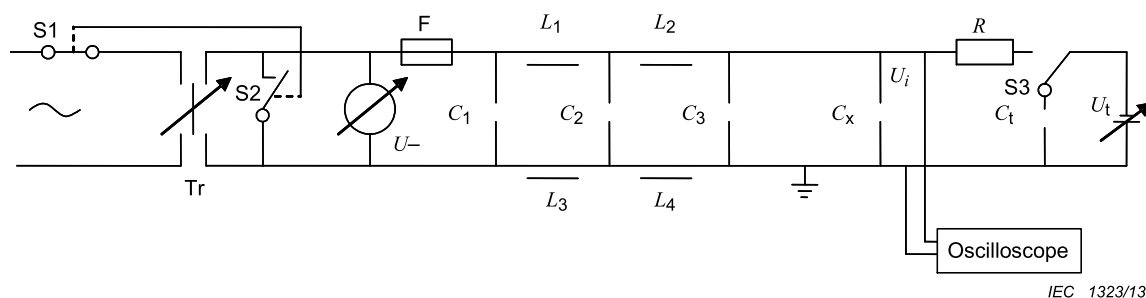


Figure 8 – Typical circuit for pulse loading of capacitors under a.c. voltage

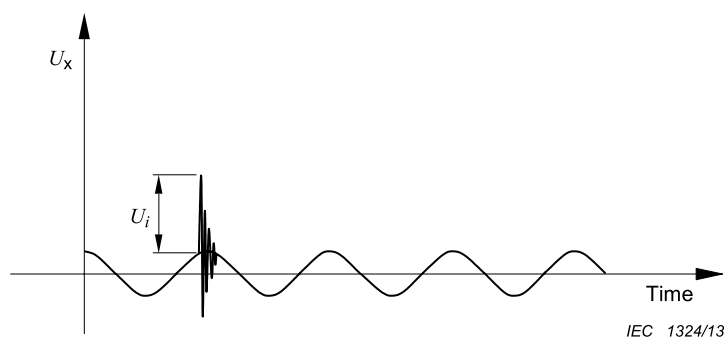


Figure 9 – Fundamental a.c. wave with randomly, not synchronized, superimposed high-voltage pulse

- Tr = isolation transformer for blocking with secondary voltage of $U_{\sim}$, and a sufficient capacity to supply 16 A to the test circuit at a voltage of $\geq 0,9 \times U_{\sim}$;
- C_1, C_2 = filter capacitor $1 \mu\text{F} \pm 10 \%$;
- $L_1 \dots L_4$ = rod core choke $1,5 \text{ mH} \pm 20 \%$, 16 A;
- C_3 = capacitor $0,033 \mu\text{F} \pm 5 \%$;
- R = $5 \Omega \pm 2 \%$ for $C_x \geq 1 \mu\text{F}$;
 = $10 \Omega \pm 2 \%$ for $0,22 \mu\text{F} \leq C_x < 1 \mu\text{F}$;
 = $40 \Omega \pm 2 \%$ for $0,068 \mu\text{F} \leq C_x < 0,22 \mu\text{F}$;
 = $100 \Omega \pm 2 \%$ for $C_x < 0,068 \mu\text{F}$;
- C_x = capacitor under test;
- U_t = voltage to which the tank capacitor C_t is charged;
- C_t = tank capacitor is $3 \mu\text{F} \pm 5 \%$ up to $C_x = 1 \mu\text{F}$, and $\geq 3 \times C_x$ for $C_x > 1 \mu\text{F}$. The recommended value is $3 \times C_x$, but it is allowed to use a reasonably higher value in order to standardize the test equipment;
- F = slow-blow fuse, rated 16 A.

NOTE C_1, C_2 and $L_1 \dots L_4$ comprise a mains protection filter; other configurations for these filters are permitted.

C_3 and C_t should have a suitable voltage compared to the required U_t during test.

4.18.3 Adjustment of U_i

The a.c. voltage shall be switched off by S_1 and the secondary winding of the transformer shall be short-circuited by S_2 . A set-up capacitor of capacitance $C_x \pm 5 \%$ shall be connected in the C_x position. U_t shall then be adjusted so that the required peak voltage U_i appears across capacitor C_x , as demonstrated by the oscilloscope. The test shall then be conducted on the capacitors under test using this setting of U_t .

4.18.4 Requirements

The cheesecloth around the capacitor shall not burn with a flame. No electrical measurements are required.

4.19 Component solvent resistance (if applicable)

See IEC 60384-1:2008, 4.31, with the following details.

The detail specification shall specify whether tests are required using solvents additional to those specified in the generic specification.

The requirements shall be specified in the detail specification.

4.20 Solvent resistance of the marking

See IEC 60384-1:2008, 4.32, with the following details.

The detail specification shall specify whether tests are required using solvents additional to those specified in the generic specification.

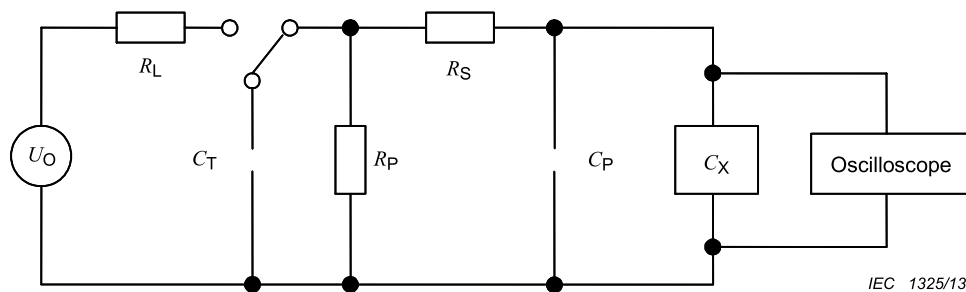
The marking shall be legible.

Annex A (normative)

Circuit for the impulse voltage test

It has to be pointed out that the 1,2/50 pulse shape in equipment standards, e.g. in IEC 60065:2001, Annex K and in IEC 60950-1:2005, Annex N, is defined under open circuit conditions, and different shape is accepted in under load conditions.

The test prescribed in 4.13 shall be carried out using the circuit of Figure A.1 and the values given in Table A.1, as well as the values and tolerances given in Table A.2.



C_T = charging (or tank) capacitor

R_S = series resistor, or charging resistor

C_P = parallel capacitor R_P = parallel resistor, or discharging resistor

C_X = capacitor under test

U_O = direct voltage source

R_L = loading resistor

Figure A.1 – Impulse voltage test circuit

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

Nominal value of 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

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

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

Annex B (normative)

Circuit for the endurance test

The test prescribed in 4.14 shall be carried out with the following circuit (see Figure B.1).

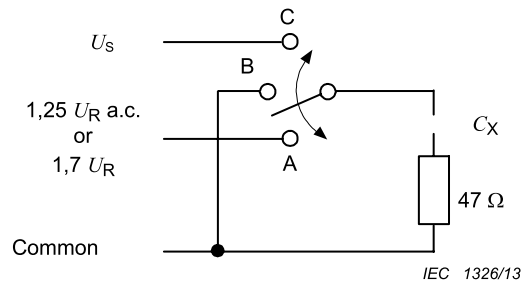


Figure B.1 – Endurance test circuit

C_X = capacitor under test.

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

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

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

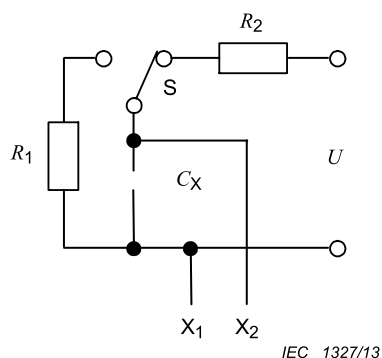
For any capacitor under test, the following condition shall be fulfilled:

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

Annex C (normative)

Circuit for the charge and discharge test

The test prescribed in 4.15 shall be carried out with the following circuit (see Figure C.1).



IEC 1327/13

C_X = capacitor under test

R_1 = current-limiting resistor (discharge)

R_2 = current-limiting resistor (charge)

S = switching device

U = test voltage

X_1, X_2 = terminals for oscilloscope connection to observe the maximum rate of change of voltage

Figure C.1 – Charge and discharge test circuit

Annex D (normative)

Declaration of design

(confidential to the manufacturer and the certification body)

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

Changes to the declared design are permitted only after notifying the certification body in writing. In this case, the certifying body will decide on necessary steps to be taken. As a maximum, a complete re-qualification may be required.

Registration number:

(to be allocated by the certifying body)

- 1 Applicant**
- 2 Manufacturer**
- 3 Manufacturing site**
- 4 Type designation**
- 5 Class/subclass**
- 6 Circuit diagram**
- 7 Dielectric:**
 - 7.1 Material
 - 7.2 Thickness
 - 7.3 Density (paper only)
 - 7.4 Number of individual layers
- 8 Electrode(s):**
 - 8.1 Material
 - 8.2 Method of production of electrode:
(for example, foil, evaporated onto film or paper)
- 9 Capacitor element, arrangement of the individual layers**
- 10 Impregnant (if applicable)**
- 11 Encapsulation:**
 - 11.1 Material(s) for cases, resins, etc. (as applicable)
 - 11.2 Material of outer insulation (if applicable)
- 12 Outline dimensions**

Location

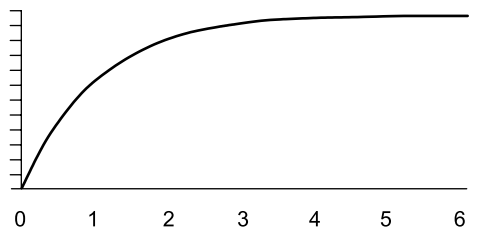
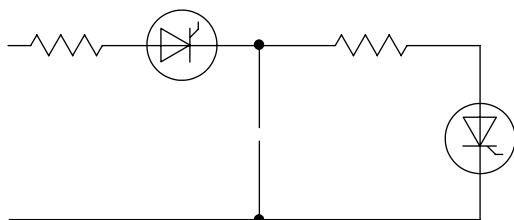
Date

Name

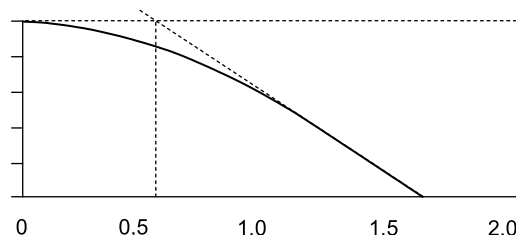
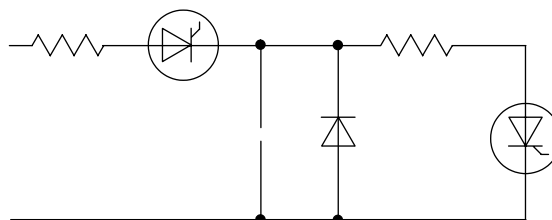
Signature

Annex E (informative)

Pulse test circuits



IEC 1328/13



IEC 1329/13

Charge waveform for both circuits:

Timescale in units of RC (R is the charge resistor)

The maximum value of dU/dt is derived as follows:

$Q = CU$ where Q is the charge on the capacitor and hence

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{I_{\max}}{C}$$

Discharge waveform for inductive circuit:

Time scale in units of $\sqrt{LC}$

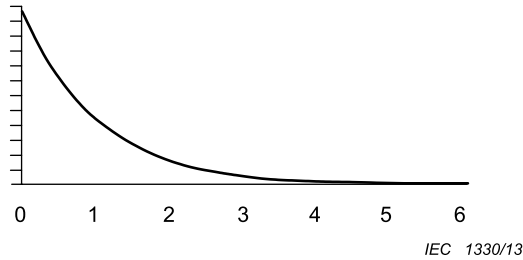
For the inductive circuit, if dissipation is neglected, the inductive energy with the initial capacitive energy:

$$\frac{1}{2} LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} CU_0^2$$

$$I_{\max} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{\sqrt{LC}}$$

which occurs at $t = \pi / 2 \sqrt{LC}$



Also since

$$U = L \frac{dL}{dt}$$

$$\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{L}$$

Discharge waveform for resistive circuit:

Time scale in units of RC (R is the discharge resistor)

This gives control of $\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max}$

For the resistive circuit

$$I_{\max} = \frac{U_0}{R}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{RC}$$

and thus enables to avoid exceeding this rating of the switch in the discharge circuit. In the resistive circuit, there is no such control and the rating is liable to be exceeded when trying to achieve peak discharge of a hundred or more amperes.

which occurs at $t = 0$.

Annex F (normative)

Particular requirements for safety test of surface mounting capacitors

Surface mounting capacitors shall, in general, comply with all safety requirements of this standard. Design, material and mounting technology make it necessary to introduce new tests and adjust some existing methods and requirements.

F.1 General

The following paragraphs replace corresponding paragraphs in the main section of this standard.

1.4.2 Mounting

According to IEC 60384-1:2008, 4.33 for the safety test according to Table F.1, the manufacturer shall supply the test house with components unmounted or mounted on individual substrates as indicated in Table F.1. The suitability of a proposed substrate shall be agreed between the manufacturer and the test laboratory. Details of the substrate, or substrates, used for the testing shall be included in the test report. An example of a substrate with conductive tracks is shown in Figure F.1.

1.5.21 Surface mount capacitor

A capacitor whose small dimensions and nature of shape of terminations make it suitable for surface mounting in hybrid circuits and on printed boards.

1.6.1 Marking of capacitors

The capacitors shall be clearly marked with a) and b) in 1.6. The capacitors may also be marked with as many of the remaining items as possible taking account of the relative importance of each item. The marking shall be sufficient to enable a clear identification of the component.

F.2 Test and measurement procedures

The capacitor shall be tested in accordance with Table F.1 with the following deviations.

For an unencapsulated capacitor, test C in 4.2.1 and 4.2.5 shall be omitted.

4.3 Robustness of terminations is substituted with IEC 60384-1:2008, 4.34 and 4.35, and performed before the tests in Groups 2 and 3. Measurement of capacitance during the bending test may be omitted.

4.4 Resistance to soldering heat, if applicable, is performed as a separate test according to IEC 60384-1:2008, 4.14.2.

4.4.2 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 13.

Table F.1 – Test schedule and sampling plan for safety test of surface mount capacitors

Group	Clause number and test referring to Clause 4	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass		
			Per group	Total	
0	4.1 Visual examination ^a	\ 28 + 12 ^d + } 6 ^f + (6 to 18) ^f + 24 J 14 + 6 ^e	\ 0 } 0 J 0		
	4.2.2 Capacitance				
	4.2.4 Resistance ^c				
	4.2.1 Voltage proof				
	4.2.5 Insulation resistance				
	Spares				
1A	4.1.1 Creepage distances and clearances ^a	\ 6 } 6 to 18 ^f J	\ 0 ^b } 0 J 0		
	4.4 Resistance to soldering heat ^{a, c}				
	4.20 Solvent resistance of the marking ^a				
	4.17 Passive flammability ^a				
Mounting according to 1.4.2		10 + 12 ^d + 6 ^e + 24			
2	4.34 of IEC 60384-1:2008, Shear test ^g	10	0 ^b	0	
	4.35 of IEC 60384-1:2008, Substrate bending test				
	4.12 Damp heat, steady state				
3	4.34 of IEC 60384-1:2008, shear test ^g		0 ^b		
	4.35 of IEC 60384-1:2008, substrate bending test				
	4.13 Impulse voltage				
	4.14 Endurance				
	4.14.3 Class X and RC units				
	4.14.4 Class Y and RC units				
4.14.5 Lead-through	12 ^d 12 ^d 6 ^e				
4	4.18 Active flammability	24	0		
- Tests in Group 0 can be made in any practical order, except for ceramic capacitors the capacitance value shall be measured first. - Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test as prescribed in 4.14.6.					
^a Samples for 4.1, 4.1.1, 4.4, 4.20 and 4.17 shall not be mounted on substrate during test. ^b If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. The nonconforming items obtained in the first sample shall be counted for the total of nonconforming items permitted in the last column. ^c If applicable. ^d If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors. ^e Additional capacitors if lead-through capacitors are tested. ^f The smallest, a medium (in the case of more than four case sizes), and the largest case size shall be tested. Of each case size, 3 specimens of the maximum capacitance and 3 specimens of the minimum capacitance shall be tested, resulting in 6 specimens per case size. ^g This test is to be performed alternatively to the substrate bending test, if the detail specification specifies mounting on rigid substrate (for example, alumina) only.					

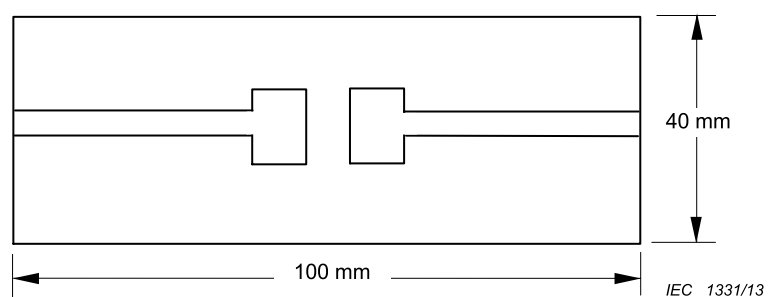


Figure F.1 – Example of test substrate for safety test according to Table F.1

Annex G (informative)

Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2

G.1 Overview

Most ceramic dielectrics, Class 2, used for ceramic capacitors have ferroelectric properties and exhibit a Curie temperature.

Above this temperature, the dielectric has the highly symmetric cubic crystal structure whereas below the Curie temperature the crystal structure is less symmetrical. Although in single crystals this phase transition is very sharp, in practical ceramics it is often spread over a finite temperature range, but, in all cases, it is linked with a peak in the capacitance/temperature curve.

Under the influence of thermal vibration the ions in the crystal lattice continue to move to positions of lower potential energy for a long time after the dielectric has cooled through the Curie temperature. This gives rise to the phenomenon of capacitance ageing, whereby the capacitor continuously decreases its capacitance.

However, if the capacitor is heated to a temperature above the Curie temperature, then de-ageing takes place; i.e. the capacitance lost through ageing is regained, and ageing recommences from the time when the capacitor re-cools.

G.2 Law of capacitance ageing

During the first hour after cooling through the Curie temperature, the loss of capacitance is not well defined, but after this time it follows a logarithmic law (see K.W. Plessner, Proc. Phys. Soc., vol. 69B, P1261, 1956) which can be expressed in terms of an ageing constant.

The ageing constant k is defined as the percentage loss of capacitance due to the ageing process of the dielectric which occurs during a “decade”, i.e. a time in which the capacitor increases its age tenfold, for example, from 1 h to 10 h.

As the law of decrease of capacitance is logarithmic, the percentage loss of capacitance will be $2 \times k$ between 1 h and 100 h age and $3 \times k$ between 1 h and 1 000 h age. This may be expressed mathematically by the following equation:

$$C_t = C_1 \left(1 - \frac{k}{100} \times \lg t \right)$$

where

C_t is the capacitance t h after the start of the ageing process;

C_1 is the capacitance 1 h after the start of the ageing process;

k is the ageing constant in percent per decade (as defined above);

t is the time in h from the start of the ageing process.

The ageing constant may be declared by the manufacturer for a particular ceramic dielectric, or it may be defined by de-ageing the capacitor and measuring the capacitance at two known times thereafter.

k is then given by the following equation:

$$k = \frac{100 \times (C_{t_1} - C_{t_2})}{C_{t_1} \times \lg t_2 - C_{t_2} \times \lg t_1}$$

If capacitance measurements are made three or more times, then it is possible to derive k from the slope of a graph where C_t is plotted against $\lg t$.

It is also possible to plot $\lg C$ against $\lg t$.

During measurements of ageing the capacitor should be maintained at a constant temperature so that capacitance variations due to the temperature characteristic do not mask those due to ageing.

G.3 Capacitance measurements and capacitance tolerance

Because of ageing, it is necessary to specify a reference age at which the capacitance shall be within the prescribed tolerance. This age is fixed at 1 000 h, since, for practical purposes, there is not much further loss of capacitance after this time.

In order to calculate the capacitance $C_{1\,000}$ after 1 000 h, the ageing constant shall be known or determined as in Clause G.2, when the following formula may be used:

$$C_{1\,000} = C_t \left[1 - \frac{k}{100} (3 - \lg t) \right]$$

For factory measurements the loss of capacitance from the age at time of measurement to 1 000 h age will be known and can be off-set by using asymmetric inspection tolerances.

For example, if it is known that the capacitance loss will be 5 %, then the capacitors may be inspected to limits of +25/–15 % instead of ± 20 %.

Capacitance is normally declared at 20 °C, and it may be necessary to measure at this temperature or correct the results to this temperature. Errors can also arise from the hand temperature, and capacitors should therefore always be handled with plastic tweezers.

G.4 Special preconditioning

In many of the tests in this standard, it is required to measure the capacitance change which results from a given conditioning (for example, climatic sequence). In order to avoid the interfering effect of ageing, the capacitor is specially preconditioned before these tests by maintaining it for 1 h at the upper category temperature followed by 24 h at standard atmospheric conditions for testing.

For those capacitors with a Curie temperature below the upper category temperature, this results in de-ageing and the conditioning is also arranged, if possible, to bring the capacitors to an age of 24 h, so that capacitance changes due to ageing are minimized.

If the Curie temperature of the dielectric is above the upper category temperature then the special preconditioning will not completely de-age the capacitor, but it will nevertheless bring it into a state where its capacitance is not so dependent on its previous history. In order to de-age such capacitors completely, a temperature up to 160 °C may be required, and this temperature could be deleterious to the encapsulation.

Therefore, in the few cases where complete de-ageing of such capacitors may be required, the detail specification shall be consulted for details and any necessary precautions.

Annex H (normative)

Use of safety approved a.c. rated capacitors in d.c. applications

H.1 Overview

This annex gives additional requirements for a.c. EMI suppression capacitors for which safety approval is sought and which are connected to a d.c. supply with nominal voltage not exceeding 1 500 V d.c.

If a safety approved capacitor fulfils the requirements of this annex, it is qualified at the d.c. rated voltage exceeding its approved a.c. rated voltage, without changing the capacitor class.

H.2 Background

Safety capacitors approved to this standard are a.c. capacitors which are essentially designed for applications where a.c. voltage is applied.

They have been allowed to be used in d.c. supplies having the same voltage as the a.c. r.m.s. rated voltage of the capacitors. (See 1.5.1, Note 1 to entry).

The class of the capacitors, such as X1 and Y1, is defined according to their peak impulse withstanding voltage and the type of insulation bridged.

A capacitor used for a.c. voltage application is subjected to the voltage waveform with peak voltage equal to r.m.s. voltage times square root of two, which is alternating polarity in a wave cycle, so that safety approved capacitors theoretically can withstand at least a d.c. voltage equivalent to their a.c. rated voltage times square root of two.

H.3 Terms and definitions

H.3.1

d.c. rated voltage

U_R d.c.

maximum d.c. operating voltage, which may be applied continuously to the terminations of a capacitor at any temperature between the lower and the upper category temperatures

Note 1 to entry: This term and designation (U_R d.c.) are used only for a capacitor specified with d.c. rated voltage exceeding its a.c. r.m.s. rated voltage.

Note 2 to entry: This definition replaces that given in IEC 60384-14:2013, 1.5.1.

H.4 Additional requirement for use of X- and Y-capacitors in d.c. applications

A capacitor, which is specified for a d.c. rated voltage exceeding the a.c. r.m.s. rated voltage, shall fulfil the requirements specified in Table H.1 in addition to the tests prescribed in Table 3.

Table H.1 – Additional test conditions

Type	Maximum U_R d.c.	Test voltage d.c. (Test A) (according 4.2.1)	Endurance test (d.c.)	Damp heat, steady state test
X1	1 500 V	$2,15 \times U_R$ d.c.	According to 4.14 using d.c. rated voltage instead of U_R , without voltage increased to U_S .	According to 4.12, but with d.c. rated voltage applied to the whole sample.
X2	1 500 V			
Y1	1 500 V	$4 \times U_R$ d.c. ^a		
Y2	1 500 V	$2,15 \times U_R$ d.c. ^a		
Y4	450 V	$2,15 \times U_R$ d.c. ^a		
^a If an a.c. test voltage is used instead of a d.c. voltage for Y-capacitors, it shall be not less than $0,666 \times$ d.c. test voltage in Table H.1.				

H.5 Creepage and clearance distances

When a capacitor approved by this annex is used for a specific application, it shall be confirmed that creepage and clearance distances of the capacitor meet the requirements of the related standards for the application.

NOTE Examples of the specific standards and the requirements mentioned above, see IEC 60939-3: Table 6 and Table 7.

Annex I (normative)

Humidity robustness grades for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required

I.1 Overview

In addition to the description of preferred climatic categories in 2.1.1 and test damp heat, steady state in 4.12, this annex describes specific humidity robustness grades and requirements for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required.

I.2 Humidity robustness grades

For high humidity applications the Grades (I) robustness under humidity, Grade (II) robustness under high humidity and Grade (III) high robustness under high humidity are defined.

I.2.1 Grade (I) robustness under humidity

To verify Grade (I), either test condition A or B shall be selected by the manufacturer. For requirements, see Table I.1. In case the capacitors are specified for a.c. and d.c. applications, one sample shall be tested with the rated a.c. voltage, and one sample shall be tested with rated d.c. voltage.

Test condition A: Test damp heat, steady state; 40 °C / 93 % RH duration 21 days, rated voltage applied.

Test condition B: Test damp heat, steady state; 85 °C / 85 % RH duration 168 h, rated voltage applied.

NOTE Test condition B is a substitutional acceleration test for test condition A.

I.2.2 Grade (II) robustness under high humidity

To verify Grade (II), either test condition A or B shall be selected by the manufacturer. For requirements see Table I.1. In case the capacitors are specified for a.c. and d.c. applications, one sample shall be tested with the rated a.c. voltage, and one sample shall be tested with rated d.c. voltage.

Test condition A: Test damp heat, steady state; 40 °C / 93 % RH duration 56 days, rated voltage applied.

Test condition B: Test damp heat, steady state; 85 °C / 85 % RH duration 500 h, rated voltage applied.

NOTE Test condition B is a substitutional acceleration test for test condition A.

I.2.3 Grade (III) high robustness under high humidity

To verify Grade (III), either test condition A or B shall be selected by the manufacturer. For requirements, see Table I.1. In case the capacitors are specified for a.c. and d.c. applications, one sample shall be tested with the rated a.c. voltage, and one sample shall be tested with rated d.c. voltage.

Test condition A: Test damp heat, steady state; 60 °C / 93 % RH duration 56 days, rated voltage applied.

Test condition B: Test damp heat, steady state; 85 °C / 85 % RH duration 1 000 h, rated voltage applied.

NOTE Test condition B is a substitutional acceleration test for test condition A.

Table I.1 – Requirements

Measurement	Measuring method	Requirements
Capacitance	4.2.2	Metalized capacitors: $ \Delta C \leq 10\%$ Ceramic capacitors: $ \Delta C \leq 15\%$
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,024 for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ ^a 0,015 for $C_N > 1 \mu\text{F}$ ^a
Insulation resistance	4.2.5	>50 % of the applicable limits of Table 11 or Table 12, or minimum 200 MΩ, whichever is higher
The change of capacitance value depends on technology, and, as for example in case of ceramic capacitors, can be reversible. Thus the requirements are different.		
^a For certain applications smaller values for the increase $\tan \delta$ may be required.		

I.3 Indication of humidity robustness grades

In addition to the climatic category, information on the humidity robustness grade and the test method used for verification shall be indicated IA, IB, IIA, IIB, IIIA, or IIIB in the information provided by the manufacturer. Marking on the capacitor is not required.

Bibliography

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

IEC 60384-14-3, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14-3: Blank detail specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains – Assessment level DZ*

IEC 60939-3:2015, *Passive filter units for electromagnetic interference suppression – Part 3: Passive filter units for which safety tests are appropriate*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

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

K.W. Plessner: *Ageing of the Dielectric Properties of Barium Titanate Ceramics*, Proceedings of the Physical Society, Section B, Volume 69, Issue 12, pp. 1261 to 1268 (1956)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	74
1 Généralités.....	76
1.1 Domaine d'application	76
1.2 Objet.....	76
1.3 Références normatives	76
1.4 Informations à spécifier dans une spécification particulière.....	77
1.4.1 Dessin d'encombrement et dimensions.....	77
1.4.2 Montage	78
1.4.3 Valeurs assignées et caractéristiques.....	78
1.4.4 Marquage	78
1.5 Termes et définitions	78
1.6 Marquage	84
1.6.1 Marquage des condensateurs.....	84
1.6.2 Marquage de l'emballage	85
1.6.3 Marquage supplémentaire	85
1.7 Classification des condensateurs de classe X et de classe Y	85
1.7.1 Classification des condensateurs de classe X.....	85
1.7.2 Classification des condensateurs de classe Y.....	85
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles.....	86
2.1 Caractéristiques préférentielles.....	86
2.1.1 Catégories climatiques préférentielles	86
2.2 Valeurs assignées préférentielles.....	87
2.2.1 Capacité nominale (C_N)	87
2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale	87
2.2.3 Tension assignée (U_R).....	87
2.2.4 Résistance nominale (R_N)	87
2.2.5 Température assignée	87
2.2.6 Inflammabilité passive.....	87
2.3 Exigences sur les manchons, les bandes, les tubes et l'isolation des fils.....	88
3 Procédures d'évaluation	88
3.1 Etape initiale de fabrication.....	88
3.2 Composants de structure similaire	88
3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés	88
3.4 Essais d'approbation	88
3.4.1 Essais d'approbation de sécurité uniquement	88
3.4.2 Homologation.....	88
3.4.3 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillon fixe	89
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	100
3.5.1 Formation des lots d'inspection	100
3.5.2 Programme d'essai	101
3.5.3 Livraison différée	101
3.5.4 Niveau d'assurance.....	102
4 Procédures d'essai et de mesure	102
4.1 Examen visuel et contrôle des dimensions	102
4.1.1 Lignes de fuite et distances d'isolement.....	102

4.2	Essais électriques	104
4.2.1	Tension de tenue	104
4.2.2	Capacité	105
4.2.3	Tangente de l'angle de perte	106
4.2.4	Résistance (résistance série équivalente (RSE)) (pour des unités RC seulement).....	106
4.2.5	Résistance d'isolement	106
4.3	Robustesse des sorties.....	107
4.4	Résistance à la chaleur de brasage	107
4.4.1	Conditions d'essai.....	107
4.4.2	Exigences, mesures et inspection finales.....	108
4.5	Brasabilité	108
4.5.1	Conditions d'essai.....	108
4.5.2	Exigences.....	108
4.6	Variations rapides de température.....	108
4.6.1	Inspection finale.....	108
4.7	Vibrations	109
4.7.1	Conditions d'essai.....	109
4.7.2	Inspection finale.....	109
4.8	Secousses.....	109
4.8.1	Conditions d'essai.....	109
4.8.2	Exigences, mesures et inspection finales.....	109
4.9	Chocs.....	110
4.9.1	Conditions d'essai.....	110
4.9.2	Exigences, mesures et inspection finales.....	110
4.10	Étanchéité des boîtiers	110
4.10.1	Conditions d'essai.....	110
4.10.2	Exigences.....	110
4.11	Séquence climatique	111
4.11.1	Mesures initiales	111
4.11.2	Chaleur sèche.....	111
4.11.3	Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle.....	111
4.11.4	Froid.....	111
4.11.5	Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants	111
4.11.6	Exigences, mesures et inspection finales.....	111
4.12	Chaleur humide, essai continu	112
4.12.1	Mesures initiales	112
4.12.2	Conditions d'essai.....	112
4.12.3	Exigences, mesures et inspection finales.....	112
4.13	Tension de choc	113
4.13.1	Mesures initiales	113
4.13.2	Conditions d'essai.....	113
4.13.3	Exigences.....	114
4.14	Endurance.....	114
4.14.1	Conditions d'essai.....	114
4.14.2	Mesures initiales	115
4.14.3	Endurance pour des condensateurs de Classe X et des unités RC contenant des condensateurs de Classe X	115
4.14.4	Endurance pour des condensateurs de Classe Y et des unités RC contenant des condensateurs de Classe Y	116

4.14.5	Endurance pour les dispositions à condensateurs de traversée	116
4.14.6	Conditions d'essai – Essais tension/courant combinés	116
4.14.7	Exigences, mesures et inspection finales	117
4.15	Charge et décharge	117
4.15.1	Mesures initiales	117
4.15.2	Conditions d'essai	117
4.15.3	Mesures et exigences finales	118
4.16	Caractéristiques des fréquences radioélectriques	118
4.17	Essai d'inflammabilité passive	119
4.17.1	Essais selon la IEC 60384-1	119
4.17.2	Essai d'inflammabilité passive alternatif	119
4.18	Essai d'inflammabilité active	120
4.18.3	Ajustement de U_i	121
4.18.4	Exigences	122
4.19	Résistance au solvant des composants (le cas échéant)	122
4.20	Résistance du marquage au solvant	122
Annexe A (normative)	Circuit pour l'essai de tension de choc	123
Annexe B (normative)	Circuit pour l'essai d'endurance	125
Annexe C (normative)	Circuit pour l'essai de charge et de décharge	126
Annexe D (normative)	Déclaration de conception (confidentielle au fabricant et à l'organisme de certification)	127
Annexe E (informative)	Circuits d'essai d'impulsions	128
Annexe F (normative)	Exigences particulières pour un essai de sécurité des condensateurs pour montage en surface	130
Annexe G (informative)	Vieillessement de la capacité de condensateurs fixes à diélectriques en céramique, Classe 2	133
Annexe H (normative)	Utilisation des condensateurs pour courant alternatif approuvés pour la sécurité dans des applications en courant continu	136
Annexe I (normative)	Niveaux de résistance à l'humidité pour des applications exigeant une grande stabilité dans des conditions de fonctionnement avec une forte humidité	138
Bibliographie		140
Figure 1	– Condensateur d'antiparasitage à deux bornes	79
Figure 2	– Unité RC	79
Figure 3	– Condensateur de traversée (coaxial)	80
Figure 4	– Condensateurs de traversée	81
Figure 5	– Condensateurs de contournement	82
Figure 6	– Durée d'essai(s)	100
Figure 7	– Forme d'onde d'un choc	114
Figure 8	– Circuit typique pour charger en impulsions des condensateurs soumis à une tension alternative	121
Figure 9	– Onde alternative fondamentale avec une impulsion haute tension superposée non synchronisée aléatoire	121
Figure A.1	– Circuit d'essai de tension de choc	123
Figure B.1	– Circuit d'essai d'endurance	125
Figure C.1	– Circuit d'essai de charge et de décharge	126

Figure F.1 – Exemple de substrat d'essai pour les essais de sécurité selon le
Tableau F.132

Tableau 1 – Classification des condensateurs de classe X.....	85
Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y.....	86
Tableau 3 – Plan d'échantillonnage – Essais sur les exigences de sécurité uniquement	91
Tableau 4 – Plan d'échantillonnage – Homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance DZ	92
Tableau 5 – Programme d'essai et plan d'échantillonnage pour les essais lot par lot	93
Tableau 6 – Programme d'essai pour les essais de sécurité uniquement (1 de 2)	94
Tableau 7 – Programme d'essai pour l'homologation des essais de sécurité et de performances – Niveau d'assurance DZ (1 de 4)	96
Tableau 8 – Niveau d'assurance	102
Tableau 9 – Lignes de fuite et distances d'isolement	103
Tableau 10 – Tension de tenue	105
Tableau 11 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité uniquement	106
Tableau 12 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité et de performances	107
Tableau 13 – Résistance à la chaleur de brasage – Exigences	108
Tableau 14 – Séquence climatique – Exigences	112
Tableau 15 – Chaleur humide, essai continu – Exigences	113
Tableau 16 – Endurance – Exigences.....	117
Tableau 17 – Charge et décharge – Exigences.....	118
Tableau A.1 – Valeurs de C_X , C_T , R_P , R_S , C_P	123
Tableau A.2 – Valeurs et tolérances de C_X , t_r , t_d	124
Tableau F.1 – Programme d'essai et plan d'échantillonnage pour les essais de sécurité des condensateurs pour montage en surface.....	131
Tableau H.1 – Conditions d'essai supplémentaires	137
Tableau I.1 – Exigences.....	139

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS
LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 14: Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes d'antiparasitage
et raccordement à l'alimentation****AVANT-PROPOS**

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 60384-14 porte le numéro d'édition 4.1. Elle comprend la quatrième édition (2013-06) [documents 40/2199/FDIS et 40/2232/RVD], son corrigendum 1 (2016-04) et son amendement 1 (2016-07) [documents 40/2463/FDIS and 40/2469/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

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 60384-14 a été établie par le comité d'études 40 de la IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette quatrième édition constitue une révision technique. Toutes les modifications acceptées peuvent être classées comme des révisions mineures.

Une liste de toutes les parties de la série de normes IEC 60384, présentées sous le titre général *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques*, peut être consultée sur le site web de la IEC.

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

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

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

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la IEC 60384 s'applique aux condensateurs et aux combinaisons condensateur/résistance qui sont connectés à un réseau d'alimentation en courant alternatif ou à une autre alimentation dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V c.a. (efficace) ou 1 500 V c.c. et dont la fréquence nominale ne dépasse pas 100 Hz.

1.2 Objet

La présente partie de la IEC 60384 a pour principal objet de spécifier les valeurs assignées et caractéristiques préférentielles, de sélectionner, en se référant à la norme IEC 60384-1, les procédures d'évaluation de la qualité appropriées, les essais et les méthodes de mesure et de donner les exigences de performances générales pour ce type de condensateur. Les sévérités et les exigences d'essai spécifiées dans les spécifications particulières se rapportant à cette spécification intermédiaire présenteront des niveaux de performances supérieurs ou égaux. Les niveaux de performance inférieurs ne sont pas autorisés.

La présente Norme fournit un programme d'essais de sécurité à utiliser par les stations d'essai nationales dans les pays qui exigent une approbation par de telles stations.

Il convient d'utiliser les catégories de surtension associées aux tensions d'alimentation alternatives indiquées dans la Norme IEC 60664-1, pour les condensateurs classifiés dans la présente Norme.

1.3 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60063, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs*

IEC 60065:2001, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

Amendement 1:2005

Amendement 2:2010

IEC 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

IEC 60068-2-17, *Essais d'environnement – Partie 2-17: Essais – Essai Q: Etanchéité*

IEC 60384-1:2008, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification* (Disponible en anglais uniquement)

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

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

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

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

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages* (disponible en anglais uniquement)

IEC 61210, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

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

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

1.4 Informations à spécifier dans une spécification particulière

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 indiquées en 1.9 de la spécification particulière et indiquées dans les programmes d'essai, par exemple, par un astérisque.

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.

Les exigences applicables aux condensateurs pour courant alternatif approuvés pour la sécurité destinés à être utilisés dans des applications en courant continu sont données à l'Annexe H.

NOTE Par commodité, les informations en 1.4.1 peuvent être présentées dans un tableau.

1.4.1 Dessin d'encombrement et dimensions

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

Normalement, 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, la longueur et le diamètre des sorties. Si nécessaire, par exemple lorsqu'un certain nombre de valeurs de capacité ou de gammes de tensions sont couvertes par une spécification

particulière, leurs dimensions et leurs tolérances associées doivent être placées dans un tableau sous le dessin.

Lorsque la configuration est différente de celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit indiquer de telles informations sur les dimensions et décrire le condensateur de façon appropriée. Lorsque le condensateur n'est pas destiné à être utilisé sur des cartes imprimées, cette information doit être clairement indiquée dans la spécification particulière.

1.4.2 Montage

La spécification particulière doit spécifier la méthode de montage à utiliser pour une utilisation normale et lors des essais de vibrations, de secousses ou de chocs. Les condensateurs doivent être montés normalement. La conception du condensateur peut être telle que des supports de montage spéciaux soient exigés pour son utilisation. Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les supports de montage. Ces supports de montage doivent être utilisés lors des essais de vibrations, de secousses ou de chocs.

Si des recommandations de montage pour une utilisation normale sont établies, il convient de les inclure dans la spécification particulière au "1.8 Informations complémentaires (non prises en considération pour les contrôles)". Si des recommandations sont incluses, un avertissement peut indiquer que les performances complètes des vibrations, des secousses et des chocs peuvent ne pas être disponibles si des méthodes de montage autres que celles spécifiées en 1.1 de la spécification particulière sont utilisées.

1.4.3 Valeurs assignées et caractéristiques

Les valeurs assignées et caractéristiques doivent être conformes aux Articles correspondants de la présente spécification et respecter les points présentés ci-après.

1.4.3.1 Gamme de capacités nominales

Il convient que la gamme préférentielle des valeurs de capacité soit conforme au 2.2.1 de la présente Norme.

Si des produits approuvés conformément à la spécification particulière comportent différentes gammes, il convient d'ajouter la déclaration suivante: "La gamme des valeurs disponibles dans chaque gamme de tensions est indiquée dans le registre des approbations, disponible par exemple sur le site web www.iecq.org."

1.4.3.2 Gamme de résistances nominales (le cas échéant)

Il convient que la gamme préférentielle des valeurs de résistance soit conforme à 2.2.4 de la présente Norme.

1.4.3.3 Caractéristiques particulières

D'autres caractéristiques peuvent être indiquées, si elles sont jugées nécessaires, pour préciser de façon appropriée des informations relatives à la conception et aux applications du composant.

1.4.4 Marquage

La spécification particulière doit spécifier le contenu du marquage sur le condensateur et sur l'emballage. Se reporter également à 1.6 de la présente Norme.

1.5 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la IEC 60384-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Certaines définitions de la IEC 60384-1 ont été développées et font l'objet d'une note.

1.5.1

condensateur pour courant alternatif

condensateur conçu essentiellement pour fonctionner sous des tensions alternatives

Note 1 à l'article: Les condensateurs pour courant alternatif peuvent être utilisés avec des alimentations à courant continu de même tension que la tension alternative efficace assignée du condensateur.

1.5.2

condensateur d'antiparasitage

condensateur pour courant alternatif utilisé pour la réduction des perturbations électromagnétiques provoquées par les équipements électriques ou électroniques, ou par d'autres sources

1.5.3

condensateur de classe X

unité RC de classe X

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

1.5.4

condensateur de classe Y

unité RC de classe Y

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

1.5.5

condensateur à deux bornes

condensateur d'antiparasitage doté de deux bornes

VOIR: Figure 1.

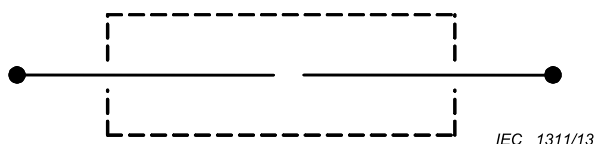


Figure 1 – Condensateur d'antiparasitage à deux bornes

1.5.6

unité RC série

combinaison fonctionnelle d'une résistance en série avec un condensateur de classe X ou Y

VOIR: Figure 2.



Figure 2 – Unité RC

Note 1 à l'article: Dans la présente Norme, lorsque le terme "condensateur" apparaît, il convient de comprendre les termes "condensateur ou unité RC" lorsque le contexte le permet.

1.5.7

condensateur de traversée, <coaxial>

condensateur doté d'un conducteur central transportant un courant entouré d'un élément capacitif qui est lié symétriquement au conducteur central et au boîtier externe pour former une construction coaxiale; il est monté de manière coaxiale

VOIR: Figure 3.

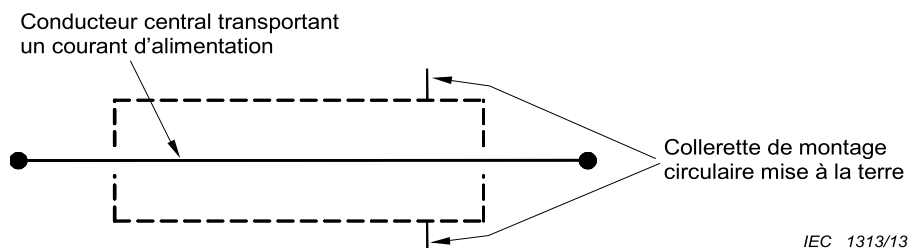


Figure 3 – Condensateur de traversée (coaxial)

1.5.8

condensateur de traversée, <non coaxial>

condensateur dans lequel les courants d'alimentation circulent à travers ou entre les bornes des électrodes

VOIR: Figures 4a, 4b, 4c et 4d.

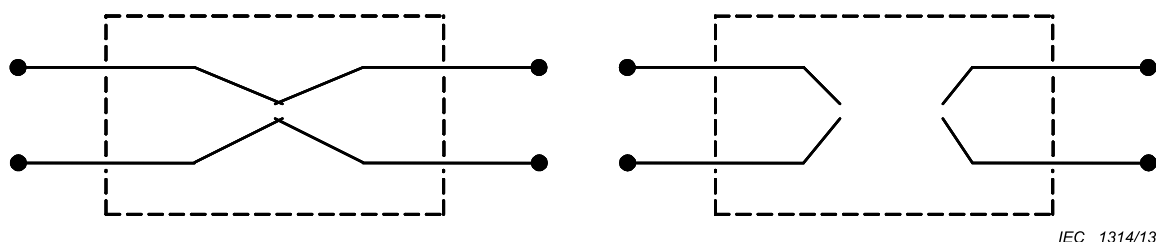


Figure 4a – Condensateur de traversée pour utilisation symétrique (non coaxial)

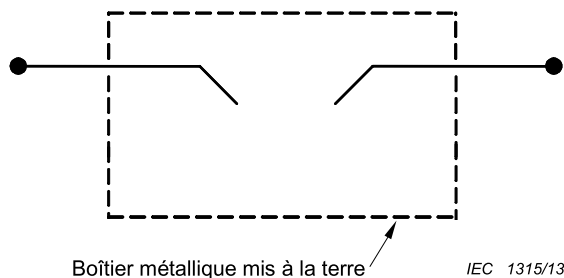


Figure 4b – Condensateur de traversée pour utilisation asymétrique (non coaxial)

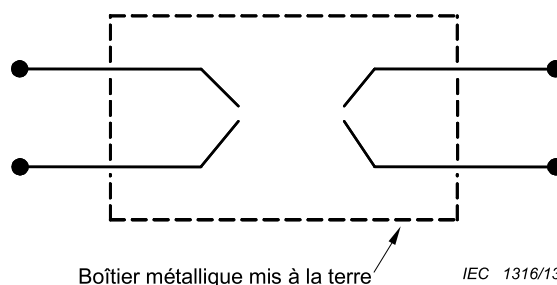


Figure 4c – Condensateur de traversée à plusieurs unités pour utilisation symétrique et asymétrique (non coaxial)

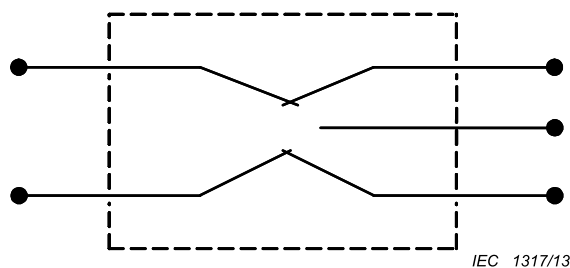


Figure 4d – Condensateur de traversée à plusieurs unités

Figure 4 – Condensateurs de traversée

1.5.9

condensateur de contournement

condensateur dont les courants de perturbation radioélectrique sont shuntés

Note 1 à l'article: Il existe trois formes communes: condensateur simple, condensateurs connectés en triangle et condensateurs connectés en T. Le condensateur simple est constitué d'un condensateur dans un boîtier métallique avec une sortie connectée au boîtier comme à la Figure 5a; la connexion en triangle est constituée d'un condensateur X et de deux condensateurs Y2 disposés en triangle comme à la Figure 5b; la connexion en T est constituée de trois condensateurs C_A , C_B et C_C connectés en T comme à la Figure 5c.

Les connexions en T et en triangle sont équivalentes électriquement (transformation étoile-triangle). Dans la connexion en T, le condensateur X est le résultat de la connexion en série de $C_B - C_C$ et les condensateurs Y sont le résultat des connexions en série de $C_A - C_B$ et $C_A - C_C$.

Lorsque les condensateurs connectés en T sont soumis à des essais, et lorsqu'il est indiqué que des tensions doivent être appliquées aux bornes des condensateurs X, ces tensions doivent être appliquées entre la borne de ligne et la borne de neutre. De manière similaire, lorsqu'il est indiqué que des tensions doivent être appliquées aux bornes des condensateurs Y, ces tensions doivent être appliquées entre la borne de ligne et la borne de neutre connectées ensemble et la borne de terre.

VOIR: Figures 5a, 5b et 5c.

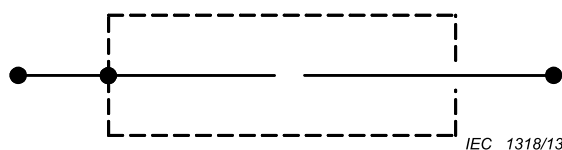


Figure 5a – Condensateur de contournement simple

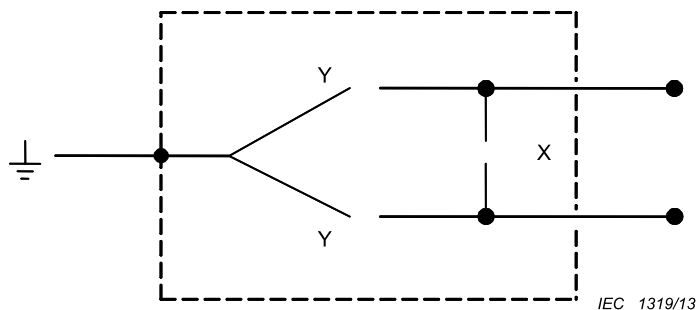


Figure 5b – Condensateur de contournement en triangle (en boîtier métallique)

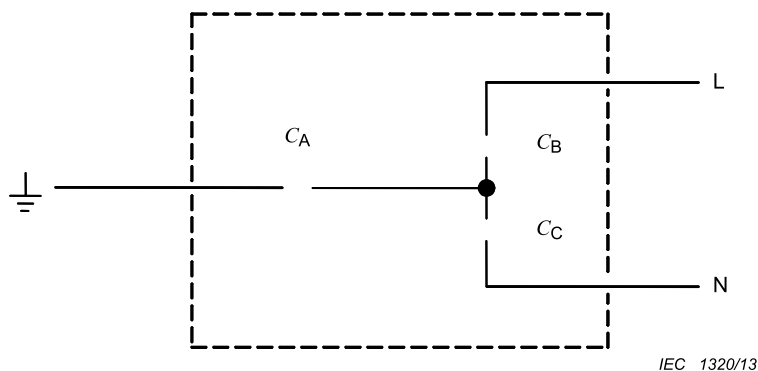


Figure 5c – Exemple de condensateurs de contournement connectés en T (en boîtier non-métallique)

NOTE Pour les condensateurs dotés de boîtiers non métalliques, la connexion à la terre est une borne distincte comme cela est représenté à la Figure 5c.

Figure 5 – Condensateurs de contournement

1.5.10

tension assignée

tension de fonctionnement efficace à la fréquence assignée, ou tension continue de fonctionnement qui peut être appliquée en continu aux sorties d'un condensateur à n'importe quelle température entre la température minimale de catégorie et la température maximale de catégorie

Note 1 à l'article: Ceci implique, pour les condensateurs couverts par la présente Norme, que la tension de catégorie est la même que la tension assignée.

1.5.11

puissance assignée, <d'une unité RC en série>

puissance maximale qui peut être dissipée par l'unité RC à la température assignée pendant un fonctionnement continu

1.5.12

température maximale de catégorie

température maximale de la surface pour laquelle le condensateur a été conçu pour un fonctionnement en continu

Note 1 à l'article: Pour des condensateurs de traversée et des unités RC en série, la température de surface externe peut être affectée par l'échauffement interne dû au courant traversant. Les connexions de sortie d'un condensateur sont considérées comme faisant partie de la surface externe.

Note 2 à l'article: Cette définition remplace celle donnée en 2.2.41 de la IEC 60384-1:2008, parce que les condensateurs d'antiparasitage conformes à cette norme sont destinés à être connectés au réseau d'alimentation et peuvent générer un échauffement interne.

1.5.13

température minimale de catégorie

température minimale de la surface pour laquelle le condensateur a été conçu pour un fonctionnement en continu

Note 1 à l'article: Cette définition remplace celle donnée en 2.2.10 de la IEC 60384-1:2008.

1.5.14

température assignée, <d'un condensateur de traversée ou d'une unité RC en série>

température ambiante maximale à laquelle un condensateur de traversée peut transporter son courant circulant assigné ou à laquelle une unité RC en série peut dissiper sa puissance assignée

Note 1 à l'article: Cette définition remplace celle donnée en 2.2.24 de la IEC 60384-1:2008

1.5.15

perte d'insertion

rapport des tensions avant et après l'insertion du dispositif d'antiparasitage mesurées au niveau des sorties

Note 1 à l'article: Lorsqu'elle est mesurée en décibels, la perte d'insertion est 20 fois le logarithme décimal du rapport indiqué.

1.5.16

courant assigné des conducteurs, <condensateur de traversée>

courant maximal admissible traversant les conducteurs du condensateur à la température assignée pendant un fonctionnement continu

1.5.17

fréquence de résonance principale, <condensateur à deux bornes>

plus petite fréquence à laquelle l'impédance du condensateur est minimale lorsqu'une tension sinusoïdale est appliquée

1.5.18

tension de choc

tension transitoire périodique d'une forme d'onde définie comme cela est décrit dans la IEC 60060-1

1.5.19**inflammabilité passive**

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

1.5.20**inflammabilité active**

aptitude d'un condensateur à brûler avec une flamme par suite d'une charge électrique

1.6 Marquage

Voir la IEC 60384-1:2008, 2.4 avec les détails suivants.

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

- a) le nom du fabricant ou la marque de fabrique;
- b) la désignation du modèle par le fabricant ou la désignation du type donnée dans la spécification particulière;
- c) la classe et la sous-classe de condensateur;
- d) la marque d'approbation reconnue;
- e) la ou les capacités nominales et la résistance nominale;
- f) la tension assignée et la nature de l'alimentation (la tension alternative peut être indiquée par le symbole  (IEC 60417-5032:2002) et la tension continue par  (IEC 60417-5031:2002) ou ; c.a. et c.c. peuvent être utilisés respectivement pour la tension alternative et la tension continue;
- g) la méthode de connexion, si nécessaire;
- h) le courant assigné du conducteur (dans le cas d'un condensateur de traversée);
- i) la tolérance sur la capacité assignée si elle est différente de $\pm 20\%$;
- j) la catégorie climatique, suivie d'une lettre indiquant la catégorie d'inflammabilité passive;
- k) la température assignée;
- l) l'année et le mois (ou semaine) de fabrication;
- m) la référence à la spécification particulière.

1.6.1 Marquage des condensateurs

Les éléments a), b) et c), mais aussi d), e) et f) si ces derniers ne sont pas impliqués par b), doivent être clairement marqués sur le condensateur, ainsi que les autres éléments s'ils sont jugés nécessaires par le fabricant. Le marquage doit permettre une identification claire du composant.

NOTE Se reporter à l'Annexe F pour les composants pour montage en surface.

Il est recommandé d'imprimer une marque de précaution sur la carte de circuit imprimé lorsqu'un composant de sécurité est monté. La marque de précaution doit être ISO 7000-0434 (2004-01). La marque est un triangle équilatéral contenant un point d'exclamation.

Cette marque de précaution est présentée dans la IEC 60065:2001, 5.3. Il convient d'éviter les redondances sur le marquage du condensateur.

1.6.2 Marquage de l'emballage

L'emballage contenant le ou les condensateurs doit comporter un marquage clair indiquant toutes les informations énumérées ci-dessus. Des approbations nationales peuvent être indiquées par des lettres pour remplacer les marques d'approbation.

1.6.3 Marquage supplémentaire

Tout autre marquage doit être appliqué de telle sorte qu'il ne porte pas à confusion.

1.7 Classification des condensateurs de classe X et de classe Y

1.7.1 Classification des condensateurs de classe X

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

Tableau 1 – Classification des condensateurs de classe X

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

1.7.2 Classification des condensateurs de classe Y

Les condensateurs de classe Y sont encore divisés en trois sous-classes: Y1, Y2 et Y4, comme indiqué dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Classification des condensateurs de classe Y

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

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. Si 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.

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

Les valeurs données dans les spécifications particulières doivent être choisies de préférence parmi celles présentées ci-dessous.

2.1.1 Catégories climatiques préférentielles

Les condensateurs couverts par la présente spécification sont classés en catégories climatiques selon les règles générales données dans la IEC 60068-1:1988, Annexe A.

Les températures minimale et maximale de catégorie et la durée de chaleur humide, essai continu, doivent être sélectionnées dans la liste ci-dessous:

- température minimale de catégorie: -65 °C, -55 °C, -40 °C, -25 °C et -10 °C;
- température maximale de catégorie: $+85$ °C, $+100$ °C, $+105$ °C, $+125$ °C et $+155$ °C;

– durée de chaleur humide, essai continu: 21 et 56 jours.

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

La IEC 60940 donne des conseils sur l'application des catégories décrites ci-dessus.

2.2 Valeurs assignées préférentielles

2.2.1 Capacité nominale (C_N)

Les valeurs préférentielles de capacité nominale sont:

1, 1,5, 2,2, 3,3, 4,7, 6,8 et leurs multiples décimaux.

Ces valeurs sont conformes à la série E6 de valeurs préférentielles données dans la IEC 60063.

2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

La tolérance maximale pour la capacité nominale est $\pm 20\%$.

2.2.3 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles de tension assignée sont 125 V, 250 V, 275 V, 400 V, 440 V, 500 V, 760 V et 1 000 V.

Il convient de choisir les condensateurs d'antiparasitage de telle sorte que leur tension assignée soit supérieure ou égale à la tension nominale du système d'alimentation auquel ils sont connectés. Il convient que la conception des condensateurs tienne compte de la possibilité que la tension du système puisse augmenter jusqu'à dépasser de 10 % sa tension nominale. Dans une connexion en étoile, il faut calculer la tension maximale sur les condensateurs dans le cas le plus défavorable quand on considère les tolérances sur les capacités nominales des condensateurs utilisés.

2.2.4 Résistance nominale (R_N)

Les valeurs préférentielles de résistance nominale doivent être choisies dans la série E6 de la IEC 60063.

2.2.5 Température assignée

La température assignée des condensateurs de traversée et les unités RC en série ne doit pas être inférieure à $+40\text{ °C}$.

2.2.6 Inflammabilité passive

La catégorie préférentielle d'inflammabilité passive autorisée est la catégorie B (voir 4.17). Si la catégorie C est utilisée, il faut que cela fasse l'objet d'un accord entre le fournisseur du composant et le client. Voir également 4.17 pour des essais alternatifs d'inflammabilité passive.

Dérogation: pour les composants dont le volume est inférieur à 1750 mm^3 , la catégorie C d'inflammabilité passive est autorisée.

Les catégories d'inflammabilité passive supérieures à la catégorie C peuvent nécessiter des additifs ignifuges qui peuvent être considérés comme ayant des incidences sur l'environnement. Il convient que ces catégories soient soumises à négociation entre les

fabricants et les clients pour trouver un compromis entre les exigences environnementales et les exigences de sécurité.

2.3 Exigences sur les manchons, les bandes, les tubes et l'isolation des fils

Les manchons, les bandes, les tubes et l'isolation des fils utilisés dans les composants conformes à la présente Norme doivent être assignés pour la tension impliquée et la température atteinte dans n'importe quelle condition d'utilisation réelle. Ils doivent être ignifuges conformément à la classe VW1.

Si des bornes isolées sont requises, il convient que les couleurs préférentielles soient transparentes ou blanches.

3 Procédures d'évaluation

3.1 Etape initiale de fabrication

Pour les condensateurs enroulés; l'étape initiale de fabrication est l'enroulement de l'élément capacitif. Pour les condensateurs en céramique monocouche, l'étape initiale est la métallisation du diélectrique pour former les électrodes. Pour les condensateurs fixes en céramique multicouches, l'étape initiale est le premier allumage commun de l'ensemble diélectrique-électrode. Pour les autres types de condensateur, l'étape initiale doit être la même que celle donnée dans la spécification intermédiaire pour le diélectrique utilisé.

3.2 Composants de structure similaire

Les condensateurs considérés comme ayant une structure similaire sont des condensateurs produits essentiellement à partir de matériaux et processus similaires, bien que leurs tailles de boîtier et leurs valeurs de capacité puissent être différentes, mais leur classe et leur tension assignée sont les mêmes.

3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés

Les informations exigées dans l'Article Q.9 de la IEC 60384-1:2008 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 capacité, la variation de résistance (pour les unités RC), $\tan \delta$ et la résistance d'isolement.

3.4 Essais d'approbation

3.4.1 Essais d'approbation de sécurité uniquement

Les Tableaux 3 et 6 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 basé sur des tailles d'échantillons fixes comme cela est présenté en 3.4.3 et au Tableau 3 de la présente Norme. Avant d'effectuer les essais d'approbation, il est nécessaire de soumettre à l'organisme de certification une déclaration de conception (voir l'Annexe D) qui enregistre les données essentielles et les détails de conception de base des condensateurs à approuver.

3.4.2 Homologation

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

Les procédures pour les essais d'homologation sont données dans la spécification générique, IEC 60384-1:2008, Article Q.5, dans laquelle Q.5.3a) se rapporte à des inspections lot par lot et périodiques. Les programmes à utiliser pour les essais d'homologation sur la base des inspections lot par lot et périodiques sont présentés en 3.5 et au Tableau 8 de la présente

spécification. Le programme à utiliser pour les essais d'homologation sur la base de tailles d'échantillons fixes conformément à la IEC 60384-1:2008, Q.5.3b) est présenté en 3.4.3 et aux Tableaux 4 et 5 de la présente Norme. Pour les deux procédures, les tailles d'échantillons et le nombre d'éléments non-conformes admissibles doivent être d'ordre comparable. Les conditions d'essai et les exigences doivent être les mêmes. L'homologation selon les tailles d'échantillons fixes des Tableaux 4 et 5 est préférée.

3.4.3 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillon fixe

3.4.3.1 Echantillonnage

Les condensateurs de chaque technologie, tension assignée, classe et sous-classe doivent être homologués séparément. Le nombre total de condensateurs de chaque tension assignée dans chaque groupe est donné dans les Tableaux 3, 4 et 5. Pour les condensateurs à plusieurs sections contenant des éléments de différentes classes et pour des condensateurs de traversée, un nombre supérieur est nécessaire comme cela est indiqué.

L'échantillon doit contenir des nombres égaux de spécimens des valeurs les plus élevées et les plus basses de capacité dans la gamme à homologuer, sauf pour l'essai d'inflammabilité passive de 4.17 et l'essai d'inflammabilité active de 4.18. Pour l'essai d'inflammabilité passive, les règles d'échantillonnage de 4.17, de la note d) du Tableau 3 et de la note h) du Tableau 4 doivent être suivies. Pour l'essai d'inflammabilité active, les règles d'échantillonnage de 4.18 doivent être suivies. Pour les unités RC, l'échantillon ayant les plus grandes valeurs de capacité et l'échantillon ayant les plus petites valeurs de capacité doivent contenir chacun, dans la mesure du possible, un nombre égal de résistances de la plus grande et de la plus petite valeur de résistance dans la gamme à homologuer. Lorsqu'une seule valeur de capacité est impliquée, tous les condensateurs comme indiqué dans les Tableaux 3, 4 et 5 doivent être soumis aux essais.

Les spécimens de rechange sont permis selon les modalités suivantes:

- a) un par valeur de capacité qui peut être utilisé pour remplacer un élément non conforme autorisé dans le Groupe 0;
- b) le reste des spécimens de rechange peut être exigé, s'il est nécessaire, pour répéter n'importe quel essai selon les dispositions de la note a) du Tableau 3 ou du Tableau 4.

Les nombres donnés dans le Groupe 0 supposent que tous les sous-groupes s'appliquent. Si ce n'est pas le cas, les nombres peuvent être réduits en conséquence.

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, 4 et 5 donnent le nombre de spécimens à soumettre à un essai dans chaque groupe ou sous-groupe et le nombre admissible d'éléments non conformes pour chaque cas.

Lorsqu'une gamme de condensateurs en céramique à homologuer est composée de différentes caractéristiques (ou coefficients) de température ou lorsqu'une gamme de condensateurs utilise des matériaux sensiblement différents, les échantillons pour les Groupes 2, 3 et 7 doivent contenir la quantité spécifiée de spécimens pour chaque caractéristique (ou coefficient) de température ou groupe de matériaux diélectriques comme spécifié ci-dessous:

Groupe A: matériaux avec constante diélectrique $\varepsilon_r < 500$

Groupe B: matériaux avec constante diélectrique $500 \leq \varepsilon_r < 5\,000$

Groupe C: matériaux avec constante diélectrique $\varepsilon_r \geq 5\,000$

3.4.3.2 Essais

Une des séries complètes des essais indiqués dans les Tableaux 3, 4 ou 5 est exigée pour l'approbation des condensateurs d'une seule tension assignée couverts par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

La totalité de l'échantillon doit être soumise aux essais du Groupe 0, puis divisée pour les autres groupes.

Un spécimen considéré comme non conforme pendant les essais du Groupe 0 ne doit pas être utilisé pour les autres groupes.

On considère "un élément non conforme" lorsqu'un condensateur ne satisfait pas à la totalité ou à une partie des essais d'un groupe.

L'approbation est accordée lorsque le nombre de non-conformités est zéro.

Des programmes d'essai avec une taille d'échantillon fixe pour des essais de sécurité uniquement sont indiqués dans les Tableaux 3, 5 et 6, et pour l'homologation de la sécurité et des performances dans les Tableaux 4, 5 et 7. Les Tableaux 3, 4 ou 5 incluent les informations détaillées relatives à l'échantillonnage et aux éléments non conformes admissibles pour les différents essais ou groupes d'essais. Le Tableau 6 ou 7 et les informations détaillées sur l'essai contenu dans 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.

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

Tableau 3 – Plan d'échantillonnage – Essais sur les exigences de sécurité uniquement

Groupe	Essai	Paragraphe de la présente Norme	Nombre de spécimens soumis à essai par tension assignée et sous-classe	Nombre permis d'éléments non-conformes par tension assignée et sous-classe Par groupe
0	Examen visuel	4.1	28 + 12 ^b +	0
	Capacité	4.2.2	6 ^c +	
	Résistance	4.2.4	6 à 18 ^d	
	Tension de tenue	4.2.1	+24	
	Résistance d'isolement	4.2.5		
	Composants de rechange		14 + 6 ^c	
1A	Lignes de fuite et distances d'isolement	4.1.1	6	0 ^a
	Robustesse des sorties	4.3		
	Résistance à la chaleur de brasage	4.4		
	Résistance du marquage au solvant	4.20		
2	Chaleur humide, essai continu	4.12	10	0 ^a
3	Tension de choc	4.13	12 ^b 12 ^b 6 ^c	0 ^a
	Endurance	4.14		
	Classe X et unités RC	4.14.3		
	Classe Y et unités RC	4.14.4		
	De traversée ^e	4.14.5		
6	Inflammabilité passive	4.17	6 à 18 ^d	0
7	Inflammabilité active	4.18	24	0
Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont la capacité doit être mesurée en premier lieu.				
^a Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis. ^b Si des condensateurs à plusieurs sections constitués de condensateurs X et de condensateurs Y sont à soumettre aux essais, 12 spécimens doivent être prélevés pour les essais sur les condensateurs X et 12 autres spécimens pour les essais sur les condensateurs Y. ^c Condensateurs supplémentaires si des condensateurs de traversée sont soumis à l'essai. ^d Voir la note h du Tableau 4. ^e L'attention est attirée sur l'option consistant à effectuer un essai combiné en tension et en courant, comme cela est spécifié en 4.14.6.				

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

Groupe	Essai	Paragraphe de la présente Norme	Nombre de spécimens soumis à essai par tension assignée et sous-classe	Nombre permis d'éléments non-conformes par tension assignée et sous-classe
				Par groupe DZ
0	Examen visuel	4.1	50 + 12 ^d +	0 ^a
	Dimensions (calibrage)	4.1	6 ^e +	
	Capacité	4.2.2	6 à 18 ^h	
	Résistance	4.2.4	+24	
	Tangente de l'angle de perte ^g	4.2.3		
	Tension de tenue	4.2.1		
	Résistance d'isolement	4.2.5		
	Composants de rechange		20	
1	1A	Dimensions (détail)	4.1	0 ^a
		Robustesse des sorties	4.3	
		Résistance à la chaleur de brasage	4.4	
		Résistance au solvant des composants	4.19	
	1B	Brasabilité	4.5	0 ^a
		Résistance du marquage au solvant	4.20	
		Variations rapides de température	4.6	
		Vibrations	4.7	
		Secousses ou chocs ^f	4.8 ou 4.9	
	1	Étanchéité des boîtiers ^c	4.10	0
		Séquence climatique	4.11	
2	Chaleur humide, essai continu	4.12	10	0 ^a
3	Tension de choc	4.13	12 ^d 12 ^d 6 ^e	0 ^a
	Endurance	4.14		
	Classe X et unités RC	4.14.3		
	Classe Y et unités RC	4.14.4		
	De traversée ⁱ	4.14.5		
4	Charge et décharge ^b	4.15	6	0 ^a
5	Caractéristiques des fréquences radioélectriques	4.16	4	0 ^a
6	Inflammabilité passive	4.17	6 à 18 ^h	0
7	Inflammabilité active	4.18	24	0

Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont la capacité doit être mesurée en premier lieu.

- ^a Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis.
- ^b Le cas échéant.
- ^c Si exigé dans la spécification particulière.
- ^d Si des condensateurs à plusieurs sections constitués de condensateurs X et de condensateurs Y sont à soumettre aux essais, 12 spécimens doivent être prélevés pour les essais sur les condensateurs X et 12 autres spécimens pour les essais sur les condensateurs Y.
- ^e Condensateurs supplémentaires si des condensateurs de traversée sont soumis à l'essai.
- ^f Ce qui est spécifié dans la spécification particulière.
- ^g Non exigé pour les unités RC, ou pour les condensateurs autres que ceux construits à partir d'un film métallisé ou d'un papier métallisé.
- ^h La plus petite taille, une taille moyenne (dans le cas de plus de quatre tailles de boîtier) et la plus grande des

tailles de boîtier doivent être soumises à l'essai. Pour chaque taille de boîtier, trois spécimens de la capacité maximale et trois spécimens de la capacité minimale doivent être soumis aux essais, soit six spécimens par taille de boîtier.	
ⁱ	L'attention est attirée sur l'option consistant à effectuer un essai combiné en tension et en courant, comme cela est spécifié en 4.14.6.

Tableau 5 – Programme d'essai et plan d'échantillonnage pour les essais lot par lot

Essais de sécurité uniquement			
Groupe	Numéro d'Article et essai suivant l'Article 4 de la présente norme	Niveau d'inspection <i>IL</i>	Critère d'acceptation
A0	4.2.2 Capacité ^a	100 % ^b	
	4.2.4 Résistance ^a		
	4.2.1 Tension de tenue ^d		
A1	4.1 Examen visuel Dimensions ^c	S-4	0
	4.2.5 Résistance d'isolement (Essai A)	I	0
Les essais du Groupe A0 et du Groupe A2 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont il faut mesurer la capacité en premier lieu. Il convient de choisir des tailles d'échantillons correspondant aux niveaux d'inspection dans le Tableau 1 de la IEC 61193-2. ^a Le cas échéant. ^b Peut être effectué comme un essai de fin de ligne. ^c Cet essai peut être remplacé par un essai en production si le fabricant installe un SPC sur les mesures des dimensions ou un autre mécanisme permettant d'éviter que les pièces ne dépassent les limites. ^d L'essai de tension de tenue doit être combiné avec une méthode de surveillance appropriée pour détecter les défauts de la résistance d'isolement.			
Homologation – Niveau d'assurance DZ			
Groupe	Numéro d'Article et essai suivant l'Article 4 de la présente Norme	Niveau d'inspection <i>IL</i>	Critère d'acceptation ^b
A1	4.1 Examen visuel	S-4	0
	4.1 Dimensions (calibrage)		
A2	4.2.2 Capacité	I	0
	4.2.4 Résistance ^a		
	4.2.3 Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés et en céramique uniquement)		
	4.2.1 Tenue en tension (Essai A)		
	4.2.5 Résistance d'isolement (Essai A)		
B1	4.5 Brasabilité ^a	S-3	0
^a Le cas échéant. ^b Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis.			

Tableau 6 – Programme d'essai pour les essais de sécurité uniquement (1 de 2)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 0	Non destructif	Voir Tableau 3	
4.1 Examen visuel			Aucun dommage visible Marquage visible
4.2.2 Capacité			Selon les tolérances spécifiées
4.2.4 Résistance (le cas échéant)			Selon les tolérances spécifiées
4.2.1 Tension de tenue	Méthode: ..		Ni claquage ni amorçage permanent
4.2.5 Résistance d'isolement	Méthode: ...		Comme dans le Tableau 11
Groupe 1A	Destructif	Voir Tableau 3	
4.1.1 Lignes de fuite et distances d'isolement			Comme en 4.1.1.
4.3 Robustesse des sorties	Sévérité: se reporter à la spécification particulière		Aucun dommage visible
4.4 Résistance à la chaleur de brasage (le cas échéant)	Pas de préséchage La méthode 1 est indiquée dans la spécification particulière		
4.20 Résistance du marquage au solvant	Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 1 Matériau de polissage: coton hydrophile Reprise: ...		Marquage lisible
4.4.2 Mesures finales	Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant)		Aucun dommage visible Voir Tableau 13 Voir Tableau 13
Groupe 2	Destructif	Voir Tableau 3	
4.12 Chaleur humide, essai continu			
4.12.1 Mesures initiales	Groupe 0 mesures à utiliser		
4.12.2 Conditions d'essai	Condensateurs en céramique: la moitié de l'échantillon avec U_R appliquée; l'autre moitié sans tension appliquée Autres condensateurs: aucune tension appliquée		
4.12.3 Inspection et mesures finales	Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant) Tension de tenue Résistance d'isolement		Aucun dommage visible Marquage visible Voir Tableau 15 Voir Tableau 15 Voir Tableau 15 Voir Tableau 15

Tableau 6 (2 de 2)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 3 4.13.1 Mesures initiales 4.13 Tension de choc 4.14 Endurance 4.14.7 Mesures finales	Destructif Groupe 0 mesures à utiliser 3 impulsions, onde complète Tension de crête: voir Tableau 1 et Tableau 2 Durée: 1 000 h Tension, courant et température: voir 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 et 4.14.6 Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant) Tension de tenue Résistance d'isolement	Voir Tableau 3	Voir 4.13.2 et 4.13.3 Aucun dommage visible Marquage visible Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16
Groupe 6 4.17 Inflammabilité passive	Destructif	Voir Tableau 3	Voir 4.17.1.
Groupe 7 4.18 Inflammabilité active	Destructif	Voir Tableau 3	Voir 4.18.4.
Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont la capacité doit être mesurée en premier lieu.			
^a Les numéros des paragraphes des exigences et des conditions d'essai font référence à l'Article 4. ^b <i>n</i> = nombre de spécimens, <i>c</i> = nombre d'éléments non conformes admissibles. ^c Lorsque, pour un condensateur en céramique, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement conformément à l'Annexe G selon les conseils du fabricant.			

**Tableau 7 – Programme d'essai pour l'homologation des essais de sécurité
et de performances – Niveau d'assurance DZ (1 de 4)**

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 0	Non destructif	Voir Tableau 4	
4.1 Examen visuel			Aucun dommage visible Marquage lisible et comme spécifié dans la spécification particulière
4.1 Dimensions (calibrage)			Se reporter à la spécification particulière
4.2.2 Capacité			Selon les tolérances spécifiées
4.2.4 Résistance (le cas échéant)			Selon les tolérances spécifiées
4.2.3 Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés et en céramique uniquement)	Fréquence: ...		Se reporter à la spécification particulière
4.2.1 Tension de tenue	Méthode: ...		Ni claquage ni amorçage permanent
4.2.5 Résistance d'isolement	Méthode: ...		Voir Tableau 12
Groupe 1A	Destructif	Voir Tableau 4	
4.1 Dimensions (détail)			Se reporter à la spécification particulière et au Tableau 9
4.3 Robustesse des sorties	Sévérité: se reporter à la spécification particulière		Aucun dommage visible
4.4 Résistance à la chaleur de brasage (le cas échéant)	Pas de préséchage La méthode 1 est indiquée dans la spécification particulière		
4.19 Résistance au solvant des composants (le cas échéant)	Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 2		Se reporter à la spécification particulière
4.4.2 Mesures finales	Reprise: ... Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant)		Aucun dommage visible Voir Tableau 13 Voir Tableau 13

Tableau 7 (2 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 1B	Destructif	Voir Tableau 4	
4.5 Brasabilité (le cas échéant)	Sans vieillissement La méthode est indiquée dans la spécification particulière		Qualité de l'étamage, mise en évidence par l'écoulement libre de la brasure avec un mouillage correct des sorties ou bien la soudure doit s'écouler en 3 s, selon le cas
4.20 Résistance du marquage au solvant	Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 1 Matériau de polissage: coton hydrophile Reprise: ...		Marquage lisible
4.6 Variations rapides de température	T_A = Température minimale de catégorie T_B = Température maximale de catégorie Cinq cycles Durée t_1 = 30 min		
4.6.1 Mesures finales	Examen visuel		Aucun dommage visible
4.7 Vibration	Pour la méthode de montage et la sévérité: se reporter à la spécification particulière		
4.7.2 Inspection finale	Examen visuel		Aucun dommage visible
4.8 Vibration ou 4.9 Choc	Pour la méthode de montage et la sévérité: se reporter à la spécification particulière		
4.8.2 Mesures finales ou 4.9.2	Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant)		Aucun dommage visible Se reporter à 4.8.2 ou 4.9.2 de cette spécification. Voir Tableau 14

Tableau 7 (3 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	n et c ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 1	Destructif	Voir Tableau 4	
4.10 Etanchéité des boîtiers (le cas échéant)	Essai Qc ou essai Qd de la IEC 60068-2-17 comme spécifié dans la spécification particulière		Pas de trace de fuite
4.11 Séquence climatique	Mesures faites en 4.4.2, 4.8.2 ou 4.9.2 selon le cas		
4.11.1 Mesures initiales	Température: température maximale de catégorie		
4.11.2 Chaleur sèche	Durée: 16 h		
4.11.3 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle			
4.11.4 Froid	Température: température minimale de catégorie		
	Durée: 2 h		
4.11.5 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants			
4.11.6 Mesures finales	Examen visuel		Aucun dommage visible Marquage visible
	Capacité		Voir Tableau 14
	Résistance (le cas échéant)		Voir Tableau 14
	Tan δ (le cas échéant)		Voir Tableau 14
	Tension de tenue		Voir Tableau 14
	Résistance d'isolement		Voir Tableau 14
Groupe 2	Destructif	Voir Tableau 4	
4.12 Chaleur humide, essai continu			
4.12.1 Mesures initiales	Groupe 0 mesures à utiliser		
4.12.2 Conditions d'essai	Condensateurs en céramique: la moitié de l'échantillon avec U_R appliquée; l'autre moitié sans tension appliquée. Autres condensateurs: aucune tension appliquée		
4.12.3 Mesures finales	Examen visuel		Aucun dommage visible Marquage visible
	Capacité		Voir Tableau 15
	Résistance (le cas échéant)		Voir Tableau 15
	Tan δ (le cas échéant)		Voir Tableau 15
	Tension de tenue		Voir Tableau 15
	Résistance d'isolement		Voir Tableau 15

Tableau 7 (4 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	Conditions d'essai ^a	<i>n</i> et <i>c</i> ^b	Exigences de performances ^a
Groupe 3 4.13.1 Mesures initiales 4.13 Tension de choc 4.14 Endurance 4.14.7 Mesures finales	Destructif Groupe 0 mesures à utiliser Nombre de chocs: 24 max. Tension de crête: ... V, voir Tableaux 1 et 2 Durée: 1 000 h Tension, courant et température: voir 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 et 4.14.6 Examen visuel Capacité Résistance (le cas échéant) Tan δ (le cas échéant) Tension de tenue Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Voir 4.13.2 et 4.13.3 Aucun dommage visible Marquage visible Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16 Voir Tableau 16
Groupe 4 4.15 Charge et décharge 4.15.1 Mesures initiales 4.15.3 Mesures finales	Destructif Uniquement pour les condensateurs métallisés, les condensateurs en céramique et les unités RC utilisant de tels condensateurs. Les mesures du Groupe 0 peuvent être utilisées, si les conditions de mesure sont les mêmes que celles exigées pour cet essai; de plus, sauf dans le cas des unités RC, tan δ doit être mesurée à: 10 kHz pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 1 kHz pour $C_N > 1 \mu\text{F}$ Capacité Tan δ à la même fréquence que la mesure initiale (sauf pour les unités RC) Résistance (le cas échéant) Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Voir Tableau 17 Voir Tableau 17 Voir Tableau 17 Voir Tableau 17
Groupe 5 4.16 Caractéristiques des fréquences radioélectriques	Non-destructif Si la spécification particulière l'exige; voir la spécification particulière pour la méthode de mesure	Voir Tableau 4	Se reporter à la spécification particulière
Groupe 6 4.17 Inflammabilité passive	Destructif	Voir Tableau 4	Voir 4.17.1.
Groupe 7 4.18 Inflammabilité active	Destructif	Voir Tableau 4	Voir 4.18.4.
Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont la capacité doit être mesurée en premier lieu.			
^a Les numéros des paragraphes des exigences et des conditions d'essai font référence à l'Article 4. ^b <i>n</i> = nombre de spécimens, <i>c</i> = nombre d'éléments non conformes admissibles. ^c Lorsque, pour un condensateur en céramique, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement conformément à l'Annexe G selon les conseils du fabricant.			

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

Avant la soumission au contrôle de conformité de la qualité, un essai approprié de la tension de tenue à 100 % entre les bornes conformément au Tableau 10 doit être réalisé.

Les détails de cet essai doivent être la prérogative du fabricant, mais le temps ne doit pas être inférieur à 1 s.

Si l'essai est effectué dans une période de temps comprise entre 1 s et 2 s, la tension du Tableau 10 doit être augmentée jusqu'à des valeurs au-dessus de la courbe B de la Figure 6.

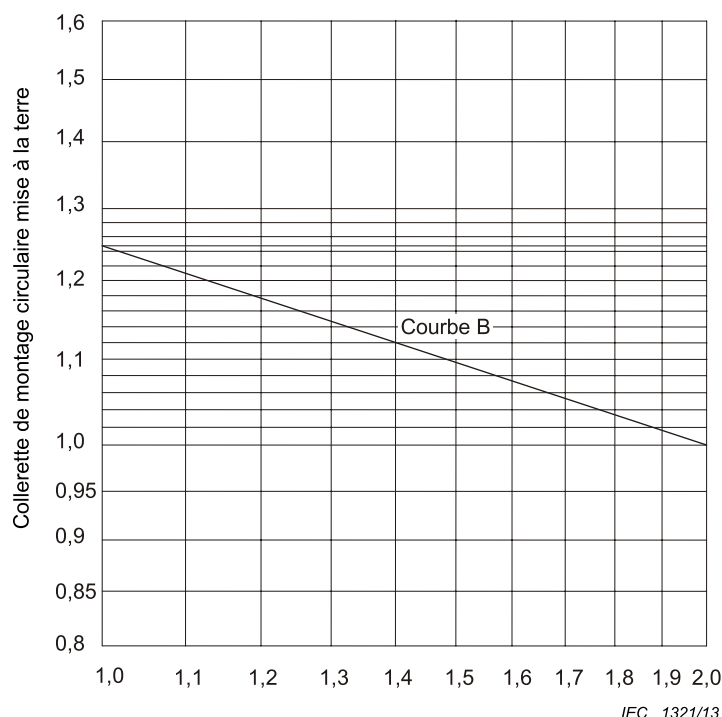


Figure 6 – Durée d'essai(s)

Si une tension continue d'essai est utilisée au lieu d'une tension alternative pour des condensateurs Y, elle ne doit pas être inférieure à 1,5 fois la tension alternative d'essai du Tableau 10 et être augmentée jusqu'à des valeurs au-dessus de la courbe B de la Figure 6.

Tous les éléments non conformes doivent être retirés du lot avant les essais lot par lot.

3.5.1 Formation des lots d'inspection

3.5.1.1 Inspection des Groupes A et B

Ces essais doivent être effectués lot par lot conformément au Tableau 8.

Un fabricant peut répartir la production actuelle en lots d'inspection soumis aux moyens de protection suivants:

- a) le lot d'inspection doit être constitué de condensateurs de structure similaire (voir 3.2);
- b) l'échantillon soumis à essai doit être représentatif des valeurs et des dimensions présentes dans le lot l'inspection:
 - 1) par rapport à leur nombre;

- 2) avec un minimum de cinq pour chaque valeurs;
- c) si l'échantillon contient moins de cinq pour chaque valeurs, le prélèvement des échantillons doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'organisme de certification.

Pour des essais du Groupe A, le lot d'inspection doit être constitué de composants de même tension assignée, de même classe et de même sous-classe et il doit être prélevé dans un lot de production continu.

Aucun élément non conforme n'est autorisé pour des condensateurs de classe Y dans l'essai de tension de tenue.

Pour des essais du Groupe B, le lot d'inspection doit être constitué de composants produits par des processus et des matériaux similaires, en fonction de l'essai concerné.

3.5.1.2 Inspection du Groupe C

3.5.1.2.1 Essais d'approbation de sécurité uniquement

Des essais de requalification conformément au Tableau 6 peuvent être exigés par l'organisme de certification en cas de modification de la conception déclarée comme cela est indiqué à l'Annexe D.

L'organisme de certification doit être informé des intentions de modification et décider si des essais de requalification sont à effectuer.

3.5.1.2.2 Homologation

Ces essais doivent être effectués périodiquement.

Les échantillons à soumettre à l'essai périodique dans le Tableau 8 doivent être représentatifs de la production en cours des périodes spécifiées et doivent être de même tension assignée, de même classe et de même sous-classe. Pour les périodes suivantes, les essais doivent porter sur d'autres tailles de boîtier en production pour couvrir toute la gamme d'approbation.

Aucun élément non conforme n'est autorisé pour des condensateurs de classe Y dans l'essai de tension de tenue.

3.5.2 Programme d'essai

3.5.2.1 Programme d'essai pour les essais d'approbation de sécurité uniquement

Le programme pour les essais lot par lot ou les critères de requalification est présenté dans le Tableau 5 et à l'Annexe D de la présente spécification.

3.5.2.2 Programme d'essai pour l'homologation

Le programme pour les essais lot par lot et pour les essais périodiques pour le contrôle de conformité de la qualité est présenté au Tableau 4 de l'Article 2 de la spécification particulière cadre, par exemple, la IEC 60384-14-3.

3.5.3 Livraison différée

En cas de livraison différée, une nouvelle inspection doit être effectuée à des intervalles ne dépassant pas trois ans. Si, conformément aux procédures de l'Article Q.10 de la IEC 60384-1:2008, une autre inspection est à effectuer, la tension de tenue pour la tension d'essai appropriée, la capacité, la résistance (le cas échéant) et la résistance d'isolement doivent être contrôlées comme cela est spécifié dans l'inspection du Groupe A et la brasabilité doit être contrôlée conformément à l'inspection du Groupe B.

3.5.4 Niveau d'assurance

Le niveau d'assurance DZ est utilisé. Voir Tableau 8.

Tableau 8 – Niveau d'assurance

	DZ		
Sous-groupe d'inspection ^b	IL	Critère d'acceptation	
A1	S-4	0	
A2	I	0	
B1	S-3	0	
Sous-groupe d'inspection ^b	DZ		
	p	n	c ^a
C1A	6	6	0
C1B ^c	6	12	0
C1	6	18	0
C2	6	10	0
C3	3	12	}
Classe X		12	
Classe Y		12	
Condensateur de traversée]		6	
C4	6	6	0
C5	12	4	0
C6	12	6 à 18	0
C7	12	24	0

Il convient de choisir des tailles d'échantillons correspondant aux niveaux d'inspection dans le Tableau 1 de la IEC 61193-2.

IL est le niveau d'inspection

p est la périodicité en mois

n est la taille d'échantillon

c est le nombre admissible d'éléments non conformes

^a Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis.

^b Le contenu des sous-groupes d'inspection est décrit dans l'Article 2 de la spécification particulière cadre applicable.

^c Il est exigé que les essais de vibrations, de secousses et de chocs dans ce sous-groupe soient effectués tous les 12 mois seulement.

4 Procédures d'essai et de mesure

Cet article complète les informations de la IEC 60384-1:2008, Article 4.

Des essais en tension alternative réalisés à une fréquence comprise entre 50 Hz et 100 Hz sont considérés valides pour n'importe quelle fréquence nominale comprise entre 50 Hz et 100 Hz. En cas de doute, 50 Hz doit être la fréquence de référence pour les mesures.

4.1 Examen visuel et contrôle des dimensions

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.4, avec les détails supplémentaires suivants.

4.1.1 Lignes de fuite et distances d'isolement

Les lignes de fuite et les distances d'isolement sur l'extérieur du condensateur 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 9.

Le Tableau 9 est basé sur la IEC 60664-1, mais les normes sur la sécurité des équipements IEC 60335-1, IEC 60065 et IEC 60950-1 ont également été prises en considération. Il est possible d'obtenir davantage d'informations dans la IEC 60664-1.

Le Tableau 9 est généré en utilisant les conditions environnementales suivantes comme directive principale:

Degré de pollution 2, altitude $\leq 2\,000$ m et indice de résistance au cheminement (IRC) des matériaux ≥ 100 .

Les lignes de fuite inférieures à celles du Tableau 9 peuvent être utilisées, si les règles données dans la IEC 60664-1 pour l'IRC des matériaux des composants l'autorisent. Une ligne de fuite doit toujours être supérieure ou égale à la distance d'isolement dans ce tableau. Les normes sur les équipements peuvent exiger des distances supérieures à celles données ici.

La conformité doit être contrôlée par des mesures conformément aux règles établies dans la IEC 60664-1 pour les mesures sur l'extérieur du condensateur. D'autres exigences peuvent être nécessaires, par exemple pour des condensateurs destinés à être utilisés dans d'autres environnements que le degré 2 de pollution (par exemple des condensateurs protégés contre les projections et protégés contre les gouttes) ou pour des condensateurs utilisés à des altitudes supérieures à 2 000 m. Des conseils sont donnés dans la IEC 60664-1.

Tableau 9 – Lignes de fuite et distances d'isolement

Points de mesure	Tension assignée (valeur efficace)									
	$U_R \leq 130\text{ V}$		$130\text{ V} < U_R \leq 250\text{ V}$		$250\text{ V} < U_R \leq 500\text{ V}$		$500\text{ V} < U_R \leq 760\text{ V}$		$760\text{ V} < U_R \leq 1\,000\text{ V}$	
	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	Ligne de fuite mm	Distance d'isolement mm
Entre des parties sous tension de polarité différente (isolation fonctionnelle) ^a	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5	8,0	5,5
Entre des parties sous tension et d'autres parties métalliques sur une isolation principale ^b	2,0	1,5	4,0	3,0	5,0	4,0	6,3	5,5	8,0	7,5
Entre des parties sous tension et d'autres parties métalliques sur une isolation renforcée ^c	8,0	8,0	8,0	8,0	10,0	8,0	12,6	11,0	16,0	11,0
NOTE Les valeurs d'isolation renforcée pour des tensions supérieures à 500 V sont données à titre d'information uniquement. Dans la présente Norme, les condensateurs Y1 sont limités à 500 V.										
^a Ces limites doivent être utilisées pour les mesures entre les bornes d'un condensateur X.										
^b Ces limites doivent être utilisées pour les mesures entre chaque borne et le boîtier métallique d'un condensateur X et pour les mesures entre les bornes ou entre chaque borne et le boîtier métallique d'un condensateur Y2 ou Y4.										
^c Ces limites doivent être utilisées pour les mesures entre les bornes d'un condensateur Y1 (jusqu'à 500 V).										

4.2 Essais électriques

4.2.1 Tension de tenue

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.6, avec les détails suivants.

4.2.1.1 Circuit d'essai pour les essais en courant continu

Omettre le condensateur C_1 si le condensateur en essai, ou une section de celui-ci, est un film métallisé ou un condensateur en papier métallisé.

Le produit de R_1 et $(C_1 + C_X)$ doit être inférieur ou égal à 1 s et supérieur à 0,01 s.

R_1 inclut la résistance interne de l'alimentation.

R_2 doit limiter le courant de décharge à une valeur inférieure ou égale à 0,05 A.

4.2.1.2 Circuit et méthode d'essai pour les essais en courant alternatif

Lorsqu'une tension à 50/60 Hz est appliquée pour les essais périodiques et d'homologation, la tension doit être délivrée par un transformateur alimenté par un autotransformateur variable, et la tension doit être augmentée de près de zéro à la tension d'essai selon une pente ne dépassant pas 150 V/s. Le temps d'essai doit être compté à partir de l'instant où la tension d'essai est atteinte. A la fin du temps d'essai, la tension d'essai doit être réduite à près de zéro et le condensateur être déchargé à travers une résistance appropriée.

Pour des essais lot par lot et à 100 %, la tension doit être appliquée directement à la tension d'essai totale, mais il convient d'éviter les crêtes de surtension.

4.2.1.3 Tension appliquée

Les tensions du Tableau 10 doivent être appliquées entre les points de mesure respectifs montrés au Tableau 3 de la IEC 60384-1:2008 pendant une période de 1 min pour l'homologation et les essais périodiques et pendant une période inférieure à 1 s pour les essais lot par lot de conformité de la qualité, avec les détails suivants:

- a) l'essai selon 2c du Tableau 3 de la IEC 60384-1:2008 ne doit pas être effectué;
- b) pour les unités encapsulées avec un boîtier non métallique, un essai de tension de tenue tel que l'essai C doit être effectué uniquement pour les essais d'homologation et les essais périodiques;
- c) la méthode consistant à appliquer la tension d'essai pour l'essai C doit être indiquée dans la spécification particulière. Pour les essais de qualification, la méthode de la feuille métallique donnée en 4.6.2.3.2 de la IEC 60384-1:2008 doit être utilisée, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

NOTE Cet essai s'applique seulement aux condensateurs isolés en boîtier non métallique ou en boîtier métallique isolé. Voir la IEC 60384-1:2008, 4.6.2.3.

- d) pour les essais au cours d'une période de temps comprise entre 1 s et 2 s, la tension du Tableau 10 doit être augmentée comme indiqué à la Figure 6.

On attire l'attention sur le fait que la répétition de l'essai de tension de tenue par l'utilisateur peut endommager le condensateur. Si l'utilisateur répète l'essai de tension de tenue, il convient que la tension appliquée ne dépasse pas 66 % de la tension d'essai spécifiée dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Tension de tenue

Classe	Gamme de tensions assignées	Essai A	Essai B ou Essai C
X1 X2	$\leq 1\,000\text{ V}$	$4,3\ U_R\text{ (c.c.)}^c$	$2\ U_R + 1\,500\text{ V (c.a.)}$ avec un minimum de $2\,000\text{ V (c.a.)}^a$
Y1	$\leq 500\text{ V}$	$4\,000\text{ V (c.a.)}$	$4\,000\text{ V (c.a.)}$
Y2	$\geq 150\text{ V}$ $\leq 500\text{ V}$	$U_R + 1\,200\text{ V (c.a.)}$ avec un minimum de $1\,500\text{ V (c.a.)}^b$	$2\ U_R + 1\,500\text{ V (c.a.)}$ avec un minimum de $2\,000\text{ V (c.a.)}^b$
Y4	$< 150\text{ V}$	900 V (c.a.)^b	900 V (c.a.)^b
^a Pour les condensateurs connectés en étoile ou en T conformément aux Figures 5b et 5c, la tension d'essai entre bornes et boîtier doit être la tension d'essai appropriée pour les condensateurs Y. ^b Pour les essais lot par lot des condensateurs des classes Y2 et Y4, la tension alternative d'essai peut être remplacée par une tension continue de 1,5 fois la tension alternative spécifiée. ^c Dans cet essai en tension continue U_R est la valeur de la tension assignée en courant alternatif			

4.2.1.4 Exigences

Aucun claquage ni contournement électrique permanent ne doit être constaté pendant la période d'essai.

NOTE La présence de claquages auto-cicatrisants pendant l'application des tensions d'essai sur les condensateurs à films métalliques est autorisée.

4.2.2 Capacité

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.7, avec les détails suivants.

4.2.2.1 Conditions de mesure

La capacité mesurée doit être la capacité série équivalente.

La fréquence de mesure doit être de 1 kHz, mais, pour les condensateurs en céramique avec $C_N < 100\text{ pF}$ (classe 2) et $C_N \leq 1\,000\text{ pF}$ (classe 1) uniquement, la fréquence de mesure doit être de 1 MHz.

La température de mesure doit être conforme à 4.2.1 de la IEC 60384-1:2008.

La tension de mesure ne doit pas dépasser la tension assignée. Pour les condensateurs en céramique, la tension de mesure doit être de $1,0\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$.

Puisque la capacité nominale des condensateurs en céramique, telle que mesurée ci-dessus, est la capacité pour signaux faibles, le fabricant doit fournir les informations suivantes pour les condensateurs en céramique:

- le courant maximal 50/60 Hz attendu traversant le condensateur à la tension assignée en tenant compte de la tolérance de la capacité et de la caractéristique (ou du coefficient) de température de la capacité;
- la capacité minimale attendue en tenant compte de la tolérance de la capacité et de la caractéristique (ou du coefficient) de température de la capacité.

4.2.2.2 Exigences

La capacité doit se situer dans la tolérance spécifiée.

4.2.3 Tangente de l'angle de perte

Cet essai est normalement exigé pour les condensateurs métallisés et en céramique uniquement.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.8, avec les détails suivants:

La fréquence de mesure doit être de 10 kHz pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ et de 1 kHz pour $C_N > 1 \mu\text{F}$. Pour les condensateurs en céramique, la fréquence de mesure doit être de 1 kHz, mais pour les condensateurs avec $C_N < 100 \text{ pF}$ (classe 2) et $C_N \leq 1\,000 \text{ pF}$ (classe 1), la fréquence de mesure doit être de 1 MHz.

4.2.4 Résistance (résistance série équivalente (RSE)) (pour des unités RC seulement)

La RSE doit être mesurée dans un circuit équivalent série à la fréquence suivante:

100 kHz pour $R_N \times C_N < 50 \mu\text{s}$;

1 kHz pour $R_N \times C_N \geq 50 \mu\text{s}$.

où

R_N est la résistance nominale en ohms, et

C_N est la capacité nominale en farads.

4.2.5 Résistance d'isolement

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.5, avec les détails suivants.

Dans les essais de conformité de la qualité lot par lot, la mesure peut être interrompue lorsque la valeur de la résistance d'isolement dépasse les limites du Tableau 11 ou 12. Elle peut se produire avant 60 s.

4.2.5.1 Correction de la température

Lorsque cela est spécifié dans la spécification particulière, la température à laquelle la mesure est réalisée doit être notée. Si cette température diffère de 20 °C, une correction doit être apportée à la valeur mesurée en multipliant cette valeur par le facteur de correction approprié spécifié dans la spécification intermédiaire pour le diélectrique concerné, ou elle est donnée dans la spécification particulière.

4.2.5.2 Exigences

La résistance d'isolement doit dépasser les valeurs du Tableau 11 ou 12 selon le cas.

Tableau 11 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité uniquement

Essai A		Essai B ou essai C
Quand $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N en s	Quand $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R en $M\Omega$	R en $M\Omega$
2 000 ^a	6 000	6 000
^a Pour les condensateurs avec diélectrique en papier imbibé d'ester, les valeurs du tableau doivent être remplacées respectivement par les valeurs 500, 1 500 et 2 000.		

Tableau 12 – Résistance d'isolement – Essais de sécurité et de performances

Diélectrique	Essai A		Essai B ou essai C
	Quand $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ RC_N en s	Quand $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ R en $\text{M}\Omega$	R en $\text{M}\Omega$
Papier ^{a, b}	2 000	6 000	6 000
Plastique	5 000	15 000	30 000
Céramique	–	6 000	3 000
REMARQUES - Dans les tableaux 11 et 12, C_N est la capacité nominale et R est la résistance d'isolement mesurée. - Des limites plus sévères et liées au diélectrique peuvent être données dans la spécification particulière pour les essais de performances seulement, si possible en se référant à la publication IEC appropriée. - Pour des condensateurs ayant une borne connectée au boîtier, il convient d'utiliser les limites de la résistance d'isolement pour l'essai A. - Pour des condensateurs avec une résistance de décharge, il convient d'effectuer la mesure avec la résistance de décharge débranchée. Si la résistance ne peut pas être débranchée sans détruire le condensateur, il convient d'omettre l'essai dans le Groupe A; et, pour les essais périodiques et d'homologation, il convient de réaliser l'essai sur la moitié des spécimens dans l'échantillon; il convient que l'échantillon soit constitué de condensateurs réalisés spécialement sans résistance de décharge.			
^a Egaleme nt pour diélectriques en plastique et papier mélangés. ^b Pour les condensateurs avec diélectrique en papier imbibé d'ester, les valeurs du tableau doivent être remplacées respectivement par les valeurs 500, 1 500 et 2 000.			

4.3 Robustesse des sorties

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.13, avec les détails suivants.

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

L'essai pour des contacts à enclenchement doit être spécifié dans la spécification particulière; les méthodes d'essai et la sévérité doivent être conformes aux parties applicables de la IEC 61210.

4.4 Résistance à la chaleur de brasage

Cet essai ne s'applique pas aux condensateurs avec des conducteurs isolés de longueur supérieure à 10 mm, ou aux condensateurs avec des bornes non destinées à être brasées (par exemple des bornes à vis et des bornes rapides).

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.14, avec les détails suivants.

4.4.1 Conditions d'essai

Il ne doit pas y avoir de préséchage.

4.4.2 Exigences, mesures et inspection finales

Les mesures finales après cet essai sont les mesures intermédiaires après les essais du Sous-groupe 1A et avant le reste des essais du Groupe 1. Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 13.

Tableau 13 – Résistance à la chaleur de brasage – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Examen visuel	4.1	Aucun dommage visible
Capacité	4.2.2	La différence entre la capacité mesurée finalement et dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou du Tableau 4 ne doit pas dépasser 5 %
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$ \Delta R/R \leq 5 \%$
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 10 %.		

4.5 Brasabilité

Cet essai ne s'applique pas aux condensateurs avec des bornes non destinées au brasage (telles que les bornes à vis et les contacts à enclenchement).

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.15, avec les détails suivants.

4.5.1 Conditions d'essai

Pas de vieillissement exigé.

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

4.5.2 Exigences

Voir Tableau 7.

4.6 Variations rapides de température

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.16, avec les détails suivants.

Nombre de cycles: 5.

Durée d'exposition aux limites de température: 30 min.

4.6.1 Inspection finale

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

4.7 Vibrations

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.17, avec les détails suivants.

4.7.1 Conditions d'essai

Le degré de sévérité suivant de l'essai Fc s'applique: un déplacement de 0,75 mm ou une valeur de 100 m/s^2 , selon l'amplitude la plus faible des deux, sur une des plages de fréquences suivantes: 10 Hz à 55 Hz, 10 Hz à 500 Hz, 10 Hz à 2 000 Hz. La durée totale doit être de 6 h.

La spécification particulière doit spécifier la gamme de fréquences et doit également spécifier la méthode de montage à utiliser. Pour les condensateurs à sorties axiales destinés à être montés par leurs connecteurs de sortie, la distance entre le corps et le point de montage doit être $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

4.7.2 Inspection finale

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

4.8 Secousses

La spécification particulière doit indiquer si l'essai de chocs ou de secousses s'applique.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.18, avec les détails suivants.

4.8.1 Conditions d'essai

Les sévérités suivantes sont les sévérités préférentielles.

Nombre total de secousses: 1 000 ou 4 000

Accélération: 400 m/s^2

Durée des impulsions: 6 ms

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

4.8.2 Exigences, mesures et inspection finales

Les mesures finales après cet essai sont les mesures intermédiaires après les essais du Sous-groupe 1B et avant le reste des essais du Groupe 1.

Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- Aucun dommage visible ne doit être constaté.
- La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée dans le Groupe 0 du Tableau 4 ne doit pas dépasser 5 % sauf pour les condensateurs en céramique pour lesquels elle ne doit pas dépasser 10 %.
- La valeur de $\tan \delta$ ne doit pas dépasser la limite spécifiée par la spécification particulière.
- La variation de résistance (le cas échéant) ne doit pas dépasser la limite du Tableau 14.

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales pour référence doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.9 Chocs

La spécification particulière doit indiquer si l'essai de chocs ou de secousses s'applique.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.19, avec les détails suivants.

4.9.1 Conditions d'essai

Les sévérités préférentielles sont les suivantes.

Forme des impulsions: demi-sinusoïdale

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

La méthode de montage, la sévérité et le nombre de chocs le long de chaque axe doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

4.9.2 Exigences, mesures et inspection finales

Les mesures finales après cet essai sont les mesures intermédiaires après les essais du Sous-groupe 1B et avant le reste des essais du Groupe 1.

Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences suivantes.

- Aucun dommage visible ne doit être constaté.
- La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée dans le Groupe 0 du Tableau 4 ne doit pas dépasser 5 % sauf pour les condensateurs en céramique pour lesquels elle ne doit pas dépasser 10 %.
- La valeur de $\tan \delta$ ne doit pas dépasser la limite spécifiée par la spécification particulière.
- La variation de résistance (le cas échéant) ne doit pas dépasser la limite spécifiée dans le Tableau 14.

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales pour référence doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.10 Etanchéité des boîtiers

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

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.20, avec les détails suivants.

4.10.1 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Qc ou à l'essai Qd de la IEC 60068-2-17, selon le cas. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la méthode 1 doit être utilisée lorsque l'essai Qc est utilisé.

4.10.2 Exigences

Pendant ou après l'essai, selon le cas, on ne doit pas constater de fuite.

4.11 Séquence climatique

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.2.1, avec les détails suivants:

4.11.1 Mesures initiales

Les mesures initiales pour la séquence climatique sont les mesures faites en 4.4.2, 4.8.2 ou 4.9.2, selon le cas.

4.11.2 Chaleur sèche

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.2, avec les détails suivants:

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

4.11.3 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.3.

4.11.4 Froid

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.4, avec les détails suivants:

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

4.11.5 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.6.

4.11.6 Exigences, mesures et inspection finales

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.21.7, avec les détails suivants:

La reprise doit durer $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ dans les conditions atmosphériques standards de l'essai.

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 14.

Tableau 14 – Séquence climatique – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Examen visuel	4.1	Aucun dommage visible Le marquage doit être lisible
Capacité	4.2.2	La valeur finale de la capacité ne doit pas s'écarter de plus de 5 % ^a de la valeur mesurée en 4.4.2, 4.8.2 ou 4.9.2 selon le cas.
Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés uniquement)	4.2.3	L'augmentation de $\tan \delta$ au-delà de la valeur mesurée dans le Groupe 0 ne doit pas dépasser 0,008 pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 pour $C_N > 1 \mu\text{F}$
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$\left \frac{\Delta R}{R} \right \leq 5 \%$
Tension de tenue	4.2.1	Tension d'essai comme dans le Tableau 10 Pas de claquage, ni de contournement électrique permanent
Résistance d'isolement	4.2.5	Supérieure à 50 % des limites applicables du Tableau 11 ou 12
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 10 %.		

4.12 Chaleur humide, essai continu

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

Les exigences applicables aux condensateurs utilisés dans des applications à forte humidité sont données à l'Annexe I.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.22, avec les détails suivants:

4.12.1 Mesures initiales

Des mesures initiales ont été réalisées dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou 4.

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.12.2 Conditions d'essai

Température: $40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$

Humidité relative: $(93 \pm 3) \%$

Durée: 21 ou 56 jours

Quand l'essai est réalisé sur des condensateurs en céramique, la tension assignée doit être appliquée à la moitié de l'échantillon et aucune tension ne doit être appliquée à l'autre moitié.

Pour tous les autres condensateurs, aucune tension ne doit être appliquée pendant l'essai.

4.12.3 Exigences, mesures et inspection finales

La reprise doit durer 1 h à 2 h dans les conditions atmosphériques standards de l'essai.

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 15.

Tableau 15 – Chaleur humide, essai continu – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Examen visuel	4.1	Aucun dommage visible Le marquage doit être lisible
Capacité	4.2.2	La valeur finale de la capacité ne doit pas s'écarter de plus de 5 % ^a de la valeur mesurée dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou 4, selon le cas.
Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés uniquement)	4.2.3	L'augmentation de $\tan \delta$ au-delà de la valeur mesurée dans le Groupe 0 ne doit pas dépasser 0,008 pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 pour $C_N > 1 \mu\text{F}$
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$\left \frac{\Delta R}{R} \right \leq 5 \%$
Tension de tenue	4.2.1	Tension d'essai comme dans le Tableau 10 Pas de claquage, ni de contournement électrique permanent
Résistance d'isolement	4.2.5	Supérieure à 50 % des limites applicables du Tableau 11 ou 12
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 15 %.		

4.13 Tension de choc

Cet essai est à réaliser comme une séquence avec l'essai d'endurance décrit en 4.14.

4.13.1 Mesures initiales

Des mesures initiales ont été réalisées dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou 4.

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.13.2 Conditions d'essai

Chaque condensateur individuel doit être soumis à un maximum de 24 chocs de 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 indiquée dans les Tableaux 1 et 2.

Le temps de montée, t_r , est défini comme $t_r = (t_{90} - t_{30}) \times 1,67$. Le temps t_r est la durée du front T_1 comme défini en 7.1.18 de la IEC 60060-1:2010.

Le temps de descente t_d est le même que la moitié de la valeur T_2 comme défini en 7.1.22 de la IEC 60060-1:2010.

La forme d'onde est déterminée par les paramètres du circuit d'essai. Les détails sur le circuit d'essai sont donnés à l'Annexe A.

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 A.1. Le temps de montée t_r et le temps de descente t_d ne doivent pas s'écarter de plus de 0 % + 50 % des valeurs données au Tableau A.2. Il convient que les condensateurs C_X utilisés pour contrôler ceci ne soient pas des condensateurs en céramique à forte permittivité.

Si 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 Figure 7).

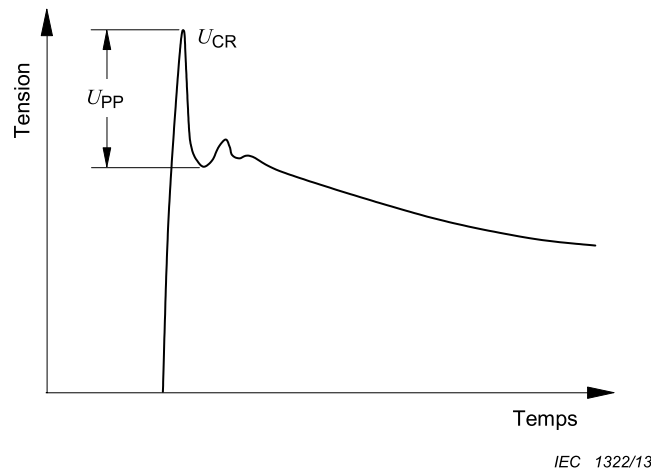


Figure 7 – Forme d'onde d'un choc

4.13.3 Exigences

Aucun claquage ni contournement électrique permanent ne doit être constaté.

Si trois chocs successifs quelconques affichés sur l'oscilloscope présentent une forme d'onde indiquant qu'il n'y a pas eu de claquage ni de contournement auto-cicatrisant dans le condensateur, alors aucun autre choc ne doit être appliqué et le condensateur doit être considéré comme conforme.

Si les 24 impulsions ont été appliquées au condensateur et au moins 3 d'entre elles ont une forme d'onde indiquant qu'aucun claquage ni contournement auto-cicatrisant ne s'est produit, alors le condensateur doit être considéré comme conforme, mais, si moins de trois impulsions présentent la forme d'onde exigée, alors le condensateur doit être considéré comme non conforme.

4.14 Endurance

Lorsque, pour des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2, une mesure précise de dérive de capacité est exigée, il convient d'effectuer un préconditionnement selon les conseils du fabricant (voir Annexe G).

L'essai d'endurance doit commencer dans un délai d'une semaine après la fin de l'essai de tension de choc. Voir la IEC 60384-1:2008, 4.23, avec les détails suivants.

4.14.1 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être placés dans la chambre d'essai de telle manière que la distance entre chaque condensateur soit d'au moins 25 mm.

Toutefois, il existe une exception: quand la largeur ou le diamètre du condensateur est inférieur à 25 mm, la distance entre les condensateurs peut être réduite à la valeur de cette largeur ou de ce diamètre, à condition que ceci ne produise aucun réchauffement supplémentaire des condensateurs. En cas de doute, un espacement de 25 mm doit être utilisé.

Les condensateurs ne doivent pas être chauffés par rayonnement direct et la circulation d'air dans la chambre doit être appropriée pour empêcher que la température ne dépasse $\pm 3^\circ\text{C}$ de la température spécifiée quel que soit l'endroit où les condensateurs sont placés.

Pour les condensateurs non auto-cicatrisants, un fusible de 1 A ou plus, si la valeur de la capacité en essai l'exige, doit être branché dans le circuit d'alimentation et ne doit pas fondre pendant l'essai.

NOTE Pour les condensateurs auto-cicatrisants, un fusible ou tout autre dispositif de sensibilité appropriée peut être branché dans le circuit de chaque condensateur pour indiquer si une défaillance se produit.

4.14.1.1 Echantillonnage

L'échantillon pour l'essai d'endurance doit être divisé si nécessaire en deux ou trois parties en fonction des nombres donnés dans les Tableaux 3, 4 ou 5, de sorte que des essais séparés puissent être réalisés sur les condensateurs X, les condensateurs Y et les dispositions de condensateurs de traversée.

Par exemple, pendant les essais sur des unités à condensateurs en triangle (voir 1.5.9), 12 unités de condensateurs doivent être soumises à des essais conformément à 4.14.3 et 12 autres unités conformément à 4.14.4. Pendant l'essai d'un condensateur de traversée de classe Y (voir 1.5.8), 12 condensateurs doivent être soumis à des essais conformément à 4.14.4 et 6 autres unités conformément à 4.14.5.

4.14.2 Mesures initiales

Les mesures initiales ont été réalisées en 4.13.1.

4.14.3 Endurance pour des condensateurs de Classe X et des unités RC contenant des condensateurs de Classe X

Pour les condensateurs à plusieurs sections, toutes les sections X doivent être soumises à des essais en parallèle, si nécessaire, en court-circuitant toutes les sections Y. Pour les condensateurs connectés en T (voir 1.5.9), l'essai doit être réalisé entre les bornes normalement connectées à la ligne et au neutre.

Les condensateurs et les unités RC, pour lesquelles aucune température assignée n'est donnée, doivent être soumis à un essai d'endurance de 1 000 heures à la température maximale de catégorie à une tension de $1,25 U_R$ sauf qu'une fois par heure la tension doit être augmentée à la tension U_S efficace pendant 0,1 seconde où $U_S = 1,5 \times U_R$ ou 1 000 V efficace (la plus grande des deux valeurs). Chacune de ces tensions doit être appliquée à chaque condensateur individuellement par une résistance de $47 \Omega \pm 5\%$. Le circuit approprié est présenté à l'Annexe B.

NOTE La valeur de cette résistance est choisie pour simuler l'impédance à haute fréquence du réseau d'alimentation. Pour les condensateurs dont la capacité est supérieure à $10 \mu\text{F}$, la puissance dissipée dans la résistance devient grande. Lorsque les valeurs de capacité augmentent, la puissance dissipée peut atteindre un niveau irréalisable. Dans ce genre de situation, les laboratoires d'essai de sécurité peuvent autoriser l'utilisation de valeurs de résistance correspondant à 5% de la valeur de réactance du condensateur d'essai C_X .

Les unités RC, pour lesquelles une température assignée est donnée, doivent être montées de la façon spécifiée par le fabricant, et l'étuve doit être stabilisée à la température assignée sans tension appliquée aux condensateurs. La tension doit alors être activée et le temps compté à partir de ce moment.

Après que la stabilité thermique due au chauffage interne de la résistance a été rétablie, la température du boîtier d'un des condensateurs doit être mesurée. Elle ne doit pas dépasser la température maximale de catégorie.

Il convient de concevoir le circuit d'essai de sorte que les tensions transitoires et les surintensités soient évitées pendant la commutation. On peut obtenir ceci en déchargeant le

condensateur avant de commuter vers la nouvelle tension à condition que le temps total nécessaire pour passer à U_S efficace et revenir ne dépasse pas 30 s.

4.14.4 Endurance pour des condensateurs de Classe Y et des unités RC contenant des condensateurs de Classe Y

Pour les condensateurs à plusieurs sections, toutes les sections Y doivent être soumises à des essais en parallèle, si nécessaire, en court-circuitant toutes les sections X. Pour les condensateurs connectés en T (voir 1.5.9), les bornes normalement connectées à la ligne et au neutre doivent être court-circuitées et l'essai doit être effectué entre ces bornes et la borne normalement connectée à la terre.

Les condensateurs doivent être soumis à un essai d'endurance de 1 000 heures à la température maximale de catégorie à une tension de $1,7 U_R$ sauf qu'une fois par heure la tension doit être augmentée à la tension U_S efficace pendant 0,1 seconde où $U_S = 1,5 \times U_R$ ou 1 000 V efficace, la plus grande des deux valeurs. Chacune de ces tensions doit être appliquée à chaque condensateur individuellement par une résistance de $47 \Omega \pm 5 \%$. Le circuit d'essai est présenté à l'Annexe B.

Il convient de concevoir le circuit d'essai de sorte que les tensions transitoires et les surintensités soient évitées pendant la commutation. On peut obtenir ceci en déchargeant le condensateur avant de commuter vers la nouvelle tension à condition que le temps total nécessaire pour passer à U_S efficace et revenir ne dépasse pas 30 s.

4.14.5 Endurance pour les dispositions à condensateurs de traversée

En plus des essais d'endurance des condensateurs selon 4.14.3 et 4.14.4, la capacité à transporter le courant des dispositions à condensateurs de traversée doit être soumise à un essai. Tous les fils de traversée doivent être connectés en série et les condensateurs doivent être soumis à un essai d'endurance de 1 000 h avec un courant de $1,1 I_R$ traversant les fils de traversée. Pendant cet essai, aucune tension n'est appliquée au diélectrique du condensateur.

Les condensateurs doivent être montés de la façon spécifiée par le fabricant, et l'étuve doit être stabilisée à la température assignée sans courant traversant les condensateurs. Le courant doit alors être activé et le temps compté à partir de ce moment.

Après que la stabilité thermique a été rétablie, la température du boîtier d'un des condensateurs doit être mesurée. Elle ne doit pas dépasser la température maximale de catégorie.

4.14.6 Conditions d'essai – Essais tension/courant combinés

Pour certains types de condensateurs, tels que les condensateurs de traversée coaxiaux, il est possible sans difficulté d'appliquer à la fois la tension et le courant d'essai au condensateur en même temps. Si cela est spécifié dans la spécification particulière, un essai d'endurance combiné de 1 000 h peut être effectué à la place des essais de 4.14.3 (ou 4.14.4) et de 4.14.5 en utilisant le nombre de spécimens appropriés pour l'essai de 4.14.3 (ou 4.14.4) et $1,1$ fois le courant assigné traversant les dispositions de condensateurs de traversée.

La température du boîtier d'un des condensateurs doit être mesurée comme en 4.14.5. Elle ne doit pas dépasser la température maximale de catégorie.

4.14.7 Exigences, mesures et inspection finales

Les condensateurs doivent être inspectés visuellement et mesurés dans l'ordre donné dans le Tableau 16.

Tableau 16 – Endurance – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Examen visuel	4.1	Aucun dommage visible
Capacité	4.2.2	La valeur finale de la capacité ne doit pas s'écarter de plus de 10 % ^a de la valeur du Groupe 0 du tableau 3 ou 4, selon le cas.
Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés uniquement)	4.2.3	L'augmentation de $\tan \delta$ au-delà de la valeur mesurée dans le Groupe 0 ne doit pas dépasser 0,008 pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 pour $C_N > 1 \mu\text{F}$
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$ \Delta R / R \leq 10 \%$
Tension de tenue	4.2.1	Tension d'essai comme dans le Tableau 10 Pas de claquage, ni de contournement électrique permanent
Résistance d'isolement	4.2.5	Supérieure à 50 % des limites applicables du Tableau 11 ou 12
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 20 %.		

4.15 Charge et décharge

Cet essai s'applique uniquement aux condensateurs métallisés, aux condensateurs en céramique et aux unités RC utilisant de tels condensateurs.

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.27, avec les détails suivants.

4.15.1 Mesures initiales

Des mesures initiales ont été réalisées dans le Groupe 0 du Tableau 3 ou 4. De plus, sauf dans le cas des unités RC, $\tan \delta$ doit être mesurée conformément à 4.8 de la IEC 60384-1:2008 avec les détails suivants.

C_N :	$\leq 1 \mu\text{F}$	C_N :	$> 1 \mu\text{F}$
Fréquence:	10 kHz	Fréquence:	1 kHz
Tension:	1 V efficace maximale	Tension de crête:	$\leq 3 \%$ de la tension assignée

Lorsque le préconditionnement est effectué, les mesures initiales doivent être réalisées après le préconditionnement.

4.15.2 Conditions d'essai

Les condensateurs 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 condensateur. Pour les condensateurs pour courant alternatif, la tension d'essai doit être $\sqrt{2} \times U_R$ et pour les condensateurs pour courant continu, la tension d'essai doit être U_R .

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

$$R = \frac{220 \times 10^{-6}}{C_N} \Omega$$

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) la plus grande des valeurs de résistance.

Chaque condensateur doit être déchargé individuellement par une résistance de valeur telle que la vitesse maximale de variation de tension (dU/dt) doit être environ 100 V/ μ s.

Pour les unités RC, s'il est impossible d'obtenir une vitesse de décharge de 100 V/ μ s, l'unité RC doit être déchargée par un court-circuit.

Le circuit est présenté à l'Annexe C.

4.15.3 Mesures et exigences finales

Le condensateur doit être mesuré et doit satisfaire aux exigences du Tableau 17.

Tableau 17 – Charge et décharge – Exigences

Inspection ou mesure	Méthode d'inspection ou de mesure	Exigences
Capacité	4.2.2	La valeur finale de la capacité ne doit pas s'écarter de plus de 10 % ^a de la valeur du Groupe 0 du Tableau 3 ou 4, selon le cas.
Tan δ pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ (le cas échéant)	4.15.1	L'augmentation de tan δ au-delà de la valeur mesurée en 4.15.1 ne doit pas dépasser 80×10^{-4} .
Tan δ pour $C_N > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$ (le cas échéant)	4.15.1	L'augmentation de tan δ au-delà de la valeur mesurée en 4.15.1 ne doit pas dépasser 50×10^{-4} .
Résistance (le cas échéant)	4.2.4	$ \Delta R / R \leq 10 \%$
Résistance d'isolement	4.2.5	Supérieure à 50 % des limites applicables du Tableau 11 ou Tableau 12
^a Pour les condensateurs en céramique, la différence de capacité ne doit pas dépasser 20 %.		

4.16 Caractéristiques des fréquences radioélectriques

La spécification particulière peut spécifier des méthodes et des exigences de mesure pour une ou plusieurs des caractéristiques des fréquences radioélectriques suivantes:

- la fréquence de résonance principale du condensateur;
- la perte d'insertion (si possible, les méthodes de la CISPR 17 doivent être utilisées);
- la résistance à la fréquence de résonance;
- l'impédance du condensateur;
- l'inductance du condensateur.

4.17 Essai d'inflammabilité passive

4.17.1 Essais selon la IEC 60384-1

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.38, avec les détails suivants.

Pas d'essai selon le Groupe 0 et pas de préconditionnement exigé.

L'essai doit être effectué sur 6 à 18 spécimens, en fonction du nombre de tailles de boîtier soumis à l'essai. La plus petite taille, une taille moyenne (dans le cas de plus de quatre tailles de boîtier dans la gamme à homologuer), et la plus grande des tailles de boîtier dans la gamme à homologuer, doivent être soumises à l'essai. Pour chaque taille de boîtier, trois spécimens doivent être soumis à l'essai, chacune des valeurs de capacité les plus hautes et les plus basses de la gamme à homologuer.

La flamme doit être appliquée pendant la période de temps spécifiée dans la spécification générique correspondant au volume du spécimen et à la catégorie d'inflammabilité spécifiée dans la spécification particulière.

La catégorie préférentielle est la catégorie B. Si la catégorie C est utilisée, il faut que cela fasse l'objet d'un accord entre le fournisseur du composant et le client.

Dérogation: Pour les composants dont le volume est inférieur à 1 750 mm³, la catégorie C d'inflammabilité passive est autorisée.

Les catégories d'inflammabilité passive supérieures à la catégorie C peuvent nécessiter des additifs ignifuges qui peuvent être considérés comme ayant des incidences sur l'environnement. Il convient que ces catégories soient soumises à négociation entre les fabricants et les clients pour trouver un compromis entre les exigences environnementales et les exigences de sécurité.

Pour les condensateurs pour montage en surface constitués de céramique et de métal, seul l'essai d'inflammabilité passive peut être omis.

4.17.1.1 Exigences

Aucun spécimen ne doit dépasser le temps de combustion spécifié dans la spécification générique. Le papier mousseline ne doit pas s'enflammer. Aucune mesure électrique n'est exigée.

4.17.2 Essai d'inflammabilité passive alternatif

Lorsque des composants ne satisfont pas à la catégorie B d'inflammabilité passive, ou lorsque la catégorie C n'a pas été acceptée, et si le volume du condensateur est supérieur à 1 750 mm³, ou lorsque les matériaux polymères constituant l'enveloppe ne sont pas classés V-0 conformément à la IEC 60695-11-10, la méthode d'essai alternative suivante peut être utilisée.

Trois échantillons du composant sont à soumettre à trois applications de 15 s d'une flamme d'essai, la période entre les applications de la flamme étant de 15 s. Le composant ne doit pas continuer à flamber pendant plus de 15 s après la première et la deuxième application, et pas plus de 60 s après la troisième application.

4.17.2.1 Exigences relatives au montage d'essai

Pour l'essai, une alimentation en gaz dont la valeur de chauffage est d'environ 37,6 MJ/m³ (1 000 Btu/ft³) à la pression normale et un brûleur Tirril de 9,5 mm de diamètre (3/8 de pouce) sont à utiliser. Il faut que la flamme d'essai mesure 19 mm (3/4 de pouce) de haut avec les buses d'air du brûleur fermées.

4.17.2.2 Exigences relatives à la réalisation de l'essai

Chaque composant est à monter dans la position la plus conductrice pour l'allumage du composant et permise par la construction physique du composant. L'extrémité de la flamme d'essai est à appliquer à n'importe quel endroit du corps de chaque composant. Aucune mesure électrique n'est exigée.

4.18 Essai d'inflammabilité active

4.18.1 Cet essai ne s'applique pas aux condensateurs Y1.

4.18.2 L'échantillon constitué de 24 spécimens doit contenir des nombres égaux de spécimens de la valeur de capacité la plus élevée, la plus basse et une valeur intermédiaire dans la gamme à homologuer. Lorsqu'il n'y a que deux valeurs de capacité dans la gamme, 12 condensateurs de chaque valeur doivent être soumis à l'essai; lorsqu'il n'y a qu'une valeur de capacité dans la gamme, 24 condensateurs de cette valeur doivent être soumis à l'essai.

Les spécimens doivent être enveloppés individuellement dans au moins une couche complète d'étamine, mais pas plus de deux couches. L'étamine doit être un tissu de coton pur non traité présentant une masse comprise entre 20 g/m² et 60 g/m² et mesurant entre 22 × 27 et 45 × 34, préconditionnée dans des conditions atmosphériques normalisées pour des essais de 24 heures.

Chaque condensateur d'essai doit être monté par ses conducteurs. La longueur libre des conducteurs doit de préférence être supérieure à 25 mm.

On utilise le circuit d'essai de la Figure 8, avec les détails suivants:

$$U_{\sim} = U_R \pm 5 \%$$

$$U_i = 5 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ pour des condensateurs de Classe Y2}$$

$$= 4 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ pour des condensateurs de Classe X1}$$

$$= 2,5 \text{ kV } {}^{+7}_0 \% \text{ pour des condensateurs de Classes X2 et Y4}$$

Chaque échantillon doit être soumis à 20 décharges d'un condensateur réservoir, chargé à une tension qui, une fois déchargée, place U_i aux bornes du condensateur en essai. L'intervalle de temps entre des décharges successives doit être de 5⁺¹₀ s. Voir la Figure 9 pour la forme d'onde prévue.

Pendant l'essai, la tension $U_{\sim}$ doit être appliquée aux bornes du condensateur en essai et doit être maintenue pendant 120⁺¹⁰₀ s après la dernière décharge, sauf si un fusible fondu cause un circuit ouvert.

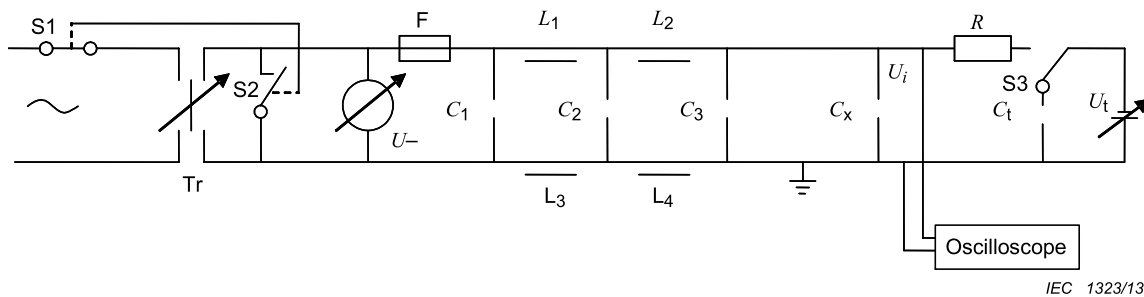


Figure 8 – Circuit typique pour charger en impulsions des condensateurs soumis à une tension alternative

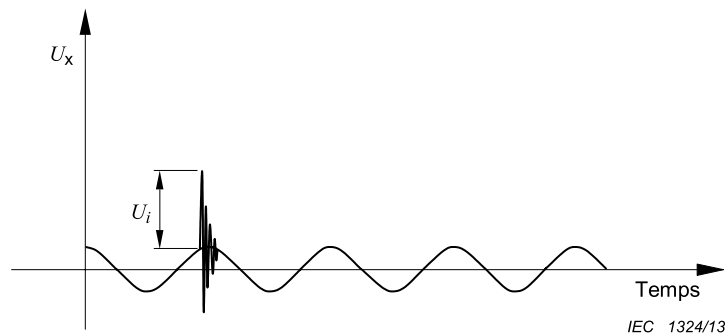


Figure 9 – Onde alternative fondamentale avec une impulsion haute tension superposée non synchronisée aléatoire

- Tr = transformateur d'isolement de blocage avec une tension secondaire de $U_{\sim}$, et une capacité suffisante pour délivrer 16 A au circuit d'essai à une tension $\geq 0,9 \times U_{\sim}$;
- C_1, C_2 = condensateur de filtrage $1 \mu\text{F} \pm 10 \%$;
- $L_1 \dots L_4$ = bobine à noyau cylindrique $1,5 \text{ mH} \pm 20 \%$, 16 A;
- C_3 = condensateur $0,033 \mu\text{F} \pm 5 \%$;
- R = $5 \Omega \pm 2 \%$ pour $C_X \geq 1 \mu\text{F}$;
 = $10 \Omega \pm 2 \%$ pour $0,22 \mu\text{F} \leq C_X < 1 \mu\text{F}$;
 = $40 \Omega \pm 2 \%$ pour $0,068 \mu\text{F} \leq C_X < 0,22 \mu\text{F}$;
 = $100 \Omega \pm 2 \%$ pour $C_X < 0,068 \mu\text{F}$;
- C_X = condensateur en essai
- U_t = tension à laquelle le condensateur réservoir C_t est chargé;
- C_t = le condensateur réservoir est $3 \mu\text{F} \pm 5 \%$ jusqu'à $C_X = 1 \mu\text{F}$, et $\geq 3 \times C_X$ pour $C_X > 1 \mu\text{F}$. La valeur recommandée est $3 \times C_X$ mais il est permis d'utiliser une valeur raisonnablement plus élevée afin de normaliser l'équipement d'essai;
- F = fusible à action différée, courant nominal 16 A.

NOTE C_1, C_2 et $L_1 \dots L_4$ constituent un filtre de protection du réseau d'alimentation; d'autres configurations pour ces filtres sont permises.

Il convient que C_3 et C_t aient une tension appropriée par rapport à la tension U_t exigée pendant l'essai.

4.18.3 Ajustement de U_i

La tension alternative doit être désactivée par S_1 et l'enroulement secondaire du transformateur doit être court-circuité par S_2 . Un condensateur de montage de capacité $C_X \pm 5 \%$ doit être branché dans la position C_X . U_t doit alors être ajustée de telle sorte que la

tension de crête exigée U_i apparaisse aux bornes du condensateur C_x , comme le montre l'oscilloscope. L'essai doit alors être réalisé sur les condensateurs en essai utilisant ce réglage de U_t .

4.18.4 Exigences

L'étamine autour du condensateur ne doit pas s'enflammer au contact d'une flamme. Aucune mesure électrique n'est exigée.

4.19 Résistance au solvant des composants (le cas échéant)

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.31, avec les détails suivants.

La spécification particulière doit spécifier si des essais utilisant des solvants sont exigés en plus des essais spécifiés dans la spécification générique.

Les exigences doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

4.20 Résistance du marquage au solvant

Voir la IEC 60384-1:2008, 4.32, avec les détails suivants.

La spécification particulière doit spécifier si des essais utilisant des solvants sont exigés en plus des essais spécifiés dans la spécification générique.

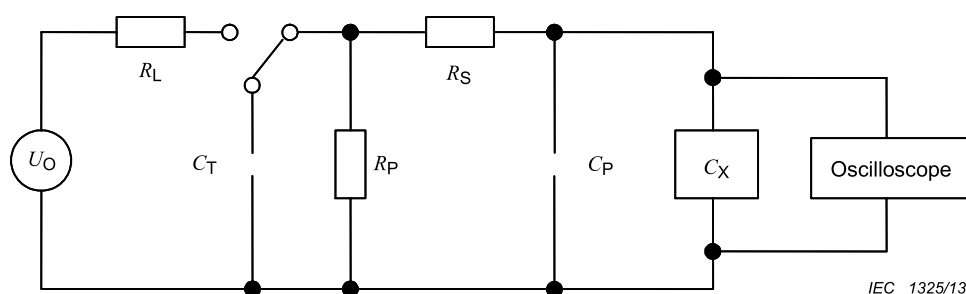
Le marquage doit être lisible.

Annexe A (normative)

Circuit pour l'essai de tension de choc

Il faut préciser que la forme des impulsions 1,2/50 dans les normes sur les équipements, par exemple la IEC 60065, Annexe K et la IEC 60950-1, Annexe N, est définie dans des conditions de circuit ouvert, et une forme différente est acceptée dans des conditions de sous charge.

L'essai spécifié en 4.13 doit être effectué en utilisant le circuit de la Figure A.1, ainsi que les valeurs données dans le Tableau A.1, et les valeurs et tolérances données dans le Tableau A.2.



C_T = condensateur de charge (ou réservoir)

C_P = condensateur parallèle

C_X = condensateur en essai

R_L = résistance de charge

R_S = résistance série ou résistance de charge

R_P = résistance parallèle ou résistance de décharge

U_O = source de tension continue

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

Tableau A.1 – Valeurs de C_X , C_T , R_P , R_S , C_P

Valeur nominale de C_X	C_T $\pm 10\%$	R_P $\pm 10\%$	R_S $\pm 10\%$	C_P $\pm 10\%$
μF	μF	Ω	Ω	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

Tableau A.2 – Valeurs et tolérances de C_X , t_r , t_d

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

Annexe B (normative)

Circuit pour l'essai d'endurance

L'essai spécifié en 4.14 doit être effectué en utilisant le circuit suivant (voir Figure B.1).

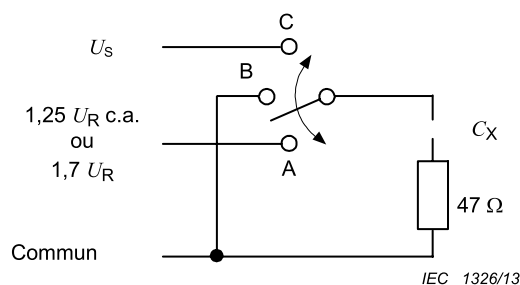


Figure B.1 – Circuit d'essai d'endurance

C_X est le condensateur en essai

$U_S = 1,5 \times U_R$ ou 1 000 V efficace, la plus grande des deux

La partie du circuit pour décharger le condensateur peut être omise si 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 respecter la séquence suivante chaque fois que U_S est appliquée:

- 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:

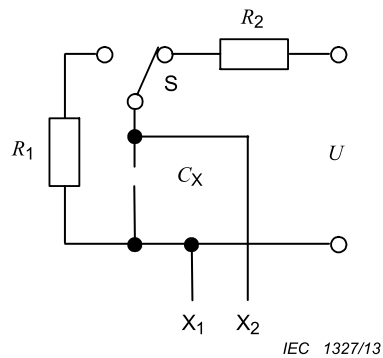
$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \leq 30 \text{ s.}$$

Annexe C

(normative)

Circuit pour l'essai de charge et de décharge

L'essai spécifié en 4.15 doit être effectué en utilisant le circuit suivant (voir Figure C.1).



C_X est le condensateur en essai

R_1 est la résistance limitant le courant (décharge)

R_2 est la résistance limitant le courant (charge)

S est le dispositif de commutation

U est la tension d'essai

X_1 et X_2 sont les bornes pour brancher l'oscilloscope et observer la vitesse maximale de variation de la tension.

Figure C.1 – Circuit d'essai de charge et de décharge

Annexe D (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 condensateurs 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 décision 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 décidera des étapes nécessaires. Au maximum, une requalification complète peut être exigée.

Numéro d'enregistrement:

(attribué par l'organisme de certification)

- 1 Demandeur**
- 2 Fabricant**
- 3 Site de fabrication**
- 4 Désignation du modèle**
- 5 Classe/sous-classe**
- 6 Schéma de circuit**
- 7 Diélectrique:**
 - 7.1 Matériau
 - 7.2 Epaisseur
 - 7.3 Densité (papier seulement)
 - 7.4 Nombre de couches individuelles
- 8 Electrode(s):**
 - 8.1 Matériau
 - 8.2 Méthode de production des électrodes:
(par exemple, feuille évaporée sur un film ou un papier)
- 9 Elément de condensateur, disposition des couches individuelles:**
- 10 Produit d'imprégnation (le cas échéant)**
- 11 Encapsulation:**
 - 11.1 Matériau(x) pour boîtiers, résines, etc. (selon le cas)
 - 11.2 Matériau de l'isolation externe (le cas échéant)
- 12 Dimensions d'encombrement**

Lieu

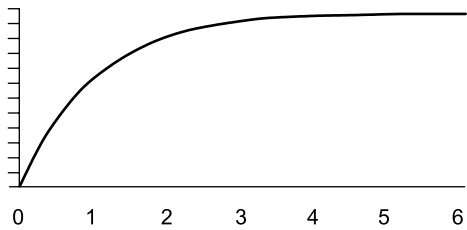
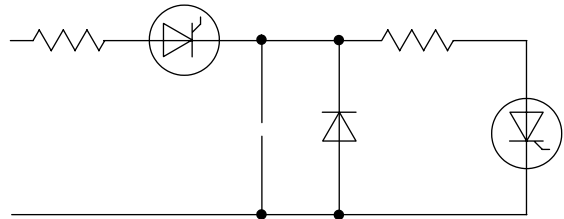
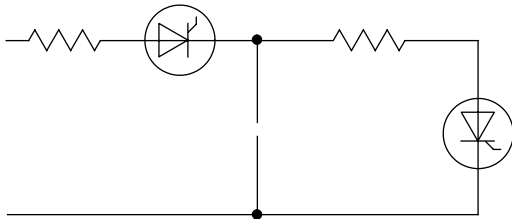
Date

Nom

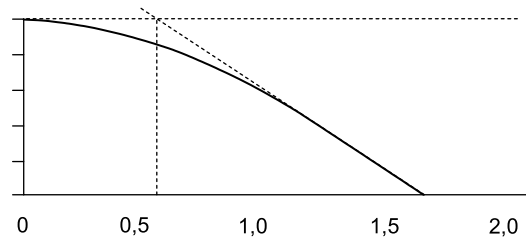
Signature

Annexe E (informative)

Circuits d'essai d'impulsions



IEC 1328/13



IEC 1329/13

Forme d'onde de charge pour les deux circuits:

Echelle de temps en unités de RC (R est la résistance de charge)

Forme d'onde de décharge pour le circuit inductif:

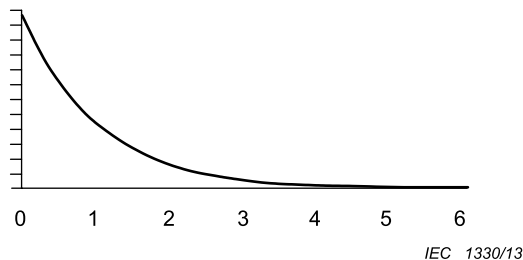
Echelle de temps en unités de $\sqrt{LC}$

La valeur maximale de dU/dt se calcule comme suit:

$Q = CU$ où Q est la charge sur le condensateur et donc

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{I_{\max}}{C}$$



Forme d'onde de décharge pour le circuit résistif:

Echelle de temps en unités de RC (R est la résistance de décharge)

Pour le circuit résistif

$$I_{\max} = \frac{U_0}{R}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{RC}$$

ce qui se produit à $t = 0$.

Pour le circuit inductif, si la dissipation est négligée, l'énergie inductive avec l'énergie capacitive initiale:

$$\frac{1}{2} LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} CU_0^2$$

$$I_{\max} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{\sqrt{LC}}$$

ce qui se produit à $t = \pi / 2\sqrt{LC}$

En outre, puisque

$$U = L \frac{dL}{dt}$$

$$\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{L}$$

Ceci donne le contrôle de $\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max}$

et permet donc d'éviter de dépasser cette valeur assignée du commutateur dans le circuit de décharge. Le circuit résistif ne comporte pas un tel contrôle et la valeur assignée est susceptible d'être dépassée lorsque l'on tente d'obtenir une décharge de crête d'une centaine d'ampères ou plus.

Annexe F (normative)

Exigences particulières pour un essai de sécurité des condensateurs pour montage en surface

Les condensateurs pour montage en surface doivent, en général, être conformes à toutes les exigences de sécurité de la IEC 60384-14. La conception, les matériaux et la technologie de montage rendent nécessaire d'introduire de nouveaux essais et d'ajuster certaines méthodes et exigences existantes.

F.1 Généralités

Les paragraphes suivants remplacent les paragraphes correspondants de la partie principale de la présente Norme.

1.4.2 Montage

Conformément à 4.33 de la IEC 60384-1:2008 pour l'essai de sécurité selon le Tableau F.1, le fabricant doit fournir au laboratoire d'essai les composants montés ou non-montés sur différents substrats comme indiqué dans le Tableau F.1. L'aptitude d'un substrat proposé doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le laboratoire d'essai. Les détails du substrat ou des substrats utilisés pour les essais doivent être inclus dans le rapport d'essai. Un exemple de substrat avec des pistes conductrices est représenté à la Figure F.1.

1.5.21 Condensateur pour montage en surface

Un condensateur dont les petites dimensions et la nature de la forme des connexions de sortie en font un condensateur pouvant être monté en surface dans des circuits hybrides et sur des cartes imprimées.

1.6.1 Marquage des condensateurs

Les points a) et b) de 1.6 doivent être clairement marqués sur les condensateurs. Les autres éléments peuvent également être marqués sur les condensateurs dans la mesure du possible et en fonction de leur importance relative. Le marquage doit permettre une identification claire du composant.

F.2 Procédures d'essai et de mesure

Le condensateur doit être soumis aux essais conformément au Tableau F.1 avec les différences suivantes.

Pour un condensateur non encapsulé, l'essai C de 4.2.1 et de 4.2.5 doit être omis.

4.3 Robustesse des bornes: l'essai est remplacé par 4.34 et 4.35 de la IEC 60384-1:2008, et effectué avant les essais des groupes 2 et 3. La mesure de la capacité pendant l'essai de courbure peut être omise.

4.4 Résistance à la chaleur de brasage, le cas échéant, cet essai est effectué comme essai séparé conformément à 4.14.2 de la IEC 60384-1:2008.

4.4.2 Exigences, mesures et inspection finales

Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 13.

Tableau F.1 – Programme d'essai et plan d'échantillonnage pour les essais de sécurité des condensateurs pour montage en surface

Groupe	Numéro d'Article et essai suivant l'Article 4	Nombre de spécimens soumis à essai par tension assignée et sous-classe	Nombre permis d'éléments non-conformes par tension assignée et sous-classe	
			Par groupe	Total
0	4.1 Examen visuel ^a	}	}	
	4.2.2 Capacité	28+12 ^d +		
	4.2.4 Résistance ^c	} 6 ^f + (6-18) ^f +	} 0	
	4.2.1 Tension de tenue	24		
	4.2.5 Résistance d'isolement	}	}	
	Composants de rechange	14+6 ^e		
1A	4.1.1 Lignes de fuite et distances d'isolement ^a	}	}	
	4.4 Résistance à la chaleur de brasage ^{a, c}	} 6	} 0 ^b	
	4.20 Résistance au solvant du marquage ^a	}	}	
	4.17 Inflammabilité passive ^a	6-18 ^f	0	
	Montage selon 1.4.2	10 + 12 ^d + 6 ^e + 24		
2	4.34 de la IEC 60384-1:2008, Essai de cisaillement ^g	10	0 ^b	0
	4.35 de la IEC 60384-1:2008, Essai de courbure du substrat			
	4.12 Chaleur humide, essai continu			
3	4.34 de la IEC 60384-1:2008, essai de cisaillement ^g		0 ^b	
	4.35 de la IEC 60384-1:2008, Essai de courbure du substrat			
	4.13 Tension de choc			
	4.14 Endurance			
	4.14.3 Classe X et unités RC			
	4.14.4 Classe Y et unités RC			
	4.14.5 Condensateur de traversée	6 ^e		
4	4.18 Inflammabilité active	24	0	
- Les essais du Groupe 0 peuvent être effectués dans tout ordre pratique, sauf pour les condensateurs en céramique dont il faut mesurer la capacité en premier lieu. - L'attention est attirée sur l'option consistant à effectuer un essai combiné en tension et en courant, comme cela est spécifié en 4.14.6.				
^a Les échantillons pour 4.1, 4.1.1, 4.4, 4.20 et 4.17 ne doivent pas être montés sur un substrat pendant l'essai.				
^b Si un élément non conforme est présent, tous les essais du groupe doivent être répétés sur un nouvel échantillon et aucun autre élément non conforme n'est permis. Les éléments non conformes obtenus dans le premier échantillon doivent être comptés pour tous les éléments non conformes autorisés dans la dernière colonne.				
^c Le cas échéant.				
^d Si des condensateurs à plusieurs sections constitués de condensateurs X et de condensateurs Y sont à soumettre aux essais, 12 spécimens doivent être prélevés pour les essais sur les condensateurs X et 12				

autres spécimens pour les essais sur les condensateurs Y.

- ^e Condensateurs supplémentaires si des condensateurs de traversée sont soumis à l'essai.
- ^f La plus petite taille, une taille moyenne (dans le cas de plus de quatre tailles de boîtier) et la plus grande des tailles de boîtier doivent être soumises à l'essai. Pour chaque taille de boîtier, trois spécimens de la capacité maximale et trois spécimens de la capacité minimale doivent être soumis aux essais, soit six spécimens par taille de boîtier.
- ^g Cet essai est à effectuer en variante à l'essai de courbure du substrat, si la spécification particulière spécifie un montage sur un substrat rigide (par exemple, en alumine) seulement.

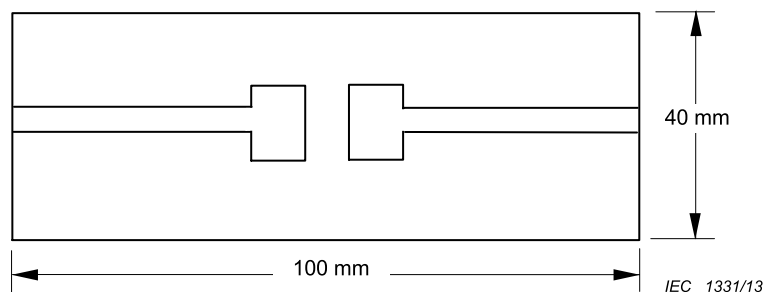


Figure F.1 – Exemple de substrat d'essai pour les essais de sécurité selon le Tableau F.1

Annexe G (informative)

Vieillissement de la capacité de condensateurs fixes à diélectriques en céramique, Classe 2

G.1 Présentation

La plupart des diélectriques en céramique, Classe 2, utilisés pour des condensateurs en céramique ont des propriétés ferroélectriques et présentent une température de Curie.

Au-delà de la température de Curie, le diélectrique a la structure d'un cristal cubique fortement symétrique alors qu'en dessous de la température de Curie la structure de cristal est moins symétrique. Bien que dans des monocristaux cette transition de phase soit très brutale, dans la pratique elle est souvent répartie sur une gamme de la température finie, mais, dans tous les cas, elle est liée à un pic sur la courbe capacité/température.

Sous l'influence des vibrations thermiques, les ions dans le réseau cristallin continuent de se déplacer vers des positions où l'énergie potentielle reste inférieure longtemps après que le diélectrique s'est refroidi en passant par la température de Curie. Ceci est à l'origine du phénomène de vieillissement de capacité, par lequel la capacité du condensateur diminue en permanence.

Toutefois, si le condensateur est chauffé à une température supérieure à la température de Curie, on constate un "rajeunissement", c'est-à-dire que la capacité perdue par le vieillissement est regagnée, et le vieillissement reprend au moment où le condensateur recommence à se refroidir.

G.2 Loi du vieillissement de capacité

Pendant la première heure après le refroidissement passant par la température de Curie, la perte de capacité n'est pas bien définie, mais après cette période de temps elle suit une loi logarithmique (voir K.W. Plessner, Proc. Phys. Soc., vol. 69B, P1261, 1956) qui peut s'exprimer en termes de constante de vieillissement.

La constante de vieillissement k est définie comme le pourcentage de perte de capacité due au processus de vieillissement du diélectrique qui se produit pendant une "décade", c'est-à-dire une période pendant laquelle l'âge du condensateur est multiplié par dix, par exemple, de 1 h à 10 h.

Puisque la loi de décroissance de la capacité est logarithmique, le pourcentage de perte de capacité sera $2 \times k$ entre 1 h et 100 h et $3 \times k$ entre 1 h et 1 000 h. On peut exprimer ceci mathématiquement par l'équation suivante:

$$C_t = C_1 \left(1 - \frac{k}{100} \times \lg t \right)$$

où

C_t est la capacité t heures après le début du processus de vieillissement;

C_1 est la capacité 1 h après le début du processus de vieillissement;

k est la constante de vieillissement en pourcent par décade (voir définition ci-dessus);

t est le temps en heures depuis le début du processus de vieillissement.

La constante de vieillissement peut être déclarée par le fabricant pour un diélectrique en céramique particulier, ou elle peut être définie en rajeunissant le condensateur et en mesurant la capacité à deux dates connues.

k est alors donné par l'équation suivante:
$$k = \frac{100 \times (C_{t_1} - C_{t_2})}{C_{t_1} \times \lg t_2 - C_{t_2} \times \lg t_1}$$

Si des mesures de capacité sont réalisées trois fois ou plus, il est alors possible de déterminer k à partir de la pente d'un graphe où Ct est tracé en fonction de $\lg$ de t .

Il est également possible de tracer $\lg$ de C en fonction de $\lg$ de t .

Pendant les mesures de vieillissement, il convient de maintenir le condensateur à une température constante de sorte que les variations de capacité dues à la caractéristique de température ne masquent pas celles dues au vieillissement.

G.3 Mesures de la capacité et tolérance de la capacité

En raison du vieillissement, il est nécessaire de spécifier un âge de référence auquel la capacité doit satisfaire à la tolérance spécifiée. Cet âge est fixé à 1 000 heures, puisque, pour des raisons pratiques, il n'y a pas beaucoup plus de perte de capacité après cette durée.

Afin de calculer la capacité $C_{1\,000}$ après 1 000 h, la constante de vieillissement doit être connue ou déterminée comme dans l'Article G.2, quand la formule suivante peut être utilisée:

$$C_{1\,000} = C_t \left[1 - \frac{k}{100} (3 - \lg t) \right]$$

Pour les mesures en usine, la perte de capacité entre l'âge au moment de la mesure et 1 000 heures est connue et peut être décalée en utilisant des tolérances d'inspection asymétriques.

Par exemple, si l'on sait que la perte de capacité sera de 5 %, les condensateurs peuvent alors être inspectés jusqu'aux limites +25/–15 % au lieu de ± 20 %.

La capacité est normalement déclarée à 20 °C, et il peut être nécessaire de mesurer à cette température ou de corriger les résultats à cette température. La chaleur dégagée par les mains lors de la manipulation peut également être à l'origine d'erreurs. Il convient donc de toujours manipuler les condensateurs à l'aide de pinces en plastique.

G.4 Préconditionnement spécial

Dans plusieurs des essais de la présente Norme, il est exigé de mesurer la variation de capacité qui résulte d'un conditionnement donné (par exemple, une séquence climatique). Afin d'éviter l'effet perturbateur du vieillissement, le condensateur est spécialement preconditionné avant ces essais en le maintenant pendant 1 h à la température maximale de catégorie, puis pendant 24 h dans les conditions atmosphériques normalisées pour les essais.

Pour les condensateurs avec une température de Curie inférieure à la température maximale de catégorie, ceci entraîne un rajeunissement et le conditionnement est également prévu, si possible, pour vieillir les condensateurs à un âge de 24 h, afin de minimiser les variations de capacité dues au vieillissement.

Si la température de Curie du diélectrique est supérieure à la température maximale de catégorie, alors un préconditionnement spécial ne rajeunira pas complètement le condensateur, mais il le placera quand même dans un état où sa capacité ne dépend pas tellement de son passé. Pour rajeunir complètement de tels condensateurs, une température pouvant atteindre 160 °C peut être exigée, et cette température peut nuire à l'encapsulation. Par conséquent, dans les quelques cas où le rajeunissement complet de tels condensateurs peut être exigé, la spécification particulière doit être consultée pour obtenir les informations détaillées et toutes les précautions nécessaires.

Annexe H (normative)

Utilisation des condensateurs pour courant alternatif approuvés pour la sécurité dans des applications en courant continu

H.1 Vue d'ensemble

La présente Annexe donne des exigences supplémentaires applicables aux condensateurs d'antiparasitage pour courant alternatif, dans le cadre d'une demande d'agrément de sécurité, qui sont raccordés à une alimentation en courant continu et dont la tension nominale ne dépasse pas 1 500 V en courant continu.

Lorsqu'un condensateur approuvé pour la sécurité satisfait aux exigences de cette annexe, celui-ci est homologué à la tension continue assignée dépassant sa tension alternative assignée approuvée, sans changement de classe.

H.2 Contexte

Les condensateurs de sécurité approuvés conformément à la présente norme sont des condensateurs pour courant alternatif conçus essentiellement pour des applications dans lesquelles une tension alternative est appliquée.

Il est admis que ces condensateurs soient utilisés avec des alimentations à courant continu de tension égale à leur tension alternative efficace assignée. (Voir 1.5.1, Note 1 à l'article.)

La classe des condensateurs, par exemple la classe X1 et la classe Y1, est définie en fonction de la valeur de crête de leur tension de tenue aux chocs et du type d'isolation en pont.

Un condensateur utilisé dans une application en tension alternative est soumis à la forme d'onde de tension avec une valeur de crête égale à la valeur efficace multipliée par la racine carrée de deux, dont la polarité change de signe sur une période d'onde, de telle sorte que des condensateurs approuvés pour la sécurité peuvent théoriquement supporter au moins une tension continue équivalente à leur tension alternative assignée multipliée par la racine carrée de deux.

H.3 Termes et définitions

H.3.1

tension continue assignée

U_R c.c.

tension continue maximale de fonctionnement pouvant être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur à toute température comprise entre la température de catégorie inférieure et la température de catégorie supérieure

Note 1 à l'article: Ce terme et la désignation (U_R c.c.) sont uniquement utilisés pour un condensateur spécifié avec une tension continue assignée supérieure à sa tension alternative efficace assignée.

Note 2 à l'article: Cette définition remplace celle donnée en 1.5.1 de l'IEC 60384-14:2013.

H.4 Exigence supplémentaire relative à l'utilisation de condensateurs de classe X et Y dans des applications en courant continu

Un condensateur spécifié pour une tension continue assignée supérieure à la tension alternative efficace assignée doit satisfaire aux exigences spécifiées dans le Tableau H.1 en plus des essais prescrits dans le Tableau 3.

Tableau H.1 – Conditions d'essai supplémentaires

Type	U_R c.c maximale	Tension d'essai en courant continu (Essai A) (selon 4.2.1)	Essai d'endurance (courant continu)	Chaleur humide, essai continu
X1	1 500 V	$2,15 \times U_R$ c.c.	Selon 4.14 en utilisant la tension continue assignée à la place de U_R , sans augmenter la tension jusqu'à U_S	Selon 4.12, mais avec la tension continue assignée appliquée à tout l'échantillon.
X2	1 500 V			
Y1	1 500 V	$4 \times U_R$ c.c. ^a		
Y2	1 500 V	$2,15 \times U_R$ c.c. ^a		
Y4	450 V	$2,15 \times U_R$ c.c. ^a		
^a Si une tension alternative d'essai est utilisée au lieu d'une tension continue pour des condensateurs de classe Y, elle ne doit pas être inférieure à $0,666 \times$ la tension continue d'essai du Tableau H.1.				

H.5 Lignes de fuite et distances d'isolement

Lorsqu'un condensateur approuvé conformément à la présente annexe est utilisé pour une application spécifique, il doit être confirmé que les lignes de fuite et les distances d'isolement de ce condensateur satisfont aux exigences des normes connexes pour l'application concernée.

NOTE Exemples de normes spécifiques et d'exigences mentionnées ci-dessus, IEC 60939-3: Tableaux 6 et 7.

Annexe I **(normative)**

Niveaux de résistance à l'humidité pour des applications exigeant une grande stabilité dans des conditions de fonctionnement avec une forte humidité

I.1 Vue d'ensemble

Outre les catégories climatiques préférentielles décrites en 2.1.1 et l'essai continu de chaleur humide décrit en 4.12, la présente Annexe décrit des niveaux spécifiques de résistance à l'humidité et des exigences relatives aux applications exigeant une grande stabilité dans des conditions de fonctionnement avec une forte humidité.

I.2 Niveaux de résistance à l'humidité

Les niveaux suivants sont définis pour les applications à forte humidité: niveau (I) résistance à l'humidité, Niveau (II) résistance à une forte humidité et Niveau (III) résistance élevée à une forte humidité.

I.2.1 Niveau (I), résistance à l'humidité

Pour vérifier le Niveau (I), le fabricant doit choisir soit les conditions d'essai A soit les conditions d'essai B. Pour les exigences, voir le Tableau I.1. Dans le cas de condensateurs spécifiés pour des applications en courant alternatif et en courant continu, un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension alternative assignée et un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension continue assignée.

Condition d'essai A: Essai continu de chaleur humide; 40 °C / 93 % d'humidité relative, durée 21 jours, tension assignée appliquée.

Condition d'essai B: Essai continu de chaleur humide; 85 °C / 85 % d'humidité relative, durée 168 h, tension assignée appliquée.

NOTE La condition d'essai B est un essai d'accélération qui peut remplacer la condition d'essai A.

I.2.2 Niveau (II), résistance à une forte humidité

Pour vérifier le Niveau (II), le fabricant doit choisir soit les conditions d'essai A soit les conditions d'essai B. Pour les exigences, voir le Tableau I.1. Dans le cas de condensateurs spécifiés pour des applications en courant alternatif et en courant continu, un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension alternative assignée et un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension continue assignée.

Condition d'essai A: Essai continu de chaleur humide; 40 °C / 93 % d'humidité relative, durée 56 jours, tension assignée appliquée.

Condition d'essai B: Essai continu de chaleur humide; 85 °C / 85 % d'humidité relative, durée 500 h, tension assignée appliquée.

NOTE La condition d'essai B est un essai d'accélération qui peut remplacer la condition d'essai A.

I.2.3 Niveau (III), résistance élevée à une forte humidité

Pour vérifier le Niveau (III), le fabricant doit choisir soit les conditions d'essai A soit les conditions d'essai B. Pour les exigences, voir le Tableau I.1. Dans le cas de condensateurs spécifiés pour des applications en courant alternatif et en courant continu, un échantillon doit

être soumis aux essais en appliquant la tension alternative assignée et un échantillon doit être soumis aux essais en appliquant la tension continue assignée.

Condition d'essai A: Essai continu de chaleur humide; 60 °C / 93 % d'humidité relative, durée 56 jours, tension assignée appliquée.

Condition d'essai B: Essai continu de chaleur humide; 85 °C / 85 % d'humidité relative, durée 1 000 h, tension assignée appliquée.

NOTE La condition d'essai B est un essai d'accélération qui peut remplacer la condition d'essai A.

Tableau I.1 – Exigences

Mesure	Méthode de mesure	Exigences
Capacité	4.2.2	Condensateurs métallisés: $ \Delta C \leq 10\%$ Condensateurs en céramique: $ \Delta C \leq 15\%$
Tangente de l'angle de perte (condensateurs métallisés uniquement)	4.2.3	L'augmentation de $\tan \delta$ au-delà de la valeur mesurée dans le Groupe 0 ne doit pas dépasser: 0,024 pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ ^a 0,015 pour $C_N > 1 \mu\text{F}$ ^a
Résistance d'isolement	4.2.5	>50 % des limites applicables du Tableau 11 ou du Tableau 12, ou 200 MΩ, au minimum (selon celles des deux valeurs qui est la plus élevée)
La variation de la valeur de la capacité dépend de la technologie utilisée et, par exemple dans le cas de condensateurs en céramique, elle peut être réversible. Les exigences sont par conséquent différentes.		
^a Pour certaines applications, des valeurs plus faibles de l'augmentation de $\tan \delta$ peuvent être exigées.		

I.3 Indication des niveaux de résistance à l'humidité

Outre la catégorie climatique, des informations sur le niveau de résistance à l'humidité et la méthode d'essai utilisée pour la vérification doivent être indiquées sous la forme IA, IB, IIA, IIB, IIIA ou IIIB dans les informations fournies par le fabricant. Le marquage des condensateurs n'est pas exigé.

Bibliographie

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

IEC 60384-14-3, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14-3: Blank detail specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains – Assessment level DZ* (disponible en anglais seulement)

IEC 60939-3:2015, *Filtres passifs d'antiparasitage – Partie 3: Filtres passifs pour lesquels des essais de sécurité sont appropriés*

IEC 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

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

K.W. Plessner: *Ageing of the Dielectric Properties of Barium Titanate Ceramics*, Proceedings of the Physical Society, Section B, Volume 69, Issue 12, pp. 1261 to 1268 (1956)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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