

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 15: Sectional specification: Fixed tantalum capacitors with non-solid or
solid electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 15: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes au tantale,
à électrolyte non solide ou solide**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-15:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 15: Sectional specification: Fixed tantalum capacitors with non-solid or
solid electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 15: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes au tantale,
à électrolyte non solide ou solide**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.40

ISBN 978-2-8322-9329-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 General	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
1.3 Normative references	7
1.4 Information to be given in a detail specification	8
1.4.1 General	8
1.4.2 Outline drawing and dimensions	8
1.4.3 Mounting	8
1.4.4 Ratings and characteristics	8
1.4.5 Marking	9
1.5 Terms and definitions	9
1.6 Marking	9
1.6.1 General	9
1.6.2 Information for marking	10
1.6.3 Marking on capacitors	10
1.6.4 Marking on packaging	10
2 Preferred ratings and characteristics	10
2.1 Preferred characteristics	10
2.2 Preferred values of ratings	10
2.2.1 Nominal capacitance (C_N)	10
2.2.2 Tolerance on nominal capacitance	11
2.2.3 Rated voltage (U_R)	11
2.2.4 Category voltage (U_C)	11
2.2.5 Reverse voltage	11
2.2.6 Surge voltage (U_{RS} or U_{CS})	11
2.2.7 Ripple (if required)	11
2.2.8 Rated temperature	12
3 Quality assessment procedures	12
3.1 Primary stage of manufacture	12
3.2 Structurally similar components	12
3.3 Certified test records of released lots	12
3.4 Qualification approval procedures	12
3.4.1 General	12
3.4.2 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure	12
3.4.3 Tests	13
3.5 Quality conformance inspection	20
3.5.1 Formation of inspection lots	20
3.5.2 Test schedule	21
3.5.3 Delayed delivery	21
3.5.4 Assessment levels	21
4 Test and measurement procedures	22
4.1 Visual inspection and check of dimensions	22
4.2 Electrical tests	22
4.2.1 Leakage current	22
4.2.2 Capacitance	22
4.2.3 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	23

4.2.4	Impedance (if required).....	23
4.2.5	Insulation resistance of the external insulation (if required).....	24
4.2.6	Voltage proof of the external insulation (if required).....	24
4.3	Robustness of terminations.....	25
4.3.1	General	25
4.3.2	Initial inspection.....	25
4.3.3	Test Ua1, Ub and Uc applicable.....	25
4.3.4	Special bending test	25
4.4	Resistance to soldering heat.....	26
4.4.1	General	26
4.4.2	Conditions	26
4.4.3	Final inspections and requirements.....	26
4.5	Solderability.....	26
4.5.1	General	26
4.5.2	Test conditions	26
4.5.3	Final inspections and requirements.....	26
4.6	Rapid change of temperature	26
4.6.1	General	26
4.6.2	Initial inspection.....	27
4.6.3	Test conditions	27
4.6.4	Recovery	27
4.6.5	Final inspections and requirements.....	27
4.7	Vibration	27
4.7.1	General	27
4.7.2	Test condition.....	27
4.7.3	Final inspections and requirements.....	27
4.8	Bump.....	27
4.8.1	General	27
4.8.2	Mounting	28
4.8.3	Test conditions.....	28
4.8.4	Final inspections and requirements.....	28
4.9	Shock	28
4.9.1	General	28
4.9.2	Mounting	28
4.9.3	Test conditions	28
4.9.4	Final inspections and requirements.....	29
4.10	Climatic sequence.....	29
4.10.1	General	29
4.10.2	Initial inspection.....	29
4.10.3	Dry heat	29
4.10.4	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle	29
4.10.5	Cold.....	29
4.10.6	Low air pressure (if required).....	29
4.10.7	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles	29
4.10.8	Recovery	29
4.10.9	Sealing (if required)	30
4.10.10	Final inspections and requirements.....	30
4.11	Damp heat, steady state	30
4.11.1	General	30

4.11.2	Initial inspection.....	30
4.11.3	Final inspections and requirements.....	30
4.12	Endurance	30
4.12.1	General	30
4.12.2	Initial inspection.....	30
4.12.3	Test conditions	30
4.12.4	Recovery	31
4.12.5	Final inspections and requirements.....	31
4.13	Surge voltage	31
4.13.1	General	31
4.13.2	Initial inspection.....	31
4.13.3	Test conditions	31
4.13.4	Final inspections and requirements.....	31
4.14	Reverse voltage (if required).....	32
4.14.1	General	32
4.14.2	Initial inspection.....	32
4.14.3	Test conditions	32
4.14.4	Final inspections and requirements.....	32
4.15	Characteristics at high and low temperature.....	32
4.15.1	General	32
4.15.2	Final inspections and requirements.....	32
4.16	Charge and discharge (if required).....	32
4.16.1	General	32
4.16.2	Initial inspection.....	32
4.16.3	Test conditions	33
4.16.4	Recovery	33
4.16.5	Final inspections and requirements.....	33
4.17	Component solvent resistance	33
4.18	Solvent resistance of the marking	33
4.19	High surge current (if required)	33
4.19.1	General	33
4.19.2	Initial inspection.....	33
4.19.3	Final inspections and requirements.....	33
	Bibliography.....	34
	Figure 1 – Apparatus of special bending test	25
	Table 1 – Rated, category and surge voltages	11
	Table 2 – Sampling plan for qualification approval tests.....	14
	Table 3 – Test schedule for qualification approval	15
	Table 4 – Lot-by-Lot inspection.....	21
	Table 5 – Periodic Inspection.....	22
	Table 6 – Vibration test frequencies.....	27
	Table 7 – Shock peak acceleration/pulse duration	28
	Table 8 – Test temperature.....	31

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 15: Sectional specification:
Fixed tantalum capacitors with non-solid or solid electrolyte****FOREWORD**

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

International Standard IEC 60384-15 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1982, Amendment 1:1987 and Amendment 2:1992, and constitutes a technical revision.

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

- a) Revision of the structure in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2:2016 (seventh edition) to the extent practicable, and harmonization between other similar kinds of documents.
- b) In addition, Clause 4 and all the tables have been reviewed in order to prevent duplications and contradictions.

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

FDIS	Report on voting
40/2523/FDIS	40/2535/RVD

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-15:2017

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 15: Sectional specification: Fixed tantalum capacitors with non-solid or solid electrolyte

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 applies to through-hole/leaded polar and bipolar tantalum electrolyte capacitors with solid and non-solid electrolyte for use in electronic equipment.

It includes capacitors for long-life applications and capacitors for general-purpose applications.

Capacitors for special purpose application may need additional requirements.

This document covers two basic sub-families:

- Sub-family 1: Fixed non-solid electrolyte tantalum capacitors with porous anode.
- Sub-family 2: Fixed solid electrolyte tantalum capacitors with porous anode.

1.2 Object

The object of this document is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60384-1:2016 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 shall be of equal or higher performance level, because lower performance levels are not permitted.

1.3 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

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

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

IEC 60384-1:2016, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment system – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

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

1.4 Information to be given in a detail specification

1.4.1 General

Detail specifications shall be derived from the 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 information given in 1.4.2 may, for convenience, be presented in tabular form.

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

1.4.2 Outline drawing and dimensions

There shall be an illustration of the capacitors as an aid to easy recognition and for comparison of the capacitors 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.

The numerical values of the body shall be given as follows:

- for general: the length, width and height;
- for cylindrical body: the diameter and length.

The numerical values of the terminals shall be given as follows:

- for general: the spacing;
- for leaded terminals: the diameter and spacing.

When the configuration is other than described above, the detail specification shall state such dimensional information as will adequately describe the capacitor.

1.4.3 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting to be applied for normal use and for the application of the vibration and the bump or shock tests. 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 and bump or shock tests.

1.4.4 Ratings and characteristics

1.4.4.1 General

The ratings and characteristics shall be given in accordance with the relevant clauses of this specification, together with the information in 1.4.4.2, 1.4.4.3 and 1.4.4.4.

1.4.4.2 Nominal capacitance range

See 2.2.1.

When products approved to the detail specification have different capacitance ranges, the following statement should be added:

"The nominal capacitance range available in each voltage range is given in the register of approvals, available for example on the IECQ on-line certificate system website www.iecq.org".

1.4.4.3 Particular characteristics

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

1.4.4.4 Soldering

The detail specification shall specify the test methods, severities and requirements applicable for the solderability test and the resistance to soldering heat tests.

1.4.5 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the capacitor and on the packaging. When there are deviations from 1.6, these shall be given in the detail specification.

1.5 Terms and definitions

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

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

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

1.5.1

capacitance

<electrolytic capacitor> equivalent circuit having capacitance and resistance in series measured with alternating current, approximately sinusoidal waveform at a specified frequency

1.5.2

capacitor

<long-life grade> capacitors intended for applications where a high degree of stability of characteristics over a long life is essential

1.5.3

capacitor

<general-purpose grade> capacitors intended for applications where the high performance level of long-life grade capacitors is not required

1.6 Marking

1.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 2.4, with the details of 1.6.2, 1.6.3 and 1.6.4.

1.6.2 Information for marking

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) polarity of the terminations (unless identified by the construction);
- b) nominal capacitance;
- c) rated voltage (d.c. voltage may be indicated by the symbol: $\overline{\text{---}}$ (IEC 60417-5031:2002) or ---);
- d) tolerance on nominal capacitance;
- e) year and month (or year and week) of manufacture;
- f) manufacturer's name and/or trade mark;
- g) manufacturer's type designation;
- h) reference to the detail specification.

1.6.3 Marking on capacitors

The capacitor shall be clearly marked with a), b) and c) of 1.6.2 and with as many as possible of the remaining items as is considered necessary. Any duplication of information in the marking on the capacitor should be avoided.

1.6.4 Marking on packaging

The packaging containing the capacitors should be clearly marked with all of the information listed in 1.6.2 as necessary.

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

Preferred climatic categories only shall be given in the preferred characteristics.

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

The lower and upper category temperature shall be taken from the following:

- lower category temperature: $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- upper category temperature: $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- duration of the damp heat, steady state test: 21 and 56 days.

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

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Nominal capacitance (C_N)

Preferred values of nominal capacitance are shown in microfarad (μF).

Preferred values of nominal capacitance shall be taken from the E12 series of IEC 60063 and their decimal multiples. These values are:

1,0 – 1,2 – 1,5 – 1,8 – 2,2 – 2,7 – 3,3 – 3,9 – 4,7 – 5,6 – 6,8 – 8,2;

and their decimal multiples ($\times 10^n$, n : integer).

2.2.2 Tolerance on nominal capacitance

Preferred values of tolerances on rated capacitance are:

$\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$

2.2.3 Rated voltage (U_R)

Preferred values of rated direct voltages taken from the R10, R20 and R40 series of ISO 3 are:

- from R 10: 1,0 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 – 6,3 – 8,0;
- from R 20: 3,5¹;
- from R 40: 3,0 – 7,5;

and their decimal multiples ($\times 10^n$, n : integer).

2.2.4 Category voltage (U_C)

The category voltages for capacitors having an upper category temperature of 125 °C are given in Table 1.

2.2.5 Reverse voltage

If required, the value of reverse voltage, which a polar capacitor can withstand continuously at any temperature between the lower category temperature and the rated temperature, shall be included in the detail specification.

2.2.6 Surge voltage (U_{RS} or U_{CS})

The surge voltage shall be a minimum of 1,15 times the rated or category voltage rounded off to the nearest volt given in Table 1.

Table 1 – Rated, category and surge voltages

Values in volts

U_R	2	3	4	6,3	10	16	20	25	35	40	50	63	75	100	125
U_C	1,3	2	2,6	4,2	6,7	10,7	13,4	16,7	23,4	26,8	33,5	42,2	50,2	67	83,7
U_{RS}	2,3	3,4	4,6	7,2	11,5	18,4	23	28,7	40,2	46	57,5	74,4	86,2	115	143,7
U_{CS}	1,4	2,3	3	4,8	7,7	12,3	15,4	19,2	26,9	30,8	38,5	48,5	57,7	77	96,2
Key U_R : Rated voltage U_C : Category voltage U_{RS} : Surge voltage to rated voltage U_{CS} : Surge voltage to category voltage															

2.2.7 Ripple (if required)

Ripple current and/or ripple voltage shall be specified in the detail specification.

¹ ISO 3 indicates the value 3,55 for R 20

2.2.8 Rated temperature

The standard value of the rated temperature is +85 °C unless otherwise specified in the detail specification.

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

For capacitors with solid electrolyte, the primary stage of manufacturing is the formation of the oxide layer.

3.2 Structurally similar components

Capacitors considered as being structurally similar are capacitors produced with similar processes and materials, though they may be of different case sizes and values.

3.3 Certified test records of released lots

The information required in IEC 60384-1:2016, Q.1.5, shall be made available when prescribed in the detail specification and when requested by a purchaser. After the endurance test, the required parameters are the capacitance change, tangent of loss angle and leakage current.

3.4 Qualification approval procedures

3.4.1 General

The procedures for qualification approval testing are given in IEC 60384-1:2016, Q.2

The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic tests is given in 3.5. The procedure using a fixed sample size schedule is given in 3.4.2 and 3.4.3.

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

The fixed sample size procedure is described in IEC 60384-1:2016, Q.2.4. The sample shall be representative of the range of capacitors for which approval is sought. The samples may be the whole or part of the range given in the detail specification.

The sample shall consist of four specimens having the maximum and minimum voltages and for these voltages the maximum and minimum case size. When there are more than four case sizes, an intermediate case size shall also be tested. In each of these case size/voltage combinations (values), the maximum capacitance shall be chosen. Thus, for the approval of a range, testing is required of either four or six values. When the range consists of fewer than four values, the number of specimens to be tested shall be that required for four values.

Spare specimens are permitted as follows:

Two (for 6 values) or three (for 4 values) per value may be used as replacements for specimens, which are non-conforming because of incidents not attributable to the manufacturer.

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

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

Table 2 gives the number of samples to be tested in each group or subgroup together with the permissible number of non-conforming items for qualification approval tests.

3.4.3 Tests

The complete series of tests specified in Table 2 and Table 3 are required for the approval of capacitors 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 divided for the other groups.

Specimens found to be non-conforming in the tests of Group 0 shall not be used for the other groups.

Approval is granted when the number of non-conforming items is zero.

Table 2 and Table 3 together form the fixed sample size test schedule for the qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure.

Table 2 gives the number of samples and permissible non-conforming items for each tests or test groups.

Table 3 gives a summary of the test conditions and performance requirements, and choices of the test conditions and performance requirements in the detail specification.

The test conditions and performance requirements for the qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure should be identical to those for quality conformance inspection given in the detail specification.

Table 2 – Sampling plan for qualification approval tests

Group no.		Test	Subclause	Number of specimens <i>n</i> ^b	Permissible number of non-conforming items <i>c</i>	
0		Visual examination	4.1	104+8 ^c	0	
		Dimensions	4.1			
		Leakage current	4.2.1			
		Capacitance	4.2.2			
		Tangent of loss angle	4.2.3			
		Impedance ^a	4.2.4			
		Insulation resistance of the external insulation ^a	4.2.5			
		Voltage proof of the external insulation ^a	4.2.6			
		High surge current ^a	4.19			
		Spare specimens		8		
1	1A	Robustness of terminations	4.3	12	0	
		Resistance to soldering heat	4.4			
		Component solvent resistance	4.17			
	1B	Solderability	4.5		24	0
		Solvent resistance of the marking	4.18			
		Rapid change of temperature	4.6			
		Vibration	4.7			
		Bump ^a	4.8			
		Shock ^a	4.9			
	1	Climatic sequence	4.10		36	0
	2	Damp heat, steady state	4.11		20	0
	3	Endurance	4.12		20	0
	4A	Surge voltage	4.13		8	0
4B	Reverse voltage ^a	4.14	8	0		
5	Characteristics at high and low temperature	4.15	12	0		
	Charge and discharge ^a	4.16				
^a If required.						
^b For case size/ voltage combinations, see 3.4.2.						
^c Spare specimens.						

Table 3 – Test schedule for qualification approval (1 of 6)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 0	ND		See Table 2	
4.1 Visual examination		See 4.1		Legible marking and as specified in the detail specification
4.1 Dimensions (detail)		See 4.1		See detail specification
4.2.1 Leakage current		See 4.2.1.2		≤ the initial limit specified in the detail specification (at 20°C, 85°C and 125°C)
4.2.2 Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
4.2.3 Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		≤ the initial limit specified in the detail specification
4.2.4 Impedance ^c		See 4.2.4.3		
Initial measurement		See 4.2.4.2		See detail specification
Measurement at lower category temperature		See 4.2.4.4		See detail specification
4.2.5 Insulation resistance of the external insulation ^c		See 4.2.5.2		≥ 100 MΩ
4.2.6 Voltage proof of the external insulation ^c		See 4.2.6.2		No breakdown or flashover during the test
4.19 High surge current ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.39		
Group 1A	D		See Table 2	
4.3 Robustness of terminations		See 4.3.3		
4.3.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
4.3.5 Final inspections				
Visual examination		See 4.1		The terminations shall withstand 4 successive bends.
Capacitance		See 4.2.2.2		See detail specification
4.4 Resistance to soldering heat		See IEC 60384-1:2016, 4.14		
4.4.3 Final inspections				
Visual examination		See 4.1		Legible marking and as specified in the detail specification
Capacitance		See 4.2.2.2		See detail specification
4.17 Component solvent resistance		See IEC 60384-1:2016, 4.31		
Group 1B	D		See Table 2	
4.5 Solderability		See 4.5.2		
4.5.3 Final inspection				
Visual examination		See 4.1		Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations

Table 3 (2 of 6)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 1B (continued)	D		See Table 2	
4.18 Solvent resistance of the marking		See IEC 60384-1: 2016, 4.32		
4.6 Rapid change of temperature		See 4.6.3		Within specified tolerance
4.6.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.2.2.2		
4.6.4 Recovery		See 4.6.4		
4.6.5 Final inspection				See detail specification
Capacitance		See 4.2.2.2		
4.7 Vibration		See 4.7.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte See detail specification See detail specification See detail specification See detail specification
4.7.3 Final inspections				
Visual examination		See 4.1		
Leakage current		See 4.2.1.2		
Capacitance		See 4.2.2.2		
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		
Impedance ^c		See 4.2.4.3		
4.8 Bump ^c		See 4.8.3		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte See detail specification See detail specification See detail specification See detail specification
4.8.2 Mounting		See 4.8.2		
4.8.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.1		
Leakage current		See 4.2.1.2		
Capacitance		See 4.2.2.2		
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		
Impedance ^c		See 4.2.4.3		
4.9 Shock ^c		See 4.9.3		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte See detail specification See detail specification See detail specification See detail specification
4.9.2 Mounting		See 4.8.2		
4.9.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.1		
Leakage current		See 4.2.1.2		
Capacitance		See 4.2.2.2		
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		
Impedance ^c		See 4.2.4.3		

Table 3 (3 of 6)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 1	D		See Table 2	
4.10 Climatic sequence		See 4.10.3		
4.10.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
4.10.3 Dry heat		See 4.10.3		
4.10.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle		See IEC 60384-1:2016, 4.21.4		
4.10.5 Cold		See IEC 60384-1:2016, 4.21.5		
4.10.6 Low air pressure ^c		See 4.10.6.2		
4.10.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles		See IEC 60384-1:2016, 4.21.7.		
4.10.8 Recovery		See 4.10.8		
4.10.9 Sealing ^c		See IEC 60384-1:2016, 4.20		
4.10.10 Final inspections				
Visual examination		See 4.1		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte
Leakage current		See 4.2.1.2		Legible marking
Capacitance		See 4.2.2.2		≤ initial limit
				For general-purpose grade: $ \Delta C/C \leq 12\%$ of the value measured in 4.10.2
				For long-life grade: $ \Delta C/C \leq 5\%$ of the value measured in 4.10.2
				$ \Delta C/C \leq 8\%$ of the value measured in 4.3.2 or 4.6.2 ^c
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		≤ initial limit
Group 2	D		See Table 2	
4.11 Damp heat, steady state		See IEC 60384-1:2016, 4.22		
4.11.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
4.11.3 Recovery		See 4.11.3		
4.11.4 Final inspections				
Visual examinations		See 4.1		No visible damage and for nonsolid electrolytic capacitors no leakage of electrolyte
Leakage current		See 4.2.1.2		Legible marking
				≤ the initial limit

Table 3 (4 of 6)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non- conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a																		
Group 2 (continued)	D		See Table 2																			
4.11.4 Final inspections (continued)																						
Capacitance		See 4.2.2.2		Sub-family 1: For general-purpose grade: $ \Delta C/C \leq 12\%$ of the value measured in 4.11.2 For long-life grade: $ \Delta C/C \leq 8\%$ of the value measured in 4.11.2 Sub-family 2: $ \Delta C/C \leq$ the initial limit																		
Insulation resistance of the external insulation ^c		See 4.2.5.2		No breakdown or flashover																		
Voltage proof of the external insulation ^c		See 4.2.6.2		$\geq 100\text{ M}\Omega$																		
Group 3	D		See Table 2																			
4.12 Endurance		See 4.12.3																				
4.12.2 Initial inspection																						
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance																		
4.12.4 Recovery		See 4.12.4																				
4.12.5 Final inspections																						
Visual examinations		See 4.1		No visible damage																		
Leakage current		See 4.2.1.2		Legible marking																		
Capacitance		See 4.2.2.2		$\leq 1,25$ times the initial limit																		
				$ \Delta C/C $ compared to values measured in 4.12.2:																		
				<table><tr><td>Sub- family</td><td>U_R ^e</td><td>85°C</td><td>125°C ^c</td></tr><tr><td rowspan="2">1</td><td>≤ 160</td><td>$\leq 20\%$</td><td>$\leq 25\%$</td></tr><tr><td>> 160</td><td>$\leq 15\%$</td><td>$\leq 20\%$</td></tr><tr><td rowspan="2">2</td><td>≤ 160</td><td>$\leq 15\%$</td><td>$\leq 25\%$</td></tr><tr><td>> 160</td><td>$\leq 10\%$</td><td>$\leq 20\%$</td></tr></table>	Sub- family	U_R ^e	85°C	125°C ^c	1	≤ 160	$\leq 20\%$	$\leq 25\%$	> 160	$\leq 15\%$	$\leq 20\%$	2	≤ 160	$\leq 15\%$	$\leq 25\%$	> 160	$\leq 10\%$	$\leq 20\%$
Sub- family	U_R ^e	85°C	125°C ^c																			
1	≤ 160	$\leq 20\%$	$\leq 25\%$																			
	> 160	$\leq 15\%$	$\leq 20\%$																			
2	≤ 160	$\leq 15\%$	$\leq 25\%$																			
	> 160	$\leq 10\%$	$\leq 20\%$																			
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		Sub-family 1: $\leq 1,3$ times the initial limit Sub-family 2: $\leq$ initial limit																		

Table 3 (5 of 6)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 4A	D		See Table 2	
4.13 Surge voltage		See 4.13.3		
4.13.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
4.13.4 Final inspections				
Visual examinations		See 4.1		No visible damage
Leakage current		See 4.2.1.2		≤initial limit
Capacitance		See 4.2.2.2		≤initial limit
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		≤initial limit
Group 4B	D		See Table 2	
4.14 Reverse voltage ^c		See 4.14.3		
4.14.4 Final inspections				
Visual examinations		See 4.1		No visible damage
Leakage current		See 4.2.1.2		≤initial limit
Capacitance		See 4.2.2.2		≤initial limit
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		≤initial limit
Group 5	D		See Table 2	
4.15 Characteristics at high and low temperature		See IEC 60384-1: 2016, 4.29		
Step 1: 20 °C				
Leakage current ^f		See 4.2.1.2		
Capacitance ^f		See 4.2.2.2		
Tangent of loss angle ^f		See 4.2.3.2		
Impedance (at the same frequency as Step 2) ^{c f}		See 4.2.4.3		
Step 2: lower category temperature				
Capacitance		See 4.2.2.2		See detail specification
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		See detail specification
Impedance ^c		See 4.2.4.3		See detail specification
Step 3: 20 °C				
Leakage current		See 4.2.1.2		
Capacitance		See 4.2.2.2		
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2		
Impedance ^c		See 4.2.4.3		
Step 4: rated temperature				
Leakage current		See 4.2.1.2		See detail specification
Capacitance		See 4.2.2.2		See detail specification
Tangent of loss angle ^c		See 4.2.3.2		See detail specification
Impedance ^c		See 4.2.4.3		See detail specification

Table 3 (6 of 6)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 5 (continued)	D		See Table 2	
4.15 <i>Step 5:</i> upper category temperature Leakage current Capacitance Tangent of loss angle ^c Impedance ^c <i>Step 6:</i> 20 °C Leakage current Capacitance Tangent of loss angle ^c Impedance ^c		See 4.2.1.2 See 4.2.2.2 See 4.2.3.2 See 4.2.4.3 See 4.2.1.2 See 4.2.2.2 See 4.2.3.2 See 4.2.4.3		See detail specification See detail specification See detail specification See detail specification See detail specification See detail specification See detail specification See detail specification
4.16 Charge and discharge ^c 4.16.5 Final inspections Visual examinations Leakage current Capacitance Tangent of loss angle		See IEC 60384-1: 2016, 4.27 See 4.1 See 4.2.1.2 See 4.2.2.2 See 4.2.3.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte ≤the initial limit Sub-family 1: ΔC/C ≤ 10% of the value measured in 4.2.2 Sub-family 2: ΔC/C ≤ 5% of the value measured in 4.2.2 ≤the initial limit
^a The value of these measurements after mounting serve as initial measurements for the tests after measurement of each subgroups. ^b In this table, D = destructive, ND = non-destructive. ^c If required. ^d If required for solid electrolyte capacitors only. ^e U_R = rated voltage in volts. ^f For use as reference value.				

3.5 Quality conformance inspection

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.

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:
 - in relation to their number;
 - with a minimum of five of any one value.
- c) If there are fewer 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 (CB).

3.5.1.2 Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

Samples shall be representative of the current production of the specified periods and shall be divided into high-, medium- and low-voltage ratings or case sizes. In order to cover the range of approvals in any period, one case size shall be tested from each voltage group. In subsequent periods, other case sizes and/or voltages in production shall be tested with the aim of covering the whole range.

3.5.2 Test schedule

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in the blank detail specification.

3.5.3 Delayed delivery

When according to the procedures of IEC 60384-1:2016, Q.1.7, re-inspection should be made, solderability and for sub-families 1: leakage current and for sub-family 2: capacitance, shall be checked as specified in Groups A and B inspection.

3.5.4 Assessment levels

The assessment level(s) given in the blank detail specification shall preferably be selected from Table 4 and Table 5.

Table 4 – Lot-by-Lot inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	IL ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
A0	100 % ^c		
A1	S-3	^d	0
B1	S-3	^d	0

^a The content of the inspection subgroup is described in the blank detail specification.

^b IL = inspection level
 n = sample size
 c = permissible number of non-conforming items

^c After removal of nonconforming items by 100 % testing during the manufacturing process, sampling inspection shall be performed in order to monitor outgoing quality level by nonconforming items per million ($\times 10^{-6}$). The sampling level shall be established by the manufacturer, preferably according to IEC 61193-2:2007, Annex A. In case one or more nonconforming items occur in a sample, this lot shall be rejected, but the whole sample shall be inspected and all nonconforming items shall be counted for the calculation of quality level values. Outgoing quality level by nonconforming items per million ($\times 10^{-6}$) values shall be calculated by accumulating inspection data according to the method given in IEC 61193-2:2007, 6.2.

^d Number to be tested: sample size shall be determined according to IEC 61193-2:2007, 4.3.2.

Table 5 – Periodic Inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	p ^b	n ^b	c ^b
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3	3	78	0
C4	6	12	0
C5	3	24	0
^a The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the blank detail specification. ^b p = periodicity in months n = sample size c = permissible number of non-conforming items			

4 Test and measurement procedures

NOTE This clause supplements the information given in IEC 60384-1:2016, Clause 4.

4.1 Visual inspection and check of dimensions

See IEC 60384-1:2016, 4.4.

4.2 Electrical tests

4.2.1 Leakage current

4.2.1.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.9, with the details of 4.2.1.2 and 4.2.1.3.

4.2.1.2 Measuring conditions

The voltage appropriate to the test temperature shall be applied across the capacitor and its protective resistor. The protective resistor shall be between 1 000 Ω and 10 000 Ω .

In the case of bipolar capacitors, the duration of the electrification periods before the measurement made in each direction is 5 min.

4.2.1.3 Requirement

See Table 3.

4.2.2 Capacitance

4.2.2.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.7, with the details of 4.2.2.2 and 4.2.2.3.

4.2.2.2 Measuring conditions

The capacitance shall be measured at a frequency of 100 Hz or 120 Hz. The peak alternating voltage actually applied across the capacitor shall be between 0,1 V and 1,0 V.

A d.c. bias voltage of 2,1 V to 2,5 V may be applied during the measurement (unless otherwise prescribed in the detail specification), except for bi-polar capacitors which shall be measured without an applied d.c. voltage.

Suitable measurement techniques shall be used to minimize errors due to connections between the measuring apparatus and the capacitors.

4.2.2.3 Requirement

See Table 3.

4.2.3 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)

4.2.3.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.8, with the details of 4.2.3.2 and 4.2.3.3.

4.2.3.2 Measuring conditions

The measurement shall be made under the conditions of 4.2.2.2.

4.2.3.3 Requirement

See Table 3.

4.2.4 Impedance (if required)

4.2.4.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.10, with the details of 4.2.4.2, 4.2.4.3, 4.2.4.4 and 4.2.4.5.

4.2.4.2 Initial inspection

The frequency of the measuring voltage shall be chosen from one of the following frequencies: 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, and 1 MHz, and shall be that at which the lowest value of impedance is likely to occur.

The tolerance on all frequencies for measuring purposes shall not exceed ± 20 %.

The value of the measuring frequency shall be prescribed in the detail specification.

4.2.4.3 Measuring conditions

When required in the detail specification, the impedance shall be determined at the required temperature and frequency. If the peak a.c. voltage exceeds 0,5 V on polar types, a direct polarizing voltage of 2,1 V to 2,5 V may be applied.

The application of voltage shall be such as to cause no readable change in impedance due to the change in the temperature of the capacitor.

The error of measurement shall not exceed ± 5 % of the requirement, or 0,1 Ω , whichever is the greater.

Great care shall be exercised in making these measurements when the impedance values are low.

4.2.4.4 Measurement at lower category temperature

The frequency shall be 100 Hz or 120 Hz unless otherwise specified in the detail specification.

4.2.4.5 Requirement

See Table 3.

4.2.5 Insulation resistance of the external insulation (if required)

4.2.5.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.5, with the following details.

4.2.5.2 Measuring conditions

A metal foil shall be wrapped closely around the full length of the body of the capacitor, protruding by at least 5 mm from each end, provided a minimum space of 1 mm can be maintained between the metal foil and the terminations. The ends of the foil shall not be folded over the ends of the capacitor. If the 1 mm space cannot be maintained the protrusion of the foil shall be reduced as may be necessary to establish the 1 mm space.

When applicable, the V-block method is permitted as an alternative.

A direct voltage of $100\text{ V} \pm 15\text{ V}$ shall be applied between the metal foil or the V-block and the termination connected to the capacitor body for a minimum of 1 min or for the time required to obtain a stable reading. At the end of this period the insulation resistance shall be measured.

4.2.5.3 Requirement

See Table 3.

4.2.6 Voltage proof of the external insulation (if required)

4.2.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.6, with the details of 4.2.6.2 and 4.2.6.3.

4.2.6.2 Measuring conditions

A metal foil shall be wrapped closely around the body of the capacitor, protruding by at least 5 mm from each end, provided a minimum space of 1 mm can be maintained between the metal foil and the terminations. The ends of the foil shall not be folded over the ends of the capacitor. If the 1 mm space cannot be maintained, the protrusion of the foil shall be reduced as may be necessary to establish the 1 mm space.

When applicable, the V-block method is permitted as an alternative.

A direct voltage gradually increasing at a rate of 100 V/s to a maximum of 1 000 V shall be applied between the metal foil or the V-block and the termination connected to the capacitor body.

The voltage of 1 000 V shall be applied for $1\text{ min} \pm 5\text{ s}$.

4.2.6.3 Requirement

See Table 3.

4.3 Robustness of terminations

4.3.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.13, with the details of 4.3.2, 4.3.3 and 4.3.4.

4.3.2 Initial inspection

See Table 3.

4.3.3 Test Ua1, Ub and Uc applicable

See IEC 60384-1:2016, 4.13.2 (Test Ua1), 4.13.3 (Test Ub) and 4.13.4 (Test Uc).

Which test condition(s) is (are) applied shall be described in detail specification.

However, capacitors with external welds on wire leads shall be subjected only to the procedure of Test Ua₁ and to the bending test described in the detail specification.

4.3.4 Special bending test

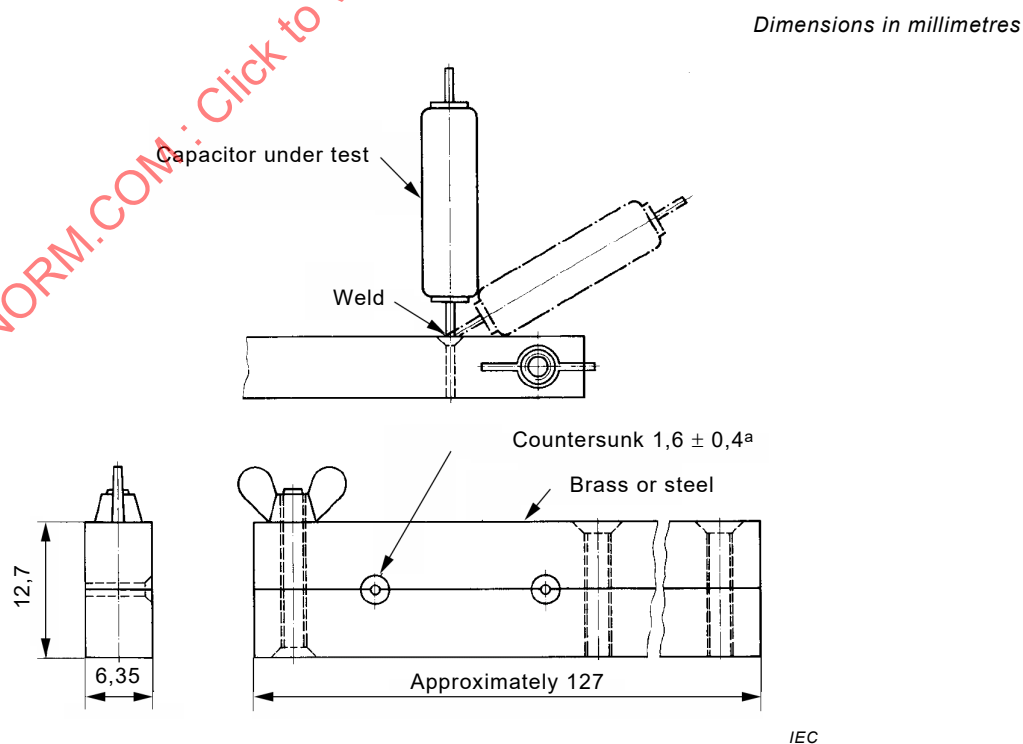
4.3.4.1 General

This examination shall determine the ability of the termination to withstand the bonding likely to be applied during normal assembly operation.

4.3.4.2 Test condition

See Figure 1 with the following detail.

4.3.4.3 Apparatus



^a The diameter of the hole should be 0,025 mm less than the diameter of the termination.

Figure 1 – Apparatus of special bending test

4.3.4.4 Test procedure

The termination shall be inserted into the hole in the fixture (Figure 1) so that the lower side of the weld on the soldered joint is approximately flush with the surface of the fixture. The case shall be forced over in such a manner that the tantalum stub is maintained in its axial position as closely as possible while bending the termination until the end of the case just touches the top surface of the fixture.

When the case is returned to its normal position, one bend will have been completed.

Subsequent bends shall be made in alternate directions.

4.3.4.5 Requirements

See Table 3.

4.4 Resistance to soldering heat

4.4.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.14, with the details of 4.4.2 and 4.4.3.

4.4.2 Conditions

No pre-drying.

4.4.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.5 Solderability

4.5.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.15, with the details of 4.5.2 and 4.5.3.

4.5.2 Test conditions

No ageing.

The test method (the globule test method, the bath method or soldering iron test method) shall be prescribed in the detail specification.

The requirements of the globule test method shall be prescribed in the detail specification.

Where neither the solder bath nor the solder globule method is appropriate, the soldering iron test shall be used with soldering iron size A.

4.5.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.6 Rapid change of temperature

4.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.16, with the following details.

4.6.2 Initial inspection

See Table 3.

4.6.3 Test conditions

The capacitors shall be subjected to test Na (see IEC 60068-2-14) for 5 cycles. The duration of the exposure at each temperature limit shall be 30 min.

4.6.4 Recovery

The recovery period shall be max. 16 h.

4.6.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.7 Vibration

4.7.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.17, with the details of 4.7.2 and 4.7.3.

4.7.2 Test condition

Test Fc (see IEC 60068-2-6) shall be applied with one of the following severities in Table 6 as prescribed by the detail specification.

Table 6 – Vibration test frequencies

Frequency Hz	Amplitude or acceleration (whichever is the lower acceleration)	Duration h
10 to 55	0,35 mm or 49 m/s ² (5 g)	3 × 0,5
10 to 55	0,75 mm or 98 m/s ² (10 g)	3 × 2
10 to 500	0,75 mm or 98 m/s ² (10 g)	3 × 2
10 to 2 000	0,75 mm or 98 m/s ² (10 g)	3 × 2

The detail specification shall specify the severity (frequency/amplitude or acceleration/duration) and shall also prescribe the mounting method to be used. For capacitors with axial leads and intended to be mounted by the leads only, the distance between the body and the mounting point shall be 6 mm ± 1 mm.

4.7.3 Final inspections and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in Table 3.

4.8 Bump

4.8.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.18, with the details of 4.8.2, 4.8.3 and 4.8.4.

Whether the bump or the shock test applies shall be described in the detail specification.

4.8.2 Mounting

See detail specification.

For capacitors with axial leads, the following applies:

- mounting: mounted by the leads only;
- the distance between the body and the mounting point: be $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

4.8.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- peak acceleration: 390 m/s^2 ;
- total number of bumps: 1 000 times for general-purpose grade capacitors;
4 000 times for long-life grade capacitors;
- duration of pulse: see detail specification.

4.8.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.9 Shock

4.9.1 General

See IEC 60384-1: 2016, 4.19, with the details of 4.9.2, 4.9.3 and 4.9.4.

Whether the bump or the shock test applies shall be described in the detail specification.

4.9.2 Mounting

See the detail specification.

For capacitors with axial leads the following applies:

- mounting: mounted by the leads only;
- the distance between the body and the mounting point is $6 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

4.9.3 Test conditions

See the detail specification with the following items:

- Pulse shape: half-sine
- Peak acceleration: see Table 7
- Duration of pulse: see Table 7

Table 7 – Shock peak acceleration/pulse duration

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

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

4.9.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.10 Climatic sequence

4.10.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.21, with the details of 4.10.2 to 4.10.10.

4.10.2 Initial inspection

See Table 3.

4.10.3 Dry heat

See IEC 60384-1:2016, 4.21.3, with the following details.

- Temperature: upper category temperature;
- Duration: 16 h.

4.10.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2016, 4.21.4.

4.10.5 Cold

See IEC 60384-1:2016, 4.21.5, with the following details.

- Temperature: lower category temperature;
- Duration: 2 h.

4.10.6 Low air pressure (if required)

4.10.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.21.6, with the details of 4.10.6.2.

4.10.6.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

- temperature: $+5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+35 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- air pressure: 8,5 kPa;
- duration of test: 5 min;
- applied voltage: rated voltage is applied during the last minute of test.

4.10.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles

See IEC 60384-1:2016, 4.21.7.

4.10.8 Recovery

If the capacitors have been immersed in a liquid, they shall be shaken to remove excess liquid.

The recovery period shall be 1 h to 2 h under the standard atmospheric conditions.

4.10.9 Sealing (if required)

See IEC 60384-1: 2016, 4.20, with the following details.

The test shall be applied at the end of the climatic sequence.

4.10.10 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.11 Damp heat, steady state

4.11.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.22, with the details of 4.11.2 and 4.11.3.

4.11.2 Initial inspection

See Table 3.

4.11.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.12 Endurance

4.12.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.23, with the details of 4.12.2, 4.12.3, 4.12.4 and 4.12.5.

4.12.2 Initial inspection

See Table 3.

4.12.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- Duration: 2 000 h for long-life grade capacitors;
1 000 h for general-purpose grade capacitors.
- Ambient temperature: upper category temperature.
- Applied voltage: category voltage, unless otherwise specified in the detail specification.

NOTE When the category voltage and/or temperatures are different from the rated voltage and/or temperatures, the sample tested is divided into two parts and submitted to the rated and category voltages and temperatures respectively.

During the test of bipolar capacitors, the applied voltage shall be reversed in polarity at intervals of $168 \text{ h} \pm 24 \text{ h}$.

When specified in the detail specification, a sinusoidal alternating voltage with frequency of 50 Hz, 60 Hz, 100 Hz or 120 Hz, as specified, may be superimposed on the d.c. voltage provided that the peak voltage does not exceed the value of the rated direct voltage and that the rated ripple current is not exceeded.

- a) For solid electrolyte capacitors only, the test voltage shall be applied gradually (not less than 2 min but not more than 5 min) either by a slow build-up of voltage or through a

resistor which shall be shorted out within 5 min. The impedance seen from the terminals of each capacitor shall not exceed 3 Ω .

- b) For non-solid electrolyte capacitors, the test voltage shall be supplied by a regulated power supply free from surges, having a low internal resistance, and shall be applied to each capacitor or capacitor section through a separate resistor. The value of this resistor shall be so chosen that a short-circuit of one of the capacitors or capacitor sections will have no influence on the rest of the sample, but the resistance value shall not exceed 1 000 Ω .

4.12.4 Recovery

The recovery period shall be less than 16 h.

4.12.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.13 Surge voltage

4.13.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.26, with the details of 4.13.2, 4.13.3 and 4.13.4.

4.13.2 Initial inspection

See Table 3.

4.13.3 Test conditions

The capacitors shall be subjected to 1 000 cycles, each consisting of a charge as described below, followed by a no-load period of 5 min and 30 s.

A voltage, equal to the surge voltage, shall be applied during 30 s through a resistor with a value so that the total resistance in series with the capacitor and voltage source is $1\,000\,\Omega \pm 100\,\Omega$.

The test shall be carried out at the test temperatures given in Table 8.

Table 8 – Test temperature

Upper category temperature	Test temperature
$\leq 85\,^{\circ}\text{C}$	All specimens are at upper category temperature
$> 85\,^{\circ}\text{C}$	50 % of the specimens at $85\,^{\circ}\text{C}$ and the remaining 50 % at the upper category temperature

Each surge voltage cycle shall be performed in such a manner that the capacitor is discharged through the resistor of approximately 1 000 Ω at the end of the 30 s application.

The test shall be terminated on the discharge portion of the cycle. For bipolar capacitors, the polarity shall be reversed after 500 cycles.

4.13.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.14 Reverse voltage (if required)

4.14.1 General

See the details in 4.14.2, 4.14.3 and 4.14.4.

4.14.2 Initial inspection

Not required.

4.14.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

a) Sub-family 1:

- Temperature: rated temperature;
- Applied voltage: a voltage of 3 V d.c., unless otherwise specified in the detail specification, shall be supplied in reverse voltage polarity direction to each capacitor through a resistor of $1\,000\ \Omega \pm 100\ \Omega$;
- Duration: 125 h in the reverse polarity direction with the test reverse voltage, followed by 125 h in the forward polarity direction with the rated voltage.

b) Sub-family 2:

- Temperature: rated temperature;
- Applied voltage: $0,1 \times$ rated voltage, but with max. 3 V d.c., unless otherwise specified in the detail specification, shall be supplied in reverse voltage polarity direction;
The voltage applied to each capacitor shall be from a voltage source with a minimum impedance of $0,1\ \Omega/\text{V}$ with a maximum of $3\ \Omega$.
(The voltage shall be applied gradually as described in 4.12.3 a).
- Duration: 125 h in the reverse polarity direction with test reverse voltage followed by 125 h in the forward polarity direction with the rated voltage.

4.14.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.15 Characteristics at high and low temperature

4.15.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.29, with the details in 4.15.2.

4.15.2 Final inspections and requirements

The capacitors shall be measured at each temperature step and shall meet the requirements given in Table 3.

4.16 Charge and discharge (if required)

4.16.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.27, with the details in 4.16.2, 4.16.3, 4.16.4 and 4.16.5.

4.16.2 Initial inspection

Not required.

4.16.3 Test conditions

At an ambient temperature of 20 °C, unless otherwise specified in the detail specification, the capacitors shall be subjected to the specified number of cycles, each cycle consisting of a charge according to a), followed by a discharge according to b).

The detail specification shall state the cases where an increase of the cycling period is required, leaving the charging time unchanged so as not to exceed the maximum permissible heat generated in the capacitor.

a) Charge

- Applied voltage: rated direct voltage;
- Internal resistance of the voltage source plus external series;
- Resistor: see detail specification;
- Duration: 0,5 s.

b) Discharge

- No voltage applied;
- Discharge resistor: see detail specification;
- Duration: 0,5 s.

c) Number of cycles: 10⁶ cycles.

4.16.4 Recovery

The recovery period shall be 24 h.

4.16.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.17 Component solvent resistance

See IEC 60384-1:2016, 4.31.

4.18 Solvent resistance of the marking

See IEC 60384-1:2016, 4.32.

4.19 High surge current (if required)

4.19.1 General

If required for solid electrolyte capacitors only, see IEC 60384-1:2016, 4.39, with the details in 4.19.2 and 4.19.3.

4.19.2 Initial inspection

Not required.

4.19.3 Final inspections and requirements

Final inspections and requirements are those for the subsequent tests in Group 0 or in the blank detail specification or Group A, as appropriate.

Bibliography

IEC 60068-2-54:2006, *Environmental testing – Part 2-54: Tests – Test Ta: Solderability testing of electronic components by the wetting balance method*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-15:2017

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-15:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
1 Généralités	41
1.1 Domaine d'application	41
1.2 Objet	41
1.3 Références normatives	41
1.4 Informations à spécifier dans une spécification particulière	42
1.4.1 Généralités	42
1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions	42
1.4.3 Montage	43
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques	43
1.4.5 Marquage	43
1.5 Termes et définitions	43
1.6 Marquage	44
1.6.1 Généralités	44
1.6.2 Informations pour le marquage	44
1.6.3 Marquage sur les condensateurs	44
1.6.4 Marquage sur l'emballage	44
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles	44
2.1 Caractéristiques préférentielles	44
2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées	45
2.2.1 Capacité nominale (C_N)	45
2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale	45
2.2.3 Tension assignée (U_R)	45
2.2.4 Tension de catégorie (U_C)	45
2.2.5 Tension inverse	45
2.2.6 Surtension (U_{RS} ou U_{CS})	45
2.2.7 Ondulation (si exigé)	46
2.2.8 Température assignée	46
3 Procédures d'assurance de la qualité	46
3.1 Étape initiale de fabrication	46
3.2 Composants de structure similaire	46
3.3 Enregistrements d'essais certifiés de lots livrés	46
3.4 Procédures d'homologation	46
3.4.1 Généralités	46
3.4.2 Homologation fondée sur la procédure avec un effectif d'échantillon fixe	47
3.4.3 Essais	47
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	55
3.5.1 Formation des lots d'inspection	55
3.5.2 Programme d'essai	56
3.5.3 Livraison différée	56
3.5.4 Niveaux d'assurance	56
4 Procédures d'essai et de mesure	57
4.1 Examen visuel et contrôle des dimensions	57
4.2 Essais électriques	57
4.2.1 Courant de fuite	57
4.2.2 Capacité	58

4.2.3	Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)	58
4.2.4	Impédance (si exigé)	58
4.2.5	Résistance d'isolement de l'isolation externe (si exigé).....	59
4.2.6	Tension de tenue de l'isolation externe (si exigé)	60
4.3	Robustesse des sorties	60
4.3.1	Généralités	60
4.3.2	Inspection initiale.....	60
4.3.3	Essai U_{a1} , U_b et U_c applicable.....	60
4.3.4	Essai spécial de pliage	60
4.4	Résistance à la chaleur de brasage	61
4.4.1	Généralités	61
4.4.2	Conditions	61
4.4.3	Inspections finales et exigences	62
4.5	Brasabilité.....	62
4.5.1	Généralités	62
4.5.2	Conditions d'essai	62
4.5.3	Inspections finales et exigences	62
4.6	Variations rapides de température	62
4.6.1	Généralités	62
4.6.2	Inspection initiale.....	62
4.6.3	Conditions d'essai	62
4.6.4	Reprise.....	62
4.6.5	Inspections finales et exigences	62
4.7	Vibrations	62
4.7.1	Généralités	62
4.7.2	Condition d'essai	63
4.7.3	Inspections finales et exigences	63
4.8	Secousses	63
4.8.1	Généralités	63
4.8.2	Montage	63
4.8.3	Conditions d'essai	63
4.8.4	Inspections finales et exigences	63
4.9	Chocs	64
4.9.1	Généralités	64
4.9.2	Montage	64
4.9.3	Conditions d'essai	64
4.9.4	Inspections finales et exigences	64
4.10	Séquence climatique.....	64
4.10.1	Généralités	64
4.10.2	Inspection initiale.....	64
4.10.3	Chaleur sèche	65
4.10.4	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle	65
4.10.5	Froid.....	65
4.10.6	Basse pression atmosphérique (si exigé).....	65
4.10.7	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants.....	65
4.10.8	Reprise.....	65
4.10.9	Étanchéité (si exigé).....	65
4.10.10	Inspections finales et exigences	65
4.11	Chaleur humide, essai continu	66

4.11.1	Généralités	66
4.11.2	Inspection initiale.....	66
4.11.3	Inspections finales et exigences	66
4.12	Endurance	66
4.12.1	Généralités	66
4.12.2	Inspection initiale.....	66
4.12.3	Conditions d'essai	66
4.12.4	Reprise.....	67
4.12.5	Inspections finales et exigences	67
4.13	Surtension	67
4.13.1	Généralités	67
4.13.2	Inspection initiale.....	67
4.13.3	Conditions d'essai	67
4.13.4	Inspections finales et exigences	67
4.14	Tension inverse (si exigé)	67
4.14.1	Généralités	67
4.14.2	Inspection initiale.....	67
4.14.3	Conditions d'essai	68
4.14.4	Inspections finales et exigences	68
4.15	Caractéristiques à hautes et basses températures	68
4.15.1	Généralités	68
4.15.2	Inspections finales et exigences	68
4.16	Charge et décharge (si exigé)	68
4.16.1	Généralités	68
4.16.2	Inspection initiale.....	68
4.16.3	Conditions d'essai	68
4.16.4	Reprise.....	69
4.16.5	Inspections finales et exigences	69
4.17	Résistance du composant aux solvants	69
4.18	Résistance du marquage aux solvants	69
4.19	Surintensité (si exigé)	69
4.19.1	Généralités	69
4.19.2	Inspection initiale.....	69
4.19.3	Inspections finales et exigences	69
	Bibliographie.....	70
	Figure 1 – Appareillage d'essai spécial de pliage	61
	Tableau 1 – Tension assignée, tension de catégorie et surtension	46
	Tableau 2 – Plan d'échantillonnage pour les essais d'homologation.....	48
	Tableau 3 – Programme d'essai pour homologation	49
	Tableau 4 – Inspection lot par lot	57
	Tableau 5 – Inspection périodique	57
	Tableau 6 – Fréquences de l'essai de vibration	63
	Tableau 7 – Accélération maximale/durée d'impulsion des chocs	64
	Tableau 8 – Température d'essai	67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS
DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 15: Spécification intermédiaire:
Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte non solide ou solide****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 60384-15 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1982, l'Amendement 1:1987 et l'Amendement 2:1992, et constitue une révision technique.

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

- a) La structure a été révisée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2:2016 (septième édition) dans la mesure du possible, et harmonisée avec d'autres types de documents similaires.

- b) En outre, l'Article 4 et tous les tableaux ont été revus afin d'éviter les doubles emplois et les contradictions.

La présente version bilingue (2021-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-05.

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-15:2017

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 15: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte non solide ou solide

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60384 s'applique aux condensateurs au tantale à montage par trous/au plomb, polarisés et bipolaires, à électrolyte solide et à électrolyte non solide, utilisés dans les équipements électroniques.

Elle comprend les condensateurs utilisés dans des applications de longue durée de vie et les condensateurs utilisés dans des applications d'usage général.

Les condensateurs pour des applications d'usage spécial peuvent nécessiter des exigences supplémentaires.

Le présent document couvre deux sous-familles fondamentales:

- Sous-famille 1: Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte non solide et à anode poreuse.
- Sous-famille 2: Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte solide et à anode poreuse.

1.2 Objet

Le présent document a pour objet de spécifier les valeurs assignées et caractéristiques préférentielles, de sélectionner, en se référant à l'IEC 60384-1:2016, les procédures d'assurance de la qualité, les essais et les méthodes de mesure appropriés et de donner les exigences de performance générales pour ce type de condensateur. Les sévérités et les exigences d'essai précisées dans les spécifications particulières se rapportant à la présente spécification intermédiaire doivent présenter des niveaux de performance supérieurs ou égaux, les niveaux de performance inférieurs n'étant pas autorisés.

1.3 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

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

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

IEC 60384-1:2016, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60417, *Symboles graphique utilisable sur le matériel*

IEC 61193-2:2007, *Système d'assurance de la qualité – Partie 2: Choix et utilisation des plans d'échantillonnages pour le contrôle des composants électroniques et des boîtiers*

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

1.4 Informations à spécifier dans une spécification particulière

1.4.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent être établies à partir de la spécification particulière-cadre.

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 données en 1.4.2 peuvent, pour des raisons pratiques, être présentées sous forme de tableau.

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

1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Une représentation des condensateurs doit être incluse pour identifier facilement les condensateurs et les 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.

Les valeurs numériques du corps doivent être indiquées comme suit:

- pour les types généraux: la longueur, la largeur et la hauteur;
- pour les types cylindriques: le diamètre et la longueur.

Les valeurs numériques des bornes doivent être indiquées comme suit:

- pour les types généraux: l'espacement;
- pour les bornes au plomb: le diamètre et l'espacement.

Lorsque la configuration est différente de celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit indiquer ces informations sur les dimensions et décrire convenablement le condensateur.

1.4.3 Montage

La spécification particulière doit spécifier la méthode de montage à utiliser pour une utilisation normale et lors des essais de vibrations et de secousses ou de chocs. 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, lesquels doivent être utilisés lors des essais de vibrations et de secousses ou de chocs.

1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.4.4.1 Généralités

Les valeurs assignées et les caractéristiques doivent être indiquées conformément aux articles correspondants de la présente spécification et respecter les points présentés en 1.4.4.2, 1.4.4.3 et 1.4.4.4.

1.4.4.2 Plage de capacités nominales

Voir 2.2.1.

Lorsque des produits homologués conformément à la spécification particulière comportent différentes plages de capacités, il convient d'ajouter la déclaration suivante:

"La plage de capacités nominales disponibles dans chaque plage de tensions peut être consultée dans le registre des homologations, disponible par exemple sur le site Web www.iecq.org, le système de certification en ligne IECQ".

1.4.4.3 Caractéristiques particulières

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

1.4.4.4 Brasage

La spécification particulière doit préciser les méthodes d'essai, les sévérités et les exigences applicables aux essais de brasabilité et aux essais de résistance à la chaleur de brasage.

1.4.5 Marquage

La spécification particulière doit préciser le contenu du marquage sur le condensateur et sur l'emballage. Tout écart par rapport à 1.6, doit être indiqué dans la spécification particulière.

1.5 Termes et définitions

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

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

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

1.5.1

capacité

<condensateur électrolytique> circuit équivalent ayant une capacité et une résistance en série mesurée avec une forme d'onde de courant alternatif approximativement sinusoïdale à une fréquence spécifiée

1.5.2

condensateur

<catégorie longue durée de vie> condensateurs destinés à des applications dans lesquelles un haut degré de stabilité des caractéristiques sur une longue durée de vie est essentiel

1.5.3

condensateur

<catégorie usage général> condensateurs destinés à des applications dans lesquelles les performances élevées des condensateurs de la catégorie longue durée de vie ne sont pas exigées

1.6 Marquage

1.6.1 Généralités

Voir 2.4 de l'IEC 60384-1:2016 avec les informations détaillées indiquées en 1.6.2, 1.6.3 et 1.6.4.

1.6.2 Informations pour le marquage

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

- a) polarité des sorties (sauf identification par la construction);
- b) capacité nominale;
- c) tension assignée (la tension continue peut être représentée par le symbole: --- (IEC 60417-5031:2002) ou —);
- d) tolérance sur la capacité nominale;
- e) année et mois (ou année et semaine) de fabrication;
- f) nom du fabricant et/ou marque de fabrique;
- g) désignation de type du fabricant;
- h) référence à la spécification particulière.

1.6.3 Marquage sur les condensateurs

Les éléments a), b) et c) de 1.6.2 doivent être clairement marqués sur le condensateur, et les autres éléments sont dans toute la mesure du possible marqués en fonction de leur nécessité. Il convient d'éviter toute duplication d'informations sur le marquage du condensateur.

1.6.4 Marquage sur l'emballage

Il convient que l'emballage contenant les condensateurs comporte un marquage clair indiquant toutes les informations présentées en 1.6.2 si nécessaire.

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

Les catégories climatiques préférentielles doivent être indiquées uniquement dans les caractéristiques préférentielles.

Les condensateurs couverts par la présente spécification sont classés en catégories climatiques selon les règles générales données dans l'IEC 600681:2013, Annexe A.

La température de catégorie inférieure et supérieure doit être choisie parmi les valeurs suivantes:

- température de catégorie inférieure: -55 °C ;
- température de catégorie supérieure: $+85\text{ °C}$ et $+125\text{ °C}$.
- durée de l'essai de chaleur humide et de l'essai continu: 21 jours et 56 jours.

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

2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées

2.2.1 Capacité nominale (C_N)

Les valeurs préférentielles de capacité nominale sont exprimées en microfarad (μF).

Les valeurs préférentielles de capacité nominale doivent être choisies dans la série E12 de l'IEC 60063 et leurs multiples décimaux. Ces valeurs sont:

1,0 – 1,2 – 1,5 – 1,8 – 2,2 – 2,7 – 3,3 – 3,9 – 4,7 – 5,6 – 6,8 – 8,2,

et leurs multiples décimaux ($\times 10^n$, n : entier).

2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

Les valeurs préférentielles de tolérance sur la capacité assignée sont:

$\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$

2.2.3 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles des tensions continues assignées choisies dans les séries R10, R20 et R40 de l'ISO 3 sont:

- de R 10: 1,0 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 – 6,3 – 8,0;
- de R 20: 3,5¹;
- de R 40: 3,0 – 7,5;

et leurs multiples décimaux ($\times 10^n$, n : entier).

2.2.4 Tension de catégorie (U_C)

Les tensions de catégorie des condensateurs possédant une température de catégorie supérieure de 125 °C sont données dans le Tableau 1.

2.2.5 Tension inverse

Si cela est exigé, la valeur de la tension inverse à laquelle un condensateur polarisé peut résister en continu à n'importe quelle température comprise entre la température de catégorie inférieure et la température assignée doit être incluse dans la spécification particulière.

2.2.6 Surtension (U_{RS} ou U_{CS})

La surtension doit être au minimum 1,15 fois la tension assignée ou la tension de catégorie arrondie au volt le plus proche, donnée dans le Tableau 1.

¹ L'ISO 3 indique la valeur 3,55 pour R 20

Tableau 1 – Tension assignée, tension de catégorie et surtension*Valeurs en volts*

U_R	2	3	4	6,3	10	16	20	25	35	40	50	63	75	100	125
U_C	1,3	2	2,6	4,2	6,7	10,7	13,4	16,7	23,4	26,8	33,5	42,2	50,2	67	83,7
U_{RS}	2,3	3,4	4,6	7,2	11,5	18,4	23	28,7	40,2	46	57,5	74,4	86,2	115	143,7
U_{CS}	1,4	2,3	3	4,8	7,7	12,3	15,4	19,2	26,9	30,8	38,5	48,5	57,7	77	96,2

Légende

U_R : Tension assignée

U_C : Tension de catégorie

U_{RS} : Surtension par rapport à la tension assignée

U_{CS} : Surtension par rapport à la tension de catégorie

2.2.7 Ondulation (si exigé)

Le courant d'ondulation et/ou la tension d'ondulation doivent être indiqués dans la spécification particulière.

2.2.8 Température assignée

La valeur normale de la température assignée est de +85 °C sauf indication contraire dans la spécification.

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Étape initiale de fabrication

Pour les condensateurs à électrolyte solide, l'étape initiale de fabrication est la formation de la couche d'oxyde.

3.2 Composants de structure similaire

Les condensateurs, considérés comme ayant une structure similaire, sont des condensateurs produits à partir de matériaux et processus similaires, bien que leurs dimensions de boîtiers et leurs valeurs puissent être différentes.

3.3 Enregistrements d'essais certifiés de lots livrés

Les informations exigées en Q.1.5 de l'IEC 60384-1:2016 doivent être mises à disposition lorsqu'elles sont précisées dans la spécification particulière et lorsqu'elles sont demandées par un acheteur. Après l'essai d'endurance, les paramètres exigés sont la variation de capacité, la tangente de l'angle de perte et le courant de fuite.

3.4 Procédures d'homologation

3.4.1 Généralités

Les procédures d'essais d'homologation sont présentées en Q.2 de l'IEC 60384-1:2016.

Le programme à utiliser pour les essais d'homologation fondés sur des essais lot par lot et des essais périodiques est présenté en 3.5. La procédure utilisant un programme avec un effectif d'échantillon fixe est présentée en 3.4.2 et 3.4.3.

3.4.2 Homologation fondée sur la procédure avec un effectif d'échantillon fixe

La procédure avec un effectif d'échantillon fixe est décrite au Q.2.4 de l'IEC 60384-1:2016. L'échantillon doit être représentatif de la plage de condensateurs à homologuer. Ils peuvent représenter la totalité ou une partie de la plage indiquée dans la spécification particulière.

L'échantillon doit être composé de quatre éprouvettes présentant les tensions maximales et minimales et, pour ces tensions, la dimension de boîtier maximale et minimale. Quand il existe plus de quatre dimensions de boîtier, une dimension de boîtier intermédiaire doit également faire l'objet d'essais. Pour chacune de ces combinaisons (valeurs) dimension de boîtier/tension, la capacité maximale doit être choisie. Ainsi, pour homologuer une plage, les essais sont exigés pour quatre ou six valeurs. Lorsque la plage est composée de moins de quatre valeurs, le nombre d'éprouvettes à soumettre à l'essai doit être celui exigé pour quatre valeurs.

Des éprouvettes de rechange sont admises dans les conditions suivantes:

Deux (pour 6 valeurs) ou trois (pour 4 valeurs) éprouvettes par valeur peuvent être utilisées pour remplacer les éprouvettes non conformes en raison d'incidents non imputables au fabricant.

Les nombres donnés dans le Groupe 0 considèrent par hypothèse que tous les groupes sont applicables. 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 d'éprouvettes exigé pour le Groupe 0 doit être augmenté du nombre exigé pour les groupes supplémentaires.

Le Tableau 2 donne le nombre d'échantillons à soumettre à un essai dans chaque groupe ou sous-groupe et le nombre admissible d'éléments non conformes pour les essais d'homologation.

3.4.3 Essais

Les séries complètes d'essais spécifiées dans les Tableau 2 et Tableau 3 sont exigées pour l'homologation des condensateurs 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.

Les éprouvettes non conformes observées pendant les essais du Groupe 0 ne doivent pas être utilisées pour les autres groupes.

L'homologation est accordée lorsque le nombre d'éléments non conformes est zéro.

Le Tableau 2 et le Tableau 3 forment ensemble le programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation fondée sur la procédure avec un effectif d'échantillon fixe.

Le Tableau 2 indique le nombre d'échantillons et d'éléments non conformes admissibles pour chaque essai ou groupe d'essais.

Le Tableau 3 résume les conditions d'essai et des exigences de performance, et les choix des conditions d'essai et des exigences de performance dans la spécification particulière.

Il convient que les conditions d'essai et les exigences de performance pour l'homologation fondée sur la procédure avec un effectif d'échantillon fixe soient identiques à celles applicables au contrôle de conformité de la qualité présentées dans la spécification particulière.

Tableau 2 – Plan d'échantillonnage pour les essais d'homologation

Groupe no.		Essai	Paragraphe	Nombre d'éprouvettes n^b	Nombre admissible d'éléments non conformes c
0		Examen visuel	4.1	104+8 ^c	0
		Dimensions	4.1		
		Courant de fuite	4.2.1		
		Capacité	4.2.2		
		Tangente de l'angle de perte	4.2.3		
		Impédance ^a	4.2.4		
		Résistance d'isolement de l'isolation externe ^a	4.2.5		
		Tension de tenue de l'isolation externe ^a	4.2.6		
		Surintensité ^a	4.19		
		Éprouvettes de rechange			
1	1A	Robustesse des sorties	4.3	8	0
		Résistance à la chaleur de brasage	4.4		
		Résistance du composant aux solvants	4.17		
	1B	Brasabilité	4.5		
		Résistance du marquage aux solvants	4.18		
		Variations rapides de température	4.6		
		Vibrations	4.7		
		Secousses ^a	4.8		
		Chocs ^a	4.9		
		Séquence climatique	4.10		
2		Chaleur humide, essai continu	4.11	36	0
3		Endurance	4.12	20	0
4A		Surtension	4.13	20	0
4B		Tension inverse ^a	4.14	8	0
5		Caractéristiques à hautes et basses températures	4.15	8	0
		Charge et décharge ^a	4.16	12	0

^a Si exigé.

^b Voir 3.4.2 pour les combinaisons dimension de boîtier/tension.

^c Éprouvettes de rechange.

Tableau 3 – Programme d'essai pour homologation (1 de 7)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 0	ND		Voir le Tableau 2	
4.1 Examen visuel		Voir 4.1		Marquage lisible et comme spécifié dans la spécification particulière
4.1 Dimensions (détail)		Voir 4.1		Se reporter à la spécification particulière
4.2.1 Courant de fuite		Voir 4.2.1.2		≤ la limite initiale définie dans la spécification particulière (à 20 °C, 85 °C et 125 °C)
4.2.2 Capacité		Voir 4.2.2.2		Selon les tolérances spécifiées
4.2.3 Tangente de l'angle de perte		Voir 4.2.3.2		≤ la limite initiale définie dans la spécification particulière
4.2.4 Impédance ^c Mesurage initial Mesurage à la température de catégorie inférieure		Voir 4.2.4.3 Voir 4.2.4.2 Voir 4.2.4.4		Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière
4.2.5 Résistance d'isolement de l'isolation externe ^c		Voir 4.2.5.2		≥ 100 MΩ
4.2.6 Tension de tenue de l'isolation externe ^c		Voir 4.2.6.2		Pas de claquage ni de contournement pendant l'essai
4.19 Surintensité ^d		Voir 4.39 de l'IEC 60384- 1:2016.		
Groupe 1A	D		Voir le Tableau 2	
4.3 Robustesse des sorties 4.3.2 Inspection initiale Capacité 4.3.5 Inspections finales Examen visuel Capacité		Voir 4.3.3 Voir 4.2.2.2 Voir 4.1 Voir 4.2.2.2		Selon les tolérances spécifiées Les sorties doivent résister à 4 pliages consécutifs. Se reporter à la spécification particulière
4.4 Résistance à la chaleur de brasage 4.4.3 Inspections finales Examen visuel Capacité		Voir 4.14 de l'IEC 60384- 1:2016. Voir 4.1 Voir 4.2.2.2		Marquage lisible et comme spécifié dans la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière
4.17 Résistance du composant aux solvants		Voir 4.31 de l'IEC 60384- 1:2016.		

Tableau 3 (2 de 7)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 1B	D		Voir le Tableau 2	
4.5 Brasabilité 4.5.3 Inspection finale Examen visuel		Voir 4.5.2 Voir 4.1		Bon étamage comme en témoigne l'écoulement libre de la brasure avec mouillage des sorties
4.18 Résistance du marquage aux solvants		Voir 4.32 de l'IEC 60384: -1 2016.		
4.6 Variations rapides de température 4.6.2 Inspection initiale Capacité 4.6.4 Reprise 4.6.5 Inspection finale Capacité		Voir 4.6.3 Voir 4.2.2.2 Voir 4.6.4 Voir 4.2.2.2		Selon les tolérances spécifiées Se reporter à la spécification particulière
4.7 Vibrations 4.7.3 Inspections finales Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte Impédance ^c		Voir 4.7.2 Voir 4.1 Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 Voir 4.2.4.3		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière
4.8 Secousses ^c 4.8.2 Montage 4.8.4 Inspections finales Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte Impédance ^c		Voir 4.8.3 Voir 4.8.2 Voir 4.1 Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 Voir 4.2.4.3		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière

Tableau 3 (3 de 7)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 1B (suite)	D		Voir le Tableau 2	
4.9 Chocs ^c		Voir 4.9.3		
4.9.2 Montage		Voir 4.8.2		
4.9.4 Inspections finales				
Examen visuel		Voir 4.1		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide
Courant de fuite		Voir 4.2.1.2		Se reporter à la spécification particulière
Capacité		Voir 4.2.2.2		Se reporter à la spécification particulière
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.2.3.2		Se reporter à la spécification particulière
Impédance ^c		Voir 4.2.4.3		Se reporter à la spécification particulière
Groupe 1	D		Voir le Tableau 2	
4.10 Séquence climatique		Voir 4.10.3		
4.10.2 Inspection initiale				
Capacité		Voir 4.2.2.2		Selon les tolérances spécifiées
4.10.3 Chaleur sèche		Voir 4.21.3 de l'IEC 60384-1:2016.		
4.10.4 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle		Voir 4.21.4 de l'IEC 60384-1:2016.		
4.10.5 Froid		Voir 4.21.5 de l'IEC 60384-1:2016.		
4.10.6 Basse pression atmosphérique ^c		Voir 4.10.6.2		
4.10.7 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants		Voir 4.21.7 de l'IEC 60384-1:2016.		
4.10.8 Reprise		Voir 4.10.8		
4.10.9 Étanchéité ^c		Voir 4.20 de l'IEC 60384-1:2016.		
4.10.10 Inspections finales				
Examen visuel		Voir 4.1		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide
Courant de fuite		Voir 4.2.1.2		Marquage lisible ≤ Limite initiale

Tableau 3 (4 de 7)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 1 (suite)	D		Voir le Tableau 2	
Capacité		Voir 4.2.2.2		Pour la catégorie usage général: $ \Delta C/C \leq 12\%$ de la valeur mesurée en 4.10.2 Pour la catégorie longue durée de vie: $ \Delta C/C \leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.10.2 $ \Delta C/C \leq 8\%$ de la valeur mesurée en 4.3.2 ou 4.6.2 ^c
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.2.3.2		$\leq$ Limite initiale
Groupe 2	D		Voir le Tableau 2	
4.11 Chaleur humide, essai continu		Voir 4.22 de l'IEC 60384-1:2016.		
4.11.2 Inspection initiale				
Capacité		Voir 4.2.2.2		Selon les tolérances spécifiées
4.11.3 Reprise		Voir 4.11.3		
4.11.4 Inspections finales				
Examens visuels		Voir 4.1		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide
Courant de fuite		Voir 4.2.1.2		Marquage lisible $\leq$ la limite initiale
4.11.4 Inspections finales (suite)				
Capacité		Voir 4.2.2.2		Sous-famille 1: Pour la catégorie usage général: $ \Delta C/C \leq 12\%$ de la valeur mesurée en 4.11.2 Pour la catégorie longue durée de vie: $ \Delta C/C \leq 8\%$ de la valeur mesurée en 4.11.2 Sous-famille 2: $ \Delta C/C \leq$ la limite initiale
Résistance d'isolement de l'isolation externe ^c		Voir 4.2.5.2		Pas de claquage ni de contournement
Tension de tenue de l'isolation externe ^c		Voir 4.2.6.2		$\geq 100\text{ M}\Omega$

Tableau 3 (5 de 7)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a																
Groupe 3	D		Voir le Tableau 2																	
4.12 Endurance		Voir 4.12.3		Selon les tolérances spécifiées																
4.12.2 Inspection initiale																				
Capacité																				
4.12.4 Reprise																				
4.12.5 Inspections finales																				
Examens visuels		Voir 4.1		Aucun dommage visible Marquage lisible ≤1,25 fois la limite initiale $ \Delta C/C $ comparé aux valeurs mesurées en 4.12.2:																
Courant de fuite		Voir 4.2.1.2																		
Capacité		Voir 4.2.2.2																		
		<table><tr><td>Sous-famille</td><td>U_R^e</td><td>85°C</td><td>125°C ^c</td></tr><tr><td rowspan="2">1</td><td>≤160</td><td>≤20 %</td><td>≤25 %</td></tr><tr><td>>160</td><td>≤15 %</td><td>≤20 %</td></tr><tr><td rowspan="2">2</td><td>≤160</td><td>≤15 %</td><td>≤25 %</td></tr><tr><td>>160</td><td>≤10 %</td><td>≤20 %</td></tr></table>	Sous-famille	U_R^e	85°C	125°C ^c	1	≤160	≤20 %	≤25 %	>160	≤15 %	≤20 %	2	≤160	≤15 %	≤25 %	>160	≤10 %	≤20 %
Sous-famille	U_R^e	85°C	125°C ^c																	
1	≤160	≤20 %	≤25 %																	
	>160	≤15 %	≤20 %																	
2	≤160	≤15 %	≤25 %																	
	>160	≤10 %	≤20 %																	
Tangente de l'angle de perte	Voir 4.2.3.2	Sous-famille 1: ≤1,3 fois la limite initiale Sous-famille 2: ≤Limite initiale																		
Groupe 4A	D		Voir le Tableau 2																	
4.13 Surtension		Voir 4.13.3		Selon les tolérances spécifiées																
4.13.2 Inspection initiale																				
Capacité																				
4.13.4 Inspections finales																				
Examens visuels																				
Courant de fuite		Voir 4.1		Aucun dommage visible ≤Limite initiale ≤Limite initiale ≤Limite initiale																
Capacité		Voir 4.2.1.2																		
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.2.2.2																		
	Voir 4.2.3.2																			

Tableau 3 (6 de 7)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 4B	D		Voir le Tableau 2	
4.14 Tension inverse ^c 4.14.4 Inspections finales Examens visuels Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte		Voir 4.14.3 Voir 4.1 Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2		Aucun dommage visible ≤ Limite initiale ≤ Limite initiale ≤ Limite initiale
Groupe 5	D		Voir le Tableau 2	
4.15 Caractéristiques à hautes et basses températures <i>Palier 1: 20 °C</i> Courant de fuite ^f Capacité ^f Tangente de l'angle de perte ^f Impédance (à la même fréquence qu'au Palier 2) ^{c f} <i>Palier 2: température de catégorie inférieure</i> Capacité Tangente de l'angle de perte Impédance ^c <i>Palier 3: 20 °C</i> Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte Impédance ^c <i>Palier 4: température assignée</i> Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte ^c Impédance ^c		Voir 4.29 de l'IEC 60384-1 2016. Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 Voir 4.2.4.3 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 Voir 4.2.4.3 Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 Voir 4.2.4.3 Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 Voir 4.2.4.3		 Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière

Tableau 3 (7 de 7)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 5 (suite)	D		Voir le Tableau 2	
4,15 <i>Palier 5</i> : température de catégorie supérieure Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte ^c Impédance ^c <i>Palier 6</i> : 20 °C Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte ^c Impédance ^c		Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 Voir 4.2.4.3 Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 Voir 4.2.4.3		Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière
4.16 Charge et décharge ^c 4.16.5 Inspections finales Examens visuels Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte		Voir 4.27 de l'IEC 60384: -1 2016. Voir 4.1 Voir 4.2.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide ≤la limite initiale Sous-famille 1: $ \Delta C/C \leq 10\%$ de la valeur mesurée en 4.2.2 Sous-famille 2: $ \Delta C/C \leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.2.2 ≤la limite initiale
^a Les valeurs de ces mesurages après montage servent de mesurages initiaux pour les essais après le mesurage de chaque sous-groupe. ^b Dans ce tableau, D = destructif, ND = non destructif. ^c Si exigé. ^d Si exigé pour les condensateurs à électrolyte solide uniquement. ^e U_R = tension assignée en volts. ^f Pour servir de valeur de référence.				

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

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.

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 l'essai doit être représentatif des valeurs et des dimensions présentes dans le lot d'inspection:
 - par rapport à leur nombre;
 - avec un minimum de cinq valeurs
- c) Si l'échantillon contient moins de cinq valeurs, le prélèvement des échantillons doit faire l'objet d'un accord avec le fabricant et l'organisme de certification.

3.5.1.2 Inspection du groupe C

Ces essais doivent être effectués périodiquement.

Les échantillons doivent être représentatifs de la production actuelle pour les périodes spécifiées et doivent être divisés en fonction des caractéristiques assignées de haute, moyenne et basse tension ou des dimensions de boîtier. Pour couvrir la plage d'homologations sur n'importe quelle période, une dimension de boîtier doit être soumise à l'essai dans chaque groupe de tensions. Pour les périodes suivantes, les essais doivent porter sur d'autres dimensions de boîtier et/ou tensions en production pour couvrir toute la plage.

3.5.2 Programme d'essai

Le programme pour les essais lot par lot et pour les essais périodiques pour le contrôle de conformité de la qualité est présenté dans la spécification particulière-cadre.

3.5.3 Livraison différée

Si, conformément aux procédures de Q.1.7 de l'IEC 60384-1:2016, il convient d'effectuer une nouvelle inspection, la brasabilité, le courant de fuite pour les sous-familles 1 et la capacité pour la sous-famille 2 doivent être contrôlés comme cela est spécifié dans l'inspection des Groupes A et B.

3.5.4 Niveaux d'assurance

Le ou les niveaux d'assurance indiqués dans la spécification particulière-cadre doivent de préférence être choisis à partir des Tableau 4 et Tableau 5.

Tableau 4 – Inspection lot par lot

Sous-groupe d'inspection ^a	EZ		
	IL ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
A0	100 % ^c		
A1	S-3	<i>d</i>	0
B1	S-3	<i>d</i>	0
^a Le contenu du sous-groupe d'inspection est décrit dans la spécification particulière-cadre. ^b IL = niveau d'inspection <i>n</i> = effectif d'échantillon <i>c</i> = nombre admissible d'éléments non conformes ^c Après le retrait des éléments non conformes avec les essais à 100 % au cours du procédé de fabrication, le contrôle par échantillonnage doit être réalisé afin de contrôler le niveau de qualité après inspection par éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$). Le niveau d'échantillonnage doit être établi par le fabricant, de préférence selon l'Annexe A de l'IEC 61193-2:2007. Dans le cas où un échantillon comporte un ou plusieurs éléments non conformes, ce lot doit être rejeté, mais la totalité de l'échantillon doit être contrôlée et tous les éléments non conformes doivent être pris en compte pour le calcul des valeurs de niveau de qualité. Les valeurs du niveau de qualité après inspection par éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$) doivent être calculées en cumulant les données d'inspection selon la méthode présentée au 6.2 de l'IEC 61193-2:2007 ^d Nombre à soumettre à l'essai: L'effectif d'échantillon doit être déterminé conformément au 4.3.2 de l'IEC 61193-2:2007			

Tableau 5 – Inspection périodique

Sous-groupe d'inspection ^a	EZ		
	<i>p</i> ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3	3	78	0
C4	6	12	0
C5	3	24	0
^a Le contenu du sous-groupe d'inspection est décrit dans l'Article 2 de la spécification particulière-cadre. ^b <i>p</i> = périodicité en mois <i>n</i> = effectif d'échantillon <i>c</i> = nombre admissible d'éléments non conformes			

4 Procédures d'essai et de mesure

NOTE Le présent article complète les informations données dans l'Article 4 de l'IEC 60384-1:2016.

4.1 Examen visuel et contrôle des dimensions

Voir 4.4 de l'IEC 60384-1:2016

4.2 Essais électriques

4.2.1 Courant de fuite

4.2.1.1 Généralités

Voir 4.9 de l'IEC 60384-1:2016 avec les informations détaillées indiquées en 4.2.1.2 et 4.2.1.3.