

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 26: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic capacitors with
conductive polymer solid electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 26: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques en
aluminium à électrolyte solide en polymère conducteur**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - 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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

Recherche de publications IEC - 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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 26: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic capacitors with
conductive polymer solid electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 26: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques en
aluminium à électrolyte solide en polymère conducteur**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.50

ISBN 978-2-8322-5696-1

**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 drawings and dimensions	8
1.4.3 Mounting	8
1.4.4 Rating 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	9
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	10
2.2.3 Rated voltage (U_R)	10
2.2.4 Category voltage (U_C)	11
2.2.5 Surge voltage	11
2.2.6 Rated temperature	11
3 Quality assessment procedures	11
3.1 Primary stage of manufacture	11
3.2 Structurally similar components	11
3.3 Certified test records of released lots	11
3.4 Qualification approval (QA) procedures	11
3.4.1 General	11
3.4.2 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure	11
3.4.3 Tests	12
3.5 Quality conformance inspection	19
3.5.1 Formation of inspection lots	19
3.5.2 The schedule	20
3.5.3 Delayed delivery	20
3.5.4 Assessment levels	20
4 Test and measurement procedures	21
4.1 Pre-conditioning (if required)	21
4.2 Measuring conditions	21
4.3 Visual examination and check of dimensions	21
4.3.1 General	21
4.3.2 Visual examination and check of dimensions	21
4.3.3 Requirements	22
4.4 Electrical tests	22

4.4.1	Leakage current.....	22
4.4.2	Capacitance	22
4.4.3	Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	23
4.4.4	Equivalent series resistance (ESR).....	23
4.5	Robustness of terminations.....	23
4.5.1	General	23
4.5.2	Initial inspection.....	23
4.5.3	Final inspections and requirements.....	23
4.6	Resistance to soldering heat.....	23
4.6.1	General	23
4.6.2	Initial inspection.....	24
4.6.3	Test conditions	24
4.6.4	Final inspections and requirements.....	24
4.7	Solderability.....	24
4.7.1	General	24
4.7.2	Test conditions	24
4.7.3	Final inspections and requirements.....	24
4.8	Rapid change of temperature	24
4.8.1	General	24
4.8.2	Initial inspection.....	24
4.8.3	Test conditions	24
4.8.4	Recovery	25
4.8.5	Final inspections and requirements.....	25
4.9	Vibration	25
4.9.1	General	25
4.9.2	Test conditions	25
4.9.3	Final inspections and requirements.....	25
4.10	Shock	25
4.10.1	General	25
4.10.2	Test conditions	25
4.10.3	Final inspections and requirements.....	25
4.11	Bump	25
4.11.1	General	25
4.11.2	Test conditions	26
4.11.3	Final inspections and requirements.....	26
4.12	Climatic sequence.....	26
4.12.1	General	26
4.12.2	Initial inspection.....	26
4.12.3	Dry heat	26
4.12.4	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle	26
4.12.5	Cold.....	26
4.12.6	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles	26
4.12.7	Recovery	26
4.12.8	Final inspections and requirements.....	26
4.13	Damp heat, steady state	27
4.13.1	General	27
4.13.2	Initial inspection.....	27
4.13.3	Test conditions	27
4.13.4	Recovery	27

4.13.5	Final inspections and requirements.....	27
4.14	Endurance	27
4.14.1	General	27
4.14.2	Initial inspection.....	27
4.14.3	Test conditions	27
4.14.4	Recovery	27
4.14.5	Final inspections and requirements.....	27
4.15	Surge.....	27
4.15.1	General	27
4.15.2	Initial inspection.....	28
4.15.3	Test conditions	28
4.15.4	Recovery	28
4.15.5	Final inspections and requirements.....	28
4.16	Reverse voltage (if required).....	28
4.16.1	Initial inspection.....	28
4.16.2	Test conditions	28
4.16.3	Recovery	28
4.16.4	Final inspections and requirements.....	28
4.17	Component solvent resistance (if required)	29
4.18	Solvent resistance of the marking (if required)	29
4.19	Storage at high temperature.....	29
4.19.1	General	29
4.19.2	Initial inspection.....	29
4.19.3	Test conditions	29
4.19.4	Recovery	29
4.19.5	Final inspections and requirements.....	29
4.20	Characteristics at high and low temperature.....	29
4.20.1	General	29
4.20.2	Inspections and requirements	29
4.21	Charge and discharge (if required).....	29
4.21.1	General	29
4.21.2	Initial inspection.....	29
4.21.3	Test conditions	30
4.21.4	Final inspections and requirements.....	30
4.22	High surge current (if required)	30
4.22.1	General	30
4.22.2	Initial inspection.....	30
4.22.3	Final inspections and requirements.....	30
	Bibliography.....	31
	Table 1 – Surge voltages	11
	Table 2 – Sampling plan for qualification approval, assessment level EZ	13
	Table 3 – Test schedule for qualification approval.....	14
	Table 4 – Lot-by-lot inspection	20
	Table 5 – Periodic inspection	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 26: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic capacitors with conductive polymer 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 60384-26 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 2010. This edition 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 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
40/2599/FDIS	40/2605/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.

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

The contents of the corrigendum of April 2020 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-26:2018

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 26: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic capacitors with conductive polymer solid electrolyte

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 applies to fixed aluminium electrolytic capacitors with conductive polymer solid electrolyte primarily intended for d.c. applications for use in electronic equipment.

Fixed aluminium electrolytic capacitors with solid (MnO_2) electrolyte are covered by IEC 60384-4. Fixed aluminium electrolytic surface mount capacitors with conductive polymer solid electrolyte are covered by IEC 60384-25.

1.2 Object

The object of this document is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60384-1, the appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods and to give general performance requirements for this type of capacitor. Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification 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 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T – Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – 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 drawings 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:

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

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

- for leaded terminals: diameter, length 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 Rating and characteristics

1.4.4.1 General

The ratings and characteristics shall be given in accordance with the relevant subclauses of this sectional specification, including the items specified in 1.4.4.2 to 1.4.4.4.

1.4.4.2 Nominal capacitance range

See 2.2.1.

When products approved to the detail specification have different nominal 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 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 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. Any deviations from 1.6 shall be stated in the detail specification.

1.5 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60384-1:2016 and the following 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> capacitance of an equivalent circuit having capacitance and resistance in series measured with alternating current approximately sinusoidal waveform at a specified frequency

1.6 Marking

1.6.1 General

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

1.6.2 Information for marking

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;
- b) nominal capacitance;
- c) rated voltage (d.c. voltage may be indicated by the symbol: $\overline{\text{---}}$ (IEC 60417-5031-2002-10) or ---);
- d) year and month (or, year and week) of manufacture;
- e) manufacturer's name and/or trade mark;
- f) tolerance on nominal capacitance;
- g) category temperature;
- h) manufacturer's type designation;
- i) reference to the detail specification.

1.6.3 Marking on capacitors

Polarity of the terminations shall be marked. The other information listed in 1.6.2 is marked as necessary.

Any marking shall be legible and not easily smeared or removed by rubbing with a finger.

1.6.4 Marking on packaging

The packaging containing the capacitors should be clearly marked with 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 sectional specification are classified into climatic categories in accordance with the general rules given in IEC 60068-1:2013, Annex A.

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

- lower category temperature: $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- upper category temperature: $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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 indicated in microfarad (μF).

Preferred values of nominal capacitance shall be taken from the E12 series of IEC 60063 as follows:

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 tolerance on nominal capacitance are:

$\pm 10\text{ }\%$ and $\pm 20\text{ }\%$.

2.2.3 Rated voltage (U_R)

Preferred values of rated d.c. voltages taken from the R10 and R20 series of ISO 3 are:

- from R10: 1,0 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 – 6,3 – 8,0;
- from R20: 3,5¹ – 4,5;

¹ ISO 3 indicates the value 3,55 for R20.

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

2.2.4 Category voltage (U_C)

The category voltage is equal to the rated voltage.

2.2.5 Surge voltage

The surge voltage shall be 1,15 times the rated voltage rounded off (significant digit of 2) to the nearest volt (see Table 1).

Table 1 – Surge voltages

Values in volts

Rated voltage	2,0	2,5	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16	20	25	35	50
Surge voltage	2,3	2,9	4,6	5,8	7,2	9,2	12	14	18	23	29	40	58

2.2.6 Rated temperature

The value of the rated temperature shall be upper category temperature.

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

The primary stage of manufacture is the capacitor manufacturer's evaluation of the formed anode foil.

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 or equivalent series resistance, and leakage current.

3.4 Qualification approval (QA) procedures

3.4.1 General

The procedures for qualification approval testing are given in IEC 60384-1:2016, Clause 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 sample may be the whole or the part of the range given in the detail specification.

The sample shall consist of four specimens having the maximum and minimum rated 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. Where the range consists of fewer than four values, the number of specimens to be tested shall be that required for four values.

Two (for 6 values) or three (for 4 values) specimens per value may be used as replacements for specimens that 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 number of permissible non-conformances for qualification approval test.

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 a 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 the samples and permissible non-conforming items for each test or test group. Table 3 gives a summary of the test conditions and performance requirements, and when a choice shall be made 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, assessment level EZ

Group no.	Test	Subclause	Number of specimens n^b	Permissible number of non-conforming items c^c
0	High surge current ^a	4.22	120 + 12 ^d	0
	Visual examination	4.3		
	Dimensions	4.3		
	Leakage current	4.4.1		
	Capacitance	4.4.2		
	Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	4.4.3		
	Equivalent series resistance (ESR)	4.4.4		
	Spare specimens			
	1A		12	0
	Robustness of terminations	4.5		
1	Resistance to soldering heat	4.6	24	0
	Component solvent resistance ^a	4.17		
	1B			
	Solderability	4.7		
	Solvent resistance of the marking ^a	4.18		
	Rapid change of temperature	4.8	36	0
	Vibration	4.9		
	Shock or bump (Specify in the detail specification)	4.10 or 4.11		
	1	Climatic sequence	36	0
	2	Damp heat, steady state	24	0
2	3	Endurance	36	0
	4	Storage at high temperature	12	0
	Surge	4.15		
	Reverse voltage ^a	4.16		
	5	Characteristics at high and low temperature	12	0
	Charge and discharge ^a	4.21		

^a If required.

^b For case size/voltage combinations, see 3.4.2.

^c This is the acceptance number, which is not to be exceeded for acceptance.

^d Spare specimens.

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

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 0	ND		See Table 2	
4.22 High surge current ^e		See 4.22.1		
4.3 Visual examination		See 4.3.1		No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
4.3 Dimension (detail)		See 4.3.1		See detail specification
4.4.1 Leakage current		See 4.4.1		$\leq 0,2 C_N U_R$ or 500 μ A, whichever is greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C)
4.4.2 Capacitance		See 4.4.2		within the specified tolerance
4.4.3 Tangent of loss angle (tan δ)		See 4.4.3		See detail specification
4.4.4 Equivalent series resistance (ESR)		See 4.4.4		See detail specification
Group 1A	D		See Table 2	
4.5 Robustness of terminations		See 4.5.1		
4.5.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.4.2		
4.5.3 Final inspection				
Visual examination		See 4.3.1		No visible damage
4.6 Resistance to soldering heat		See 4.6.1		
4.6.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.4.2		
4.6.4 Final inspection				
Visual examination		See 4.3.1		No visible damage No signs of damage such as cracks Legible marking and as specified in the detail specification
Leakage current ^d		See 4.4.1		$\leq 0,2 C_N U_R$ or 500 μ A, whichever is greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C)
Capacitance		See 4.4.2		See detail specification
Tangent of loss angle		See 4.4.3		See detail specification
Equivalent series resistance		See 4.4.4		See detail specification
4.17 Component solvent resistance ^e		See 4.17		See detail specification

Table 3 (2 of 6)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 1B	D		See Table 2	
4.7 Solderability		See 4.7.1		
4.7.3 Final inspection				
Visual examination		See 4.3.1		No signs of damage. Area to be soldered shall be covered with a new solder coating with no more than a small amount of scattered imperfections such as pinholes or un-wetted or de-wetted areas. These imperfections shall not be concentrated in one area. Area in which plating does not exist such as tip of the terminal shall not be evaluated.
4.18 Solvent resistance of the marking ^e		See IEC 60384-1:2016, 4.32		See IEC 60384-1:2016, 4.32
4.8 Rapid change of temperature		See 4.8.1		
4.8.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.4.2		
4.8.4 Recovery		See 4.8.4		
4.8.5 Final inspection				
Visual examination		See 4.3.1		No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification
Leakage current ^d		See 4.4.1		$\leq 0,2 C_N U_R$ or 500 μA , whichever is greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C)
Capacitance		See 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 10$ % of value measured in 4.8.2
Tangent of loss angle		See 4.4.3		See detail specification
4.9 Vibration		See 4.9.1		
4.9.3 Final inspections				
Visual examination		See 4.3.1		No visible damage Legible marking
Capacitance		See 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 10$ % of value measured in 4.8.2
4.10 Shock (or Bump, see 4.11)		See 4.10.1		
4.10.3 Final inspections				
Visual examination		See 4.3.1		No visible damage Legible marking
Capacitance		See 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 10$ % of value measured in 4.8.2

Table 3 (3 of 6)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 1B (continued) 4.11 Bump (or shock, see 4.10) 4.11.3 Final inspections Visual examination Capacitance	D	See 4.11.1 See 4.3.1 See 4.4.2	See Table 2	No visible damage Legible marking $ \Delta C/C \leq 10\%$ of value measured in 4.8.2
Group 1 4.12 Climatic sequence 4.12.2 Initial inspection Capacitance 4.12.3 Dry heat 4.12.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle 4.12.5 Cold 4.12.6 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles 4.12.7 Recovery 4.12.8 Final inspections Visual examination Leakage current ^d Capacitance Tangent of loss angle	D	See 4.12.1 See 4.4.2 See 4.12.3 See 4.12.4 See 4.12.5 See 4.12.6 See 4.12.7 See 4.3.1 See 4.4.1 See 4.4.2 See 4.4.3	See Table 2	No visible damage Legible marking $\leq 0,2 C_N U_R$ or 500 μA , whichever is greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C) $ \Delta C/C \leq 20\%$ of value measured in 4.12.2 $\leq 1,5$ times of the limit in the detail specification
Group 2 4.13 Damp heat, steady state 4.13.2 Initial inspection Capacitance 4.13.4 Recovery 4.13.5 Final inspections Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle	D	See 4.13.1 See 4.4.2 See 4.13.4 See 4.3.1 See 4.4.1 See 4.4.2 See 4.4.3	See Table 2	No visible damage Legible marking ≤ 5 times the limit in 4.4.1.3 See detail specification $\leq 1,5$ times of the limit in the detail specification

Table 3 (4 of 6)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 3 4.14 Endurance 4.14.2 Initial inspection Capacitance 4.14.4 Recovery 4.14.5 Final inspections Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Equivalent series resistance	D	See 4.14.1 See 4.4.2 See 4.14.4 See 4.3.1 See 4.4.1 See 4.4.2 See 4.4.3 See 4.4.4	See Table 2	No visible damage Legible marking $\leq 0,2 C_N U_R$ or 500 μA , whichever is greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C) $ \Delta C/C \leq 20$ % of value measured in 4.14.2 $\leq 1,5$ times the limit specified in the detail specification ≤ 2 times the limit specified in the detail specification
Group 4 4.19 Storage at high temperature 4.19.2 Initial inspection Capacitance 4.19.4 Recovery 4.19.5 Final inspections Visual examination Leakage current ^d Capacitance Tangent of loss angle 4.15 Surge 4.15.2 Initial inspection Capacitance 4.15.4 Recovery 4.15.5 Final inspections Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle	D	See 4.19.1 See 4.4.2 See 4.19.4 See 4.3.1 See 4.4.1 See 4.4.2 See 4.4.3 See 4.15.1 See 4.4.2 See 4.15.4 See 4.3.1 See 4.4.1 See 4.4.2 See 4.4.3	See Table 2	No visible damage Legible marking $\leq 0,2 C_N U_R$ or 500 μA , whichever is greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C) $ \Delta C/C \leq 5$ % of value measured in 4.19.2 See detail specification No visible damage $\leq 0,2 C_N U_R$ or 500 μA , whichever is greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C) $ \Delta C/C \leq 15$ % of value measured in 4.15.2 See detail specification

Table 3 (5 of 6)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 4 (continued)	D		See Table 2	
4.16 Reverse voltage ^e		See 4.16		
4.16.1 Initial inspection				
Capacitance		See 4.4.2		
4.16.3 Recovery		See 4.16.3		
4.16.4 Final inspections				
Leakage current		See 4.4.1		$\leq 0,2 \text{ C}_N U_R$ or $500 \mu\text{A}$, whichever is greater (at $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$)
Capacitance		See 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 10 \%$ of value measured in 4.16.1
Tangent of loss angle		See 4.4.3		See detail specification
Group 5	D		See Table 2	
4.20 Characteristics at high and low temperature		See 4.20.1		
Step 1: 20°C				
Capacitance ^{e f}		See 4.4.2		
Step 2: lower category temperature				
Capacitance ^e		See 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 20 \%$ of value measured in Step 1
Equivalent series resistance ^e		See 4.4.4		≤ 2 times the limit specified in the detail specification
Step 3: upper category temperature				
Leakage current		See 4.4.1		$\leq 12,5$ times the limit specified in 4.4.1.3
Capacitance ^e		See 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 20 \%$ of value measured in Step 1
Equivalent series resistance ^e		See 4.4.4		≤ 2 times the limit specified in the detail specification

Table 3 (6 of 6)

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 5 (continued) 4.21 Charge and discharge ^e 4.21.2 Initial inspection Capacitance 4.21.4 Final inspections Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Equivalent series resistance	D	See 4.21.1 See 4.4.2 See 4.3.1 See 4.4.1 See 4.4.2 See 4.4.3 See 4.4.4	See Table 2	No visible damage Legible marking $\leq 0,2 C_N U_R$ or 500 μA , whichever is greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C) $ \Delta C/C \leq 20$ % of value measured in 4.21.2 $\leq 1,5$ times the limit specified in the detail specification ≤ 2 times the limit specified in the detail specification
^a Subclause numbers refer to Clause 4. ^b In this table: D = destructive, ND = non destructive. ^c This is the acceptance number, and not exceeded for acceptance. ^d Apply pre-conditioning specified in 4.1. ^e If required. ^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 manufacture may aggregate the current production into inspection lots subject to the following safeguards:

- The inspection lot shall consist of structurally similar capacitors (see 3.2).
- The sample tested shall be representative of the values (rated voltage and nominal capacitance) and dimensions contained in the inspection lot:
 - in relation to their number;
 - with a minimum of five of any one value.
- 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. 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 voltage ratings in production shall be tested with the aim of covering the whole range.

3.5.2 The schedule

The test 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, in accordance with the procedures of IEC 60384-1:2016, Q.1.7, re-inspection should be made, solderability and capacitance shall be checked as specified in Groups A and B inspection.

3.5.4 Assessment levels

The assessment levels 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	n ^b	c ^b
A0		100 % ^c	
A1	S-3	d	0
A2	S-3	d	0
B	S-3	d	0

^a The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of 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 in accordance with IEC 61193-2:2007, Annex A. In the case where 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 in accordance with the method given in IEC 61193-2:2007, 6.2.
^d Number to be tested: sample size shall be determined in accordance with IEC 61193-2:2007, 4.3.2.

Table 5 – Periodic inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	p ^b	n ^b	c ^b
C1A	6	12	0
C1B	6	12	0
C1	6	24	0
C2	6	24	0
C3	3	36	0
C4	6	12	0
C5	6	12	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 Pre-conditioning (if required)

If required, capacitors shall be pre-conditioned by the application of the rated voltage through a resistor, the value of which shall be approximately 10 Ω to approximately 1 000 Ω for 2 h at 105 °C $\pm$ 2 °C.

Applied voltage to the capacitors shall be maintained within $\pm$ 3 % of the rated voltage.

After cooled to room temperature, the capacitors shall be discharged through a resistor of approximately 1 Ω /V, and then stored at standard atmospheric conditions for 1 h.

4.2 Measuring conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.2.1.

4.3 Visual examination and check of dimensions

4.3.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.4, with 4.3.2 and 4.3.3 of this document.

4.3.2 Visual examination and check of dimensions

Visual examination shall be carried out with suitable equipment with approximately 10 $\times$ magnification and lighting appropriate to the specimen under test and the quality level required.

The operator should have available facilities for incident or transmitted illumination as well as an appropriate measuring facility.

The capacitors shall be examined to verify that the materials, design, construction and physical dimensions are appropriate.

4.3.3 Requirements

See Table 3.

The workmanship shall be in accordance with the applicable requirements given in the detail specification.

4.4 Electrical tests

4.4.1 Leakage current

4.4.1.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.9, with 4.4.1.2 and 4.4.1.3 of this document.

4.4.1.2 Measuring conditions

The rated voltage shall be applied across the capacitor and its protective resistor. Unless otherwise stated in the detail specification, the protective resistor shall be approximately 1 000 Ω .

If pre-conditioning is specified, measuring shall be made followed by the pre-conditioning specified in 4.1.

4.4.1.3 Requirements

See Table 3.

4.4.2 Capacitance

4.4.2.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.7, with 4.4.2.2 and 4.4.2.3 of this document.

4.4.2.2 Measuring conditions

Unless otherwise specified in the detail specifications, the capacitance shall be measured at a frequency of 100 Hz or 120 Hz.

The peak alternating voltage actually applied across the capacitor terminations shall not exceed 0,5 V (r.m.s.).

Basically, a d.c. bias voltage should not be applied to the capacitor during measurement.

A d.c. bias voltage of 0,5 V to 1,0 V may be applied during the measurement to avoid negative voltage application to the capacitor by the applied a.c. voltage.

The inaccuracy of the measuring instruments shall not exceed ± 2 % of the limit specified in the detail specification, whether this is given as an absolute value or as a change of capacitance.

4.4.2.3 Requirement

See Table 3.

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

4.4.3.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.8.1, with 4.4.3.2 and 4.4.3.3 of this document.

4.4.3.2 Measuring conditions

The measurement shall be made under the conditions as specified in 4.4.2.2.

The inaccuracy of the measuring equipment shall not exceed 0,01 absolute value.

4.4.3.3 Requirements

See Table 3.

4.4.4 Equivalent series resistance (ESR)

4.4.4.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.8.2, with 4.4.4.2 and 4.4.4.3 of this document.

4.4.4.2 Measuring conditions

The ambient temperature shall be $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

The peak a.c. value of the measuring voltage shall not exceed 0,5 V in r.m.s.

The frequency of measuring voltage shall be $100\text{ kHz} \pm 10\text{ kHz}$.

The error of measurement shall not exceed 5 % of the requirement, or 0,02 Ω , whichever is the greater.

4.4.4.3 Requirements

See Table 3.

4.5 Robustness of terminations

4.5.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.13, with 4.5.2 and 4.5.3 of this document.

The test method and degree of severity shall be given in the detail specification.

4.5.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.5.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.6 Resistance to soldering heat

4.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.14, with 4.6.2, 4.6.3 and 4.6.4 of this document.

4.6.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.6.3 Test conditions

Pre-drying is not applied.

Unless otherwise specified in the detail specification, test conditions shall be as specified in IEC 60068-2-20:2008, Test Tb, method 1.

4.6.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.7 Solderability

4.7.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.15, with 4.7.2 and 4.7.3 of this document.

4.7.2 Test conditions

Accelerated ageing is not applied.

Unless otherwise specified in the detail specification, test conditions shall be as follows.

The capacitors shall be subjected to IEC 60068-2-20:2008, Test Ta, method 1 (solder bath). Temperature of the solder bath and soldering time are as follows:

- Sn-Pb solder: 235 °C ± 3 °C for (2 ± 0,2) s or (5 ± 0,5) s;
- Sn-Ag-Cu solder: 245 °C ± 3 °C for (3 ± 0,3) s;
- Sn-Cu solder: 250 °C ± 3 °C for (3 ± 0,3) s.

4.7.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.8 Rapid change of temperature

4.8.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.16, with 4.8.2, 4.8.3, 4.8.4 and 4.8.5 of this document.

4.8.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.8.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- T_A = lower category temperature;
- T_B = upper category temperature;
- the capacitors shall be tested for 5 cycles;
- the duration of the exposure at each temperature limit shall be 30 min.

4.8.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.8.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.9 Vibration

4.9.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.17, with 4.9.2 and 4.9.3 of this document.

4.9.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

- frequency: 10 Hz to 55 Hz;
- amplitude or acceleration: 0,75 mm or 100 m/s², whichever is the lower acceleration;
- total duration: 6 h (2 h for each of the three (*x*, *y*, and *z*) axes).

Mounting method shall be specified in the detail specification.

4.9.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.10 Shock

4.10.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.19, with 4.10.2 and 4.10.3 of this document.

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

4.10.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

- pulse shape: half-sine;
- number of shocks: 3 for all 3 (*x*, *y* and *z*) axes and both directions;
- peak accretion: 500 m/s²;
- corresponding duration of the pulse: 11 ms.

Mounting method shall be specified in the detail specification.

4.10.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.11 Bump

4.11.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.18, with 4.11.2 and 4.11.3 of this document.

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

4.11.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

- total number of bumps: 1 000;
- peak accretion: 400 m/s²;
- duration of pulse: 6 ms.

Mounting method shall be specified in the detail specification.

4.11.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.12 Climatic sequence

4.12.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.21, with 4.12.2 to 4.12.8 of this document.

4.12.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.12.3 Dry heat

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

- temperature: upper category temperature;
- duration: 16 h.

4.12.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2016, 4.21.4.

4.12.5 Cold

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

- temperature: lower category temperature;
- duration: 2 h.

4.12.6 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles

See IEC 60384-1:2016, 4.21.7.

4.12.7 Recovery

If the capacitors have been immersed in a liquid, they shall be shaken to remove excess liquid, and then remain under standard atmospheric conditions for testing for 1 h to 2 h.

4.12.8 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.13 Damp heat, steady state

4.13.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.22, with 4.13.2 to 4.13.5 of this document.

4.13.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.13.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- temperature: 40 °C ± 2 °C;
- relative humidity: (93 ± 3) %;
- duration: 21 days.

4.13.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.13.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.14 Endurance

4.14.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.23, with 4.14.2 to 4.14.5 of this document.

4.14.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.14.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- duration: 1 000 h;
- temperature: upper category temperature;
- applied voltage: rated voltage, unless otherwise specified in the detail specification.

4.14.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.14.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.15 Surge

4.15.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.26, with 4.15.2 to 4.15.5 of this document.

4.15.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.15.3 Test conditions

The capacitors shall be submitted to 1 000 cycles, each consisting of charge as described below, followed by a no-load period of 5 min 30 s, with a disconnected capacitor allowed to discharge internally.

A voltage, equal to the surge voltage as listed in Table 1, shall be applied during 30 s through a protective resistor with a value of 1 000 Ω .

The test shall be made at 15 °C to upper category temperature with the applicable requirements given in the detail specification.

4.15.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.15.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.16 Reverse voltage (if required)

4.16.1 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.16.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

The capacitors shall be tested in the b) condition after the a) condition.

a) Condition:

- 1) Temperature: upper category temperature.
- 2) Applied voltage: a d.c voltage 0,15 times the rated voltage shall be applied in the reverse voltage polarity direction.
- 3) Duration: 125 h.

b) Condition:

- 1) Temperature: upper category temperature.
- 2) Applied voltage: a d.c voltage equal to the rated voltage in the forward polarity direction.
- 3) Duration: 125 h.

4.16.3 Recovery

The recovery period shall be specified in the detail specification.

4.16.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.17 Component solvent resistance (if required)

See IEC 60384-1:2016, 4.31.

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.18 Solvent resistance of the marking (if required)

See IEC 60384-1:2016, 4.32.

4.19 Storage at high temperature

4.19.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.25.1, with 4.19.2 to 4.19.5 of this document.

4.19.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.19.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- temperature: upper category temperature;
- duration: 96 h $\pm$ 4 h.

4.19.4 Recovery

The minimum recovery period shall be 16 h.

4.19.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.20 Characteristics at high and low temperature

4.20.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.29, with 4.20.2 of this document.

4.20.2 Inspections and requirements

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

4.21 Charge and discharge (if required)

4.21.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.27, with 4.21.2, 4.21.3 and 4.21.4 of this document.

4.21.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.2.

4.21.3 Test conditions

Charge and discharge shall be performed up to the specified cycles at the temperature (within the ambient temperature range of 15 °C to the upper category temperature) specified in the detail specification.

The capacitors shall be subjected to the specified number of cycles, each cycle consisting of a charge in accordance with a), followed by a discharge in accordance with b).

a) Charge:

- 1) Applied voltage: rated d.c voltage.
- 2) Internal resistance of the voltage source plus external series resistor: as required for $RC = 0,1 \text{ s}$.
- 3) Duration: 0,5 s.

b) Discharge:

- 1) No voltage applied.
- 2) Discharge resistor: as required for $RC = 0,1 \text{ s}$.
- 3) Duration: 0,5 s.

c) Number of cycles: 10^6 cycles.

4.21.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.22 High surge current (if required)

4.22.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.39, with 4.22.2 and 4.22.3 of this document.

4.22.2 Initial inspection

Not required.

4.22.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

Bibliography

IEC 60384-4:2016, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 4: Sectional specification – Aluminium electrolytic capacitors with solid (MnO₂) and non-solid electrolyte*

IEC 60384-25:2015, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 25: Sectional specification – Surface mount fixed aluminium electrolytic capacitors with conductive polymer solid electrolyte*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-26:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	35
1 Généralités	37
1.1 Domaine d'application	37
1.2 Objet	37
1.3 Références normatives	37
1.4 Informations devant figurer dans une spécification particulière	38
1.4.1 Généralités	38
1.4.2 Dessins d'encombrement et dimensions	38
1.4.3 Montage	38
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques	38
1.4.5 Marquage	39
1.5 Termes et définitions	39
1.6 Marquage	39
1.6.1 Généralités	39
1.6.2 Informations relatives au marquage	39
1.6.3 Marquage sur les condensateurs	40
1.6.4 Marquage sur l'emballage	40
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles	40
2.1 Caractéristiques préférentielles	40
2.2 Valeurs assignées préférentielles	40
2.2.1 Capacité nominale (C_N)	40
2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale	40
2.2.3 Tension assignée (U_R)	41
2.2.4 Tension de la catégorie (U_C)	41
2.2.5 Surtension	41
2.2.6 Température assignée	41
3 Procédures d'assurance de la qualité	41
3.1 Etape initiale de fabrication	41
3.2 Modèles associables	41
3.3 Enregistrements d'essais certifiés de lots livrés	41
3.4 Procédures d'homologation (QA)	42
3.4.1 Généralités	42
3.4.2 Homologation s'appuyant sur la procédure utilisant un nombre d'échantillons fixe	42
3.4.3 Essais	42
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	49
3.5.1 Formation des lots de contrôle	49
3.5.2 Programme d'essais	50
3.5.3 Livraison différée	50
3.5.4 Niveaux d'assurance	50
4 Procédures d'essais et de mesures	51
4.1 Préconditionnement (s'il est exigé)	51
4.2 Conditions de mesure	51
4.3 Examen visuel et contrôle des dimensions	51
4.3.1 Généralités	51
4.3.2 Examen visuel et contrôle des dimensions	51
4.3.3 Exigences	52

4.4	Essais électriques	52
4.4.1	Courant de fuite	52
4.4.2	Capacité	52
4.4.3	Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)	53
4.4.4	Résistance série équivalente	53
4.5	Robustesse des sorties	53
4.5.1	Généralités	53
4.5.2	Contrôle initial	53
4.5.3	Contrôles finaux et exigences	53
4.6	Résistance à la chaleur de brasage	54
4.6.1	Généralités	54
4.6.2	Contrôle initial	54
4.6.3	Conditions d'essai	54
4.6.4	Contrôles finaux et exigences	54
4.7	Brasabilité	54
4.7.1	Généralités	54
4.7.2	Conditions d'essai	54
4.7.3	Contrôles finaux et exigences	54
4.8	Variations rapides de température	54
4.8.1	Généralités	54
4.8.2	Contrôle initial	54
4.8.3	Conditions d'essai	54
4.8.4	Rétablissement	55
4.8.5	Contrôles finaux et exigences	55
4.9	Vibrations	55
4.9.1	Généralités	55
4.9.2	Conditions d'essai	55
4.9.3	Contrôles finaux et exigences	55
4.10	Chocs	55
4.10.1	Généralités	55
4.10.2	Conditions d'essai	55
4.10.3	Contrôles finaux et exigences	55
4.11	Secousses	56
4.11.1	Généralités	56
4.11.2	Conditions d'essai	56
4.11.3	Contrôles finaux et exigences	56
4.12	Séquence climatique	56
4.12.1	Généralités	56
4.12.2	Contrôle initial	56
4.12.3	Chaleur sèche	56
4.12.4	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle	56
4.12.5	Froid	56
4.12.6	Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants	56
4.12.7	Rétablissement	56
4.12.8	Contrôles finaux et exigences	57
4.13	Chaleur humide, essai continu	57
4.13.1	Généralités	57
4.13.2	Contrôle initial	57
4.13.3	Conditions d'essai	57

4.13.4	Rétablissement.....	57
4.13.5	Contrôles finaux et exigences.....	57
4.14	Endurance	57
4.14.1	Généralités.....	57
4.14.2	Contrôle initial	57
4.14.3	Conditions d'essai	57
4.14.4	Rétablissement.....	57
4.14.5	Contrôles finaux et exigences.....	57
4.15	Surtension	58
4.15.1	Généralités.....	58
4.15.2	Contrôle initial	58
4.15.3	Conditions d'essai	58
4.15.4	Rétablissement.....	58
4.15.5	Contrôles finaux et exigences.....	58
4.16	Tension inverse (si elle est exigée).....	58
4.16.1	Contrôle initial	58
4.16.2	Conditions d'essai	58
4.16.3	Rétablissement.....	58
4.16.4	Contrôles finaux et exigences.....	59
4.17	Résistance au solvant des composants (si cela est exigé)	59
4.18	Résistance au solvant du marquage (si cela est exigé)	59
4.19	Stockage à haute température	59
4.19.1	Généralités.....	59
4.19.2	Contrôle initial	59
4.19.3	Conditions d'essai	59
4.19.4	Rétablissement.....	59
4.19.5	Contrôles finaux et exigences.....	59
4.20	Caractéristiques à haute et basse température	59
4.20.1	Généralités.....	59
4.20.2	Contrôles et exigences	59
4.21	Charge et décharge (si elles sont exigées)	59
4.21.1	Généralités.....	59
4.21.2	Contrôle initial	59
4.21.3	Conditions d'essai	60
4.21.4	Contrôles finaux et exigences.....	60
4.22	Surintensité élevée (si elle est exigée).....	60
4.22.1	Généralités.....	60
4.22.2	Contrôle initial	60
4.22.3	Contrôles finaux et exigences.....	60
	Bibliographie.....	61
	Tableau 1 – Surtensions	41
	Tableau 2 – Plan d'échantillonnage pour homologation, niveau d'assurance EZ	43
	Tableau 3 – Programme d'essais pour homologation	44
	Tableau 4 – Contrôle lot par lot.....	50
	Tableau 5 – Contrôle périodique	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS
DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 26: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes
électrolytiques en aluminium à électrolyte solide en polymère conducteur****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 60384-26 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 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) révision de la structure conformément aux directives ISO/IEC, Partie 2:2016, dans la mesure du possible, et harmonisation avec d'autres types de documents similaires;

- b) en outre, l'Article 4 et tous les tableaux ont été révisés dans le but d'éviter les répétitions et les contradictions.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2599/FDIS	40/2605/RVD

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

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

Une 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 à la publication recherchée. A cette date, le document sera

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

Le contenu du corrigendum d'avril 2020 a été pris en considération dans cet exemplaire.

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 26: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques en aluminium à électrolyte solide en polymère conducteur

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60384 s'applique aux condensateurs fixes électrolytiques en aluminium à électrolyte solide en polymère conducteur destinés principalement aux applications en courant continu dans des équipements électroniques.

Les condensateurs fixes électrolytiques en aluminium à électrolyte solide (MnO_2) sont couverts par l'IEC 60384-4. Les condensateurs fixes électrolytiques en aluminium pour montage en surface à électrolyte solide en polymère conducteur sont couverts par l'IEC 60384-25.

1.2 Objet

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

1.3 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60068-2-20:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T – Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

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

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (adresse <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages* (disponible en anglais seulement)

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

1.4 Informations devant figurer dans une spécification particulière

1.4.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent provenir 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'essais, par exemple, par un astérisque.

Par commodité, les informations de 1.4.2 peuvent être présentées sous forme de tableau.

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

1.4.2 Dessins d'encombrement et dimensions

Une illustration 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 relatives au corps doivent être données de la manière suivante:

- cas général: largeur, longueur et hauteur;
- pour les corps cylindriques: diamètre et longueur.

Les valeurs numériques des bornes doivent être les suivantes:

- pour les bornes à broches: diamètre, longueur et espacement.

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

1.4.3 Montage

La spécification particulière doit indiquer 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. Ces supports de montage 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 données conformément aux paragraphes applicables de la présente spécification intermédiaire, y compris les éléments spécifiés de 1.4.4.2 à 1.4.4.4.

1.4.4.2 Plage de capacités nominales

Voir 2.2.1.

Quand des produits approuvés conformément à la spécification particulière ont des plages de capacités nominales différentes, il convient d'ajouter la déclaration suivante:

"La plage de capacités nominales disponible dans chaque plage de tensions est indiquée dans le registre des agréments, disponible par exemple sur le site web www.iecq.org."

1.4.4.3 Caractéristiques particulières

Des caractéristiques supplémentaires peuvent être indiquées, si elles sont considérées comme nécessaires pour spécifier de façon appropriée le composant pour les besoins de la conception et de l'application.

1.4.4.4 Brasure

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

1.4.5 Marquage

La spécification particulière doit indiquer 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 les définitions de l'IEC 60384-1:2016, ainsi que les 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> capacité d'un 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

1.6 Marquage

1.6.1 Généralités

Voir 2.4 de l'IEC 60384-1:2016, et 1.6.2, 1.6.3 et 1.6.4 du présent document.

1.6.2 Informations relatives au marquage

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

- a) polarité des sorties;
- b) capacité nominale;
- c) tension assignée (la tension continue peut être représentée par le symbole: --- (IEC 60417-5031-2002-10) ou —);
- d) année et mois (ou année et semaine) de fabrication;
- e) nom du fabricant et/ou marque de fabrique;
- f) tolérance sur la capacité nominale;

- g) température de catégorie;
- h) désignation du type par le fabricant;
- i) référence à la spécification particulière.

1.6.3 Marquage sur les condensateurs

La polarité des sorties doit être marquée. Les autres informations indiquées en 1.6.2 sont marquées si elles sont nécessaires.

Tout marquage doit être lisible et difficilement effaçable par frottement des doigts.

1.6.4 Marquage sur l'emballage

Il convient que l'emballage contenant les condensateurs porte un marquage clair indiquant toutes les informations présentées en 1.6.2, si elles sont nécessaires.

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

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

Les condensateurs couverts par la présente spécification intermédiaire sont classés en catégories climatiques selon les règles générales données dans l'Annexe A de l'IEC 60068-1:2013.

Les températures minimale et maximale de catégorie doivent être prises parmi les valeurs suivantes:

- température minimale de catégorie: -55 °C ;
- température maximale de catégorie: $+105\text{ °C}$ et $+125\text{ °C}$.

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

2.2 Valeurs assignées préférentielles

2.2.1 Capacité nominale (C_N)

Les valeurs préférentielles de capacité nominale sont données en microfarads (μF).

Les valeurs préférentielles de capacité nominale doivent être choisies dans la série E12 de l'IEC 60063 comme suit:

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 : nombre entier).

2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

Les valeurs préférentielles de la tolérance sur la capacité nominale sont:

$\pm 10\%$ et $\pm 20\%$.

2.2.3 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles des tensions continues assignées issues de la série R10 et R20 de la norme ISO 3 sont:

- à partir de R10: 1,0 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 – 6,3 – 8,0;
- à partir de R20: 3,5¹ – 4,5;
- et leurs multiples décimaux ($\times 10^n$, n : nombre entier).

2.2.4 Tension de la catégorie (U_C)

La tension de la catégorie est égale à la tension assignée.

2.2.5 Surtension

La surtension doit être 1,15 fois la tension assignée, arrondie (2 chiffres significatifs) au volt le plus proche (voir Tableau 1).

Tableau 1 – Surtensions

Valeurs en volts

Tension assignée	2,0	2,5	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16	20	25	35	50
Surtension	2,3	2,9	4,6	5,8	7,2	9,2	12	14	18	23	29	40	58

2.2.6 Température assignée

La valeur de la température assignée doit être la température maximale de catégorie.

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Etape initiale de fabrication

La principale étape de fabrication est l'évaluation par le fabricant de condensateurs de la feuille d'anode formée.

3.2 Modèles associables

Les condensateurs considérés comme étant associables sont des condensateurs produits à partir de matériaux et processus similaires, bien que leurs valeurs et les tailles des boîtiers 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 prescrites 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 ou la résistance série équivalente et le courant de fuite.

¹ L'ISO 3 donne la valeur 3,55 pour R20.

3.4 Procédures d'homologation (QA)

3.4.1 Généralités

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

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

3.4.2 Homologation s'appuyant sur la procédure utilisant un nombre d'échantillons fixe

La procédure avec un nombre d'échantillons fixe est décrite en Q.2.4 de l'IEC 60384-1:2016. L'échantillon doit être représentatif de la gamme de condensateurs pour lesquels une homologation est demandée. L'échantillon peut être constitué de la totalité ou d'une partie de la gamme donnée dans la spécification particulière.

L'échantillon doit être constitué de quatre spécimens possédant les tensions assignées maximales et minimales, et, pour ces tensions, les tailles de boîtiers maximales et minimales. Lorsque le nombre de tailles de boîtiers est supérieur à quatre, un essai doit aussi être effectué sur un boîtier intermédiaire. Dans chacune de ces combinaisons (valeurs) taille de boîtier/tension, la capacité maximale doit être choisie. Ainsi, pour homologuer une gamme, quatre ou six valeurs sont exigées pour les essais. Lorsque la gamme est composée de moins de quatre valeurs, le nombre de spécimens à soumettre aux essais doit être celui exigé pour quatre valeurs.

Deux (pour six valeurs) ou trois (pour quatre valeurs) spécimens par valeur peuvent être utilisés pour remplacer les spécimens non conformes en raison d'incidents non attribuables au fabricant.

Les nombres donnés dans le Groupe 0 laissent présumer 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'essais d'homologation, le nombre de spécimens exigé pour le Groupe 0 doit se voir ajouter le nombre exigé pour les groupes supplémentaires.

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

3.4.3 Essais

Les séries complètes d'essais spécifiés dans le Tableau 2 et le 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 spécimens trouvés non conformes pendant les essais du Groupe 0 ne doivent pas être utilisés pour les autres groupes.

L'homologation est accordée lorsque le nombre d'éléments non conforme est nul.

Ensemble, le Tableau 2 et le Tableau 3 forment le programme d'essais avec un nombre d'échantillons fixe pour l'homologation s'appuyant sur la procédure avec un nombre

d'échantillons fixe. Le Tableau 2 donne le nombre d'échantillons et le nombre d'éléments non conformes admissibles pour chaque essai ou et chaque groupe d'essais. Le Tableau 3 présente un résumé des conditions d'essais et des exigences de performances, et indique quand un choix doit être fait dans la spécification particulière.

Il convient que les conditions d'essai et les exigences de performances pour l'homologation s'appuyant sur la procédure avec un nombre d'échantillons fixe soient identiques à celles du contrôle de conformité de la qualité données dans la spécification particulière.

Tableau 2 – Plan d'échantillonnage pour homologation, niveau d'assurance EZ

Groupe n°	Essai	Paragraphe	Nombre de spécimens n^b	Nombre admissible d'éléments non conformes c^c
0	Surintensité élevée ^a	4.22	120 + 12 ^d	0
	Examen visuel	4.3		
	Dimensions	4.3		
	Courant de fuite	4.4.1		
	Capacité	4.4.2		
	Tangente de l'angle de perte (tan δ)	4.4.3		
	Résistance série équivalente	4.4.4		
	Spécimens de rechange			
	1A	Robustesse des sorties	12	0
		Résistance à la chaleur de brasage		
		Résistance au solvant des composants ^a		
	1B	Brasabilité	24	0
		Résistance au solvant du marquage ^a		
		Variations rapides de température		
		Vibrations		
		Secousses ou chocs (spécifié dans la spécification particulière)		
1	Séquence climatique	4.12	36	0
2	Chaleur humide, essai continu	4.13	24	0
3	Endurance	4.14	36	0
4	Stockage à haute température	4.19	12	0
	Surtension	4.15		
	Tension inverse ^a	4.16		
5	Caractéristiques à haute et basse température	4.20	12	0
	Charge et décharge ^a	4.21		

^a Si cela est exigé.

^b Se reporter à 3.4.2 pour les combinaisons taille de boîtier/tension.

^c Il s'agit du critère d'acceptation qui ne doit pas être dépassé.

^d Spécimens de rechange.

Tableau 3 – Programme d'essais pour homologation (1 sur 6)

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>) ^c	Exigences de performances ^a
Groupe 0 4.22 Surintensité élevée ^e 4.3 Examen visuel 4.3 Dimensions (détail) 4.4.1 Courant de fuite 4.4.2 Capacité 4.4.3 Tangente de l'angle de perte (tan δ) 4.4.4 Résistance série équivalente	ND	Voir 4.22.1 Voir 4.3.1 Voir 4.3.1 Voir 4.4.1 Voir 4.4.2 Voir 4.4.3 Voir 4.4.4	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière $\leq 0,2 C_N U_R$ ou 500 μA , la plus grande des valeurs (à 20 °C $\pm$ 2 °C) Sans dépasser les tolérances spécifiées Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière
Groupe 1A 4.5 Robustesse des sorties 4.5.2 Contrôle initial Capacité 4.5.3 Contrôle final Examen visuel 4.6 Résistance à la chaleur de brasage 4.6.2 Contrôle initial Capacité 4.6.4 Contrôle final Examen visuel Courant de fuite ^d Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance série équivalente 4.17 Résistance au solvant des composants ^e	D	Voir 4.5.1 Voir 4.4.2 Voir 4.3.1 Voir 4.6.1 Voir 4.4.2 Voir 4.3.1 Voir 4.4.1 Voir 4.4.2 Voir 4.4.3 Voir 4.4.4 Voir 4.17	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible Aucun dommage visible Aucun signe de dommage tel que des craquelures Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière $\leq 0,2 C_N U_R$ ou 500 μA , la plus grande des valeurs (à 20 °C $\pm$ 2 °C) 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 (2 sur 6)

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>) ^c	Exigences de performances ^a
Groupe 1B	D		Voir Tableau 2	
4.7 Brasabilité		Voir 4.7.1		
4.7.3 Contrôle final				
Examen visuel		Voir 4.3.1		Aucun signe de dommage. La zone à braser doit être recouverte d'une nouvelle couche de brasure ne comportant que très peu d'imperfections isolées telles que des perforations ou des zones non mouillées ou démouillées. Ces imperfections ne doivent pas être concentrées sur une seule zone. Une zone sans plaquage, telle que l'extrémité de la borne, ne doit pas être évaluée.
4.18 Résistance au solvant du marquage ^e		Voir 4.32 de l'IEC 60384-1:2016		Voir 4.32 de l'IEC 60384-1:2016
4.8 Variations rapides de température		Voir 4.8.1		
4.8.2 Contrôle initial				
Capacité		Voir 4.4.2		
4.8.4 Rétablissement		Voir 4.8.4		
4.8.5 Contrôle final				
Examen visuel		Voir 4.3.1		Aucun dommage visible Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière
Courant de fuite ^d		Voir 4.4.1		$\leq 0,2 C_N U_R$ ou 500 μA , la plus grande des valeurs (à 20 °C $\pm$ 2 °C)
Capacité		Voir 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 10 \%$ de la valeur mesurée en 4.8.2
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.4.3		Se reporter à la spécification particulière
4.9 Vibrations		Voir 4.9.1		
4.9.3 Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.3.1		Aucun dommage visible Marquage visible
Capacité		Voir 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 10 \%$ de la valeur mesurée en 4.8.2
4.10 Chocs (ou secousses, voir 4.11)		Voir 4.10.1		
4.10.3 Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.3.1		Aucun dommage visible Marquage visible
Capacité		Voir 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 10 \%$ de la valeur mesurée en 4.8.2

Tableau 3 (3 sur 6)

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>) ^c	Exigences de performances ^a
Groupe 1B (suite) 4.11 Secousses (ou chocs) (voir 4.10) 4.11.3 Contrôles finaux Examen visuel Capacité	D	Voir 4.11.1 Voir 4.3.1 Voir 4.4.2	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible Marquage visible $ ΔC/C ≤ 10\%$ de la valeur mesurée en 4.8.2
Groupe 1 4.12 Séquence climatique 4.12.2 Contrôle initial Capacité 4.12.3 Chaleur sèche 4.12.4 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle 4.12.5 Froid 4.12.6 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants 4.12.7 Rétablissement 4.12.8 Contrôles finaux Examen visuel Courant de fuite ^d Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir 4.12.1 Voir 4.4.2 Voir 4.12.3 Voir 4.12.4 Voir 4.12.5 Voir 4.12.6 Voir 4.12.7 Voir 4.3.1 Voir 4.4.1 Voir 4.4.2 Voir 4.4.3	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible Marquage visible $≤ 0,2 C_N U_R$ ou 500 μA, la plus grande des valeurs (à 20 °C ± 2 °C) $ ΔC/C ≤ 20\%$ de la valeur mesurée en 4.12.2 $≤ 1,5$ fois la limite définie dans la spécification particulière
Groupe 2 4.13 Chaleur humide, essai continu 4.13.2 Contrôle initial Capacité 4.13.4 Rétablissement 4.13.5 Contrôles finaux Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir 4.13.1 Voir 4.4.2 Voir 4.4.2 Voir 4.3.1 Voir 4.4.1 Voir 4.4.2 Voir 4.4.3	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible Marquage visible $≤ 5$ fois la limite définie en 4.4.1.3 Se reporter à la spécification particulière $≤ 1,5$ fois la limite définie dans la spécification particulière

Tableau 3 (4 sur 6)

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>) ^c	Exigences de performances ^a
Groupe 3	D		Voir Tableau 2	
4.14 Endurance		Voir 4.14.1		
4.14.2 Contrôle initial				
Capacité		Voir 4.4.2		
4.14.4 Rétablissement		Voir 4.14.4		
4.14.5 Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.3.1		Aucun dommage visible Marquage visible
Courant de fuite		Voir 4.4.1		$\leq 0,2 C_N U_R$ ou 500 μA , la plus grande des valeurs (à 20 °C $\pm$ 2 °C)
Capacité		Voir 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 20 \%$ de la valeur mesurée en 4.14.2
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.4.3		$\leq 1,5$ fois la limite définie dans la spécification particulière
Résistance série équivalente		Voir 4.4.4		≤ 2 fois la limite définie dans la spécification particulière
Groupe 4	D		Voir Tableau 2	
4.19 Stockage à haute température		Voir 4.19.1		
4.19.2 Contrôle initial				
Capacité		Voir 4.4.2		
4.19.4 Rétablissement		Voir 4.19.4		
4.19.5 Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.3.1		Aucun dommage visible Marquage visible
Courant de fuite ^d		Voir 4.4.1		$\leq 0,2 C_N U_R$ ou 500 μA , la plus grande des valeurs (à 20 °C $\pm$ 2 °C)
Capacité		Voir 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 5 \%$ de la valeur mesurée en 4.19.2
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.4.3		Se reporter à la spécification particulière
4.15 Surtension		Voir 4.15.1		
4.15.2 Contrôle initial				
Capacité		Voir 4.4.2		
4.15.4 Rétablissement		Voir 4.15.4		
4.15.5 Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.3.1		Aucun dommage visible
Courant de fuite		Voir 4.4.1		$\leq 0,2 C_N U_R$ ou 500 μA , la plus grande des valeurs (à 20 °C $\pm$ 2 °C)
Capacité		Voir 4.4.2		$ \Delta C/C \leq 15 \%$ de la valeur mesurée en 4.15.2
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.4.3		Se reporter à la spécification particulière

Tableau 3 (5 sur 6)

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>) ^c	Exigences de performances ^a
Groupe 4 (suite) 4.16 Tension inverse ^e 4.16.1 Contrôle initial Capacité 4.16.3 Rétablissement 4.16.4 Contrôles finaux Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir 4.16 Voir 4.4.2 Voir 4.16.3 Voir 4.4.1 Voir 4.4.2 Voir 4.4.3	Voir Tableau 2	$\leq 0,2 C_N U_R$ ou 500 μA , la plus grande des valeurs (à 20 °C $\pm$ 2 °C) $ \Delta C / C \leq 10 \%$ de la valeur mesurée en 4.16.1 Se reporter à la spécification particulière
Groupe 5 4.20 Caractéristiques à haute et basse température <i>Etape 1.</i> 20 °C Capacité ^{e f} <i>Etape 2.</i> température minimale de catégorie Capacité ^e Résistance série équivalente ^e <i>Etape 3.</i> température maximale de catégorie Courant de fuite Capacité ^e Résistance série équivalente ^e	D	Voir 4.20.1 Voir 4.4.2 Voir 4.4.2 Voir 4.4.4 Voir 4.4.1 Voir 4.4.2 Voir 4.4.4	Voir Tableau 2	$ \Delta C / C \leq 20 \%$ de la valeur mesurée à l'étape 1 ≤ 2 fois la limite définie dans la spécification particulière $\leq 12,5$ fois la limite spécifiée en 4.4.1.3 $ \Delta C / C \leq 20 \%$ de la valeur mesurée à l'étape 1 ≤ 2 fois la limite définie dans la spécification particulière

Tableau 3 (6 sur 6)

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>) ^c	Exigences de performances ^a
Groupe 5 (suite)	D		Voir Tableau 2	
4.21 Charge et décharge ^e		Voir 4.21.1		
4.21.2 Contrôle initial				
Capacité		Voir 4.4.2		
4.21.4 Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.3.1		Aucun dommage visible Marquage visible
Courant de fuite		Voir 4.4.1		$\leq 0,2 C U_R$ ou 500 μA , la plus grande des valeurs (à 20 °C $\pm$ 2 °C)
Capacité		Voir 4.4.2		$ \Delta C / C \leq 20 \%$ de la valeur mesurée en 4.21.2
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.4.3		$\leq 1,5$ fois la limite définie dans la spécification particulière
Résistance série équivalente		Voir 4.4.4		≤ 2 fois la limite définie dans la spécification particulière
^a Les numéros de paragraphe font référence à l'Article 4. ^b Dans ce tableau: D = destructif, ND = non destructif. ^c Il s'agit du critère d'acceptation qui ne doit pas être dépassé. ^d Appliquer le préconditionnement spécifié en 4.1. ^e Si cela est exigé. ^f A utiliser comme valeur de référence.				

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

3.5.1 Formation des lots de contrôle

3.5.1.1 Contrôle des groupes A et B

Ces essais doivent être effectués lot par lot.

Un fabricant peut répartir la production en cours en lots de contrôle soumis aux moyens de protection suivants:

- Le lot de contrôle doit être constitué de condensateurs associables (voir 3.2).
- L'échantillon soumis aux essais doit être représentatif des valeurs (tension assignée et capacité nominale) et des dimensions présentes dans le lot de contrôle:
 - en fonction de leur nombre;
 - avec un minimum de cinq valeurs quelconques.
- Si l'échantillon contient moins de cinq valeurs quelconques, le prélèvement des échantillons doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'organisme de certification.

3.5.1.2 Contrôle du Groupe C

Ces essais doivent être effectués périodiquement.

Les échantillons doivent être représentatifs de la production en cours pour les durées spécifiées et doivent être divisés en plages de hautes, moyennes et basses tensions assignées. Pour couvrir la gamme d'homologation sur n'importe quelle durée, l'essai d'une taille de boîtier doit être effectué dans chaque groupe de tensions. Pour les durées périodes suivantes, les essais doivent porter sur d'autres tailles de boîtier et/ou d'autres tensions assignées en production pour couvrir toute la gamme.

3.5.2 Programme d'essais

Le programme pour les essais lot par lot et pour les essais périodiques pour le contrôle de conformité de la qualité est donné 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 un autre contrôle, la brasabilité et la capacité doivent être contrôlées comme cela est spécifié dans le contrôle des Groupes A et B.

3.5.4 Niveaux d'assurance

Les niveaux d'assurance donnés dans la spécification particulière-cadre doivent de préférence être sélectionnés dans le Tableau 4 et le Tableau 5.

Tableau 4 – Contrôle lot par lot

Sous-groupe de contrôle ^a	EZ		
	IL ^b	n ^b	c ^b
A0	100 % ^c		
A1	S-3	d	0
A2	S-3	d	0
B	S-3	d	0

^a Le contenu du sous-groupe de contrôle est décrit à l'Article 2 de la spécification particulière-cadre.

^b NC est le niveau de contrôle
n est le nombre d'échantillons
c est le nombre admissible d'éléments non conformes

^c Après le retrait des éléments non conformes par un essai à 100 % pendant le processus de fabrication, le contrôle par échantillonnage doit être effectué afin de contrôler le niveau de qualité après contrôle 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, le lot doit être rejeté, mais la totalité de l'échantillon doit être contrôlée et tous les éléments non conformes doivent être comptés pour calculer les valeurs du niveau de qualité. Les valeurs du niveau de qualité après contrôle par éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$) doivent être calculées en accumulant les données de contrôle selon la méthode donnée en 6.2 de l'IEC 61193-2:2007.

^d Nombre à soumettre à l'essai: le nombre d'échantillons doit être déterminé conformément à 4.3.2 de l'IEC 61193-2:2007.