

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 18: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic surface mount
capacitors with solid (MnO_2) and non-solid electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 18: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques à
l'aluminium pour montage en surface à électrolyte solide (MnO_2) et non solide**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-18:2016



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 18: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic surface mount
capacitors with solid (MnO₂) and non-solid electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 18: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques à
l'aluminium pour montage en surface à électrolyte solide (MnO₂) et non solide**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.50

ISBN 978-2-8322-3423-5

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

CONTENTS

FOREWORD	5
1 General	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
1.3 Normative references	7
1.4 Information to be given in a detail specification	8
1.4.1 General	8
1.4.2 Outline drawing and dimensions	8
1.4.3 Mounting	8
1.4.4 Ratings and characteristics	8
1.4.5 Marking	9
1.5 Terms and definitions	9
1.6 Marking	9
1.6.1 General	9
1.6.2 Information for marking	9
1.6.3 Marking on capacitors	9
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)	10
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 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	22
3.5.1 Formation of inspection lots	22
3.5.2 Test schedule	22
3.5.3 Delayed delivery	22
3.5.4 Assessment levels	22
4 Test and measurement procedures	23
4.1 Drying	23
4.2 Measuring conditions	24
4.3 Mounting	24
4.3.1 General	24
4.3.2 Initial inspections	24
4.3.3 Test conditions	24

4.3.4	Final inspections	24
4.4	Visual examination and check of dimensions	24
4.4.1	General	24
4.4.2	Visual examination and check of dimensions	24
4.4.3	Requirements	24
4.5	Electrical tests	24
4.5.1	Leakage current.....	24
4.5.2	Capacitance	25
4.5.3	Tangent of loss angle ($\tan \delta$) or equivalent series resistance (ESR).....	25
4.5.4	Impedance (if required).....	26
4.6	Resistance to soldering heat	26
4.6.1	General	26
4.6.2	Test conditions	26
4.6.3	Recovery	26
4.6.4	Final inspections and requirements	26
4.7	Solderability.....	26
4.7.1	General	26
4.7.2	Test conditions	27
4.7.3	Final inspections and requirements	27
4.8	Shear test.....	27
4.8.1	General	27
4.8.2	Final inspections and requirements	27
4.9	Substrate bending test	27
4.9.1	General	27
4.9.2	Final inspections and requirements	27
4.10	Rapid change of temperature	27
4.10.1	General	27
4.10.2	Initial inspections	27
4.10.3	Test conditions.....	27
4.10.4	Recovery	27
4.10.5	Final inspections and requirements	27
4.11	Climatic sequence.....	28
4.11.1	General	28
4.11.2	Initial inspections	28
4.11.3	Dry heat.....	28
4.11.4	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle	28
4.11.5	Cold	28
4.11.6	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles	28
4.11.7	Recovery	28
4.11.8	Final inspections and requirements	28
4.12	Damp heat, steady state	28
4.12.1	General	28
4.12.2	Initial inspections	28
4.12.3	Test conditions	28
4.12.4	Recovery	29
4.12.5	Final inspections and requirements	29
4.13	Characteristics at high and low temperature	29
4.13.1	General	29

4.13.2	Inspections and requirements	29
4.14	Surge voltage	29
4.14.1	General	29
4.14.2	Initial inspections	29
4.14.3	Test conditions	29
4.14.4	Recovery	29
4.14.5	Final inspections and requirements	30
4.15	Endurance	30
4.15.1	General	30
4.15.2	Initial inspections	30
4.15.3	Test conditions	30
4.15.4	Recovery	30
4.15.5	Final inspections and requirements	30
4.16	Reverse voltage (if required)	30
4.16.1	Initial inspections	30
4.16.2	Test conditions	30
4.16.3	Recovery	31
4.16.4	Final inspections and requirements	31
4.17	Storage at high temperature	31
4.17.1	General	31
4.17.2	Initial inspections	31
4.17.3	Test conditions	31
4.17.4	Recovery	31
4.17.5	Final inspections and requirements	31
4.18	Storage at low temperature (if required)	31
4.18.1	General	31
4.18.2	Initial inspections	31
4.18.3	Test conditions	31
4.18.4	Recovery	31
4.18.5	Final inspections and requirements	31
4.19	Charge and discharge (if required)	32
4.19.1	General	32
4.19.2	Initial inspections	32
4.19.3	Test conditions	32
4.19.4	Final inspections and requirements	32
4.20	Component solvent resistance (if required)	32
4.21	Solvent resistance of the marking (if required)	32
4.22	High surge current (if required)	32
4.22.1	General	32
4.22.2	Final inspections and requirements	33
Table 1	– Surge voltages	11
Table 2	– Sampling plan for qualification approval, assessment level EZ	13
Table 3	– Test schedule for qualification approval (1 of 8)	14
Table 4	– Lot-by-lot inspection	23
Table 5	– Periodic inspection	23

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 18: Sectional specification –
Fixed aluminium electrolytic surface mount capacitors
with solid (MnO₂) and non-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 60384-18 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2007 and constitutes a technical revision.

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

- a) Revision of the structure in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2:2011 (sixth edition) to the extent practicable, and harmonization between other similar kinds of documents.

- b) In addition, Clause 4 and all the tables have been reviewed in order to prevent duplications and contradictions.

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

FDIS	Report on voting
40/2460/FDIS	40/2466/RVD

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-18:2016

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 18: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic surface mount capacitors with solid (MnO₂) and non-solid electrolyte

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 applies to fixed aluminium electrolytic surface mount capacitors with solid (MnO₂) and non-solid electrolyte primarily intended for d.c. applications for use in electronic equipment.

These capacitors are primarily intended for use in electronic equipment to be mounted directly on substrates for hybrid circuits or to printed boards.

Capacitors for special-purpose applications may need additional requirements.

1.2 Object

The object of this standard is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60384-1:2016 the appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods and to give general performance requirements for this type of capacitor. Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification should be of equal or higher performance level, because lower performance levels are not permitted.

1.3 Normative references

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

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

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

IEC 60068-2-58:2015, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

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

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

1.4 Information to be given in a detail specification

1.4.1 General

Detail specifications shall be derived from the blank detail specification.

Detail specifications shall not specify requirements inferior to those of the generic, sectional or blank detail specification. When more severe requirements are included, they shall be listed in 1.9 of the detail specification and indicated in the test schedules, for example, by an asterisk.

The information given in 1.4.2 may, for convenience, be presented in tabular form.

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

1.4.2 Outline drawing and dimensions

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

Dimensions and their associated tolerances, which affect interchangeability and mounting, shall be given in the detail specification. All dimensions shall preferably be stated in millimetres. However, when the original dimensions are given in inches, the converted metric dimensions in millimetres shall be added.

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

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

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

- for terminals: width, 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 method of mounting for tests and measurements are given in 4.3. The detail specification shall specify the method of mounting for normal use.

1.4.4 Ratings and characteristics

1.4.4.1 General

The ratings and characteristics shall be given in accordance with the relevant clauses of this standard, including the items as specified below.

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 IECQ on-line certificate system website www.iecq.org".

1.4.4.3 Particular characteristics

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

1.4.4.4 Soldering

The detail specification shall specify the test methods, severities and requirements applicable for the solderability 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, as well as the following apply.

1.5.1

capacitance

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

1.6 Marking

1.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 2.4, with the following details.

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

1.6.3 Marking on capacitors

Polarity of the terminations shall be marked. Others are marked as necessary.

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

1.6.4 Marking on packaging

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

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

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

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

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

- lower category temperature: $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- upper category temperature: $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 tolerances on nominal capacitance are:

$-10\text{ } \%$ to $+10\text{ } \%$ and $-20\text{ } \%$ to $+20\text{ } \%$.

2.2.3 Rated voltage (U_R)

Preferred values of rated d.c. voltages taken from the R 10 and R 20 series of ISO 3 are:

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

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

2.2.5 Surge voltage

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

Table 1 – Surge voltages

Dimensions in volt													
Rated voltage	2,5	4,0	6,3	10	12,5	16	20	25	35	40	50	63	80
Surge voltage	2,9	4,6	7,2	12	14,4	18	23	29	40	46	58	72	92

2.2.6 Rated temperature

The value of the rated temperature is +85 °C, +100 °C, +105 °C or +125 °C.

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

For capacitors with solid electrolyte, the primary stage of manufacture is the formation of the anode body.

For capacitors with non-solid electrolyte, 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 and leakage current.

3.4 Qualification approval procedures

3.4.1 General

The procedures for qualification approval testing are given in IEC 60384-1:2016, 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 part of the range given in the detail specification.

The sample shall consist of four specimens having the maximum and minimum voltages and, for these voltages, the maximum and minimum case size. When there are more than four case sizes, an intermediate case size shall also be tested. In each of these case size/voltage

combinations (values), the maximum capacitance shall be chosen. Thus, for the approval of a range, testing is required of either four or six values. When the range consists of less 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) per value may be used as replacements for specimens, which are non-conforming because of incidents not attributable to the manufacturer.

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

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

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

3.4.3 Tests

The complete series of tests specified in Table 2 and Table 3 are required for the approval of capacitors covered by 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 choices of the test conditions and performance requirements in the detail specification.

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

Table 2 – Sampling plan for qualification approval, assessment level EZ

Group No.	Test	Subclause	Number of specimens n^d	Permissible number of non-conforming items c
0	High surge current ^b Visual examination Dimensions Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^c Spare specimens	4.22 4.4 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4	112+8 ^e +12 ^g	0
1A	Resistance to soldering heat Component solvent resistance ^c	4.6 4.20	12	0
1B	Solderability Solvent resistance of the marking ^c	4.7 4.21	12	0
2	Substrate bending test	4.9	12	0
3 ^a	Mounting Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^c	4.3 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4	76+8 ^e	0 ^f
3.1	Shear test Rapid change of temperature Climatic sequence	4.8 4.10 4.11	20	0
3.2	Damp heat, steady state	4.12	20	0
3.3A	Characteristics at high and low temperature Charge and discharge ^c	4.13 4.19	8	0
3.3B	Reverse voltage ^c	4.16	8 ^e	0
3.4	Endurance	4.15	20	0
3.5	Storage at high temperature Storage at low temperature ^c Surge voltage	4.17 4.18 4.14	8	0

^a The value of these measurements serve as initial measurements for the tests of Group 3.

^b If required for solid electrolyte capacitors only.

^c If required.

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

^e Additional samples for the tests of subgroup 3.3B.

^f The capacitors found non-conforming after mounting shall not be taken into account when calculating the non-conforming items for the following tests. They shall be replaced by spare capacitors.

^g Spare specimens.

Table 3 – Test schedule for qualification approval (1 of 8)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 0 4.22 High surge current ^c 4.4 Visual examination 4.4 Dimensions (detail) 4.5.1 Leakage current 4.5.2 Capacitance 4.5.3 Tangent of loss angle 4.5.4 Impedance ^d	ND	See IEC 60384-1:2016, 4.39 See 4.4.2 See 4.4.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.4.2 and 4.5.4.3	See Table 2	Legible marking and as specified in the detail specification See detail specification Solid electrolyte: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^g Non-solid electrolyte: $\leq 0,025 C_N U_R$ or 1 µA, whichever is the greater (at 20 °C ± 2 °C) ^g Within specified tolerance See detail specification See detail specification
Group 1A 4.6 Resistance to soldering heat 4.6.3 Recovery 4.6.4 Final inspections Visual examination Capacitance Tangent of loss angle 4.20 Component solvent resistance ^d	D	See 4.6.2 See 4.6.3 See 4.6.4 See 4.4.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See IEC 60384-1:2016, 4.31	See Table 2	There shall be no signs of visible damage Dissolution of the end face plating (leaching) shall not exceed 25 % of the length of the edge concerned See detail specification See detail specification See IEC 60384-1:2016, 4.31
Group 1B 4.7 Solderability 4.7.3 Final inspections Visual examination 4.21 Component solvent resistance of the marking ^d	D	See IEC 60384-1:2016, 4.15. See 4.4.2 See IEC 60384-1:2016, 4.32	See Table 2	The evaluation area for wetting shall be the terminal portion only. (See IEC 60068-2-58: 2015, 9.3) See IEC 60384-1:2016, 4.32

Table 3 (2 of 8)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 2 4.9 Substrate bending test 4.9.2 Final inspections Visual examination Capacitance Impedance ^c	D	See IEC 60384-1:2016, 4.35 See 4.4.2 See 4.5.2.2 See 4.5.4.2 and 4.5.4.3	See Table 2	(See IEC 60384-1:2016, 4.35.3) No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte See detail specification See detail specification
Group 3 4.3 Mounting 4.3.4 Final inspections Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^d	D	See 4.3.3 See 4.4.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.4.2 and 4.5.4.3	See Table 2	No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte Solid electrolyte: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^g Non-solid electrolyte: $\leq 0,025 C_N U_R$ or 1 µA, whichever is the greater (at 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C \leq 5\%$ of the value measured in 4.5.2 See detail specification $\leq$ initial limit
Group 3.1 4.8 Shear test 4.8.2 Final inspections Visual examination 4.10 Rapid change of temperature 4.10.2 Initial inspections Capacitance 4.10.4 Recovery 4.10.5 Final inspections Solid electrolyte: Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^d Non-solid electrolyte: Visual examination	D	See IEC 60384-1:2016, 4.34 See 4.4.2 See 4.10.3 See 4.5.1.2 See 4.10.4 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.4.2 and 4.5.4.3 See 4.4.2	See Table 2	No visible damage Within specified tolerance $\leq 0,15 C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C \leq 5\%$ of the value measured in 4.10.2 See detail specification See detail specification No visible damage and no leakage of electrolyte

Table 3 (3 of 8)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (n) and number of permissible non-conforming items (c)	Performance requirements ^a
Group 3.1 (continued)	D		See Table 2	
4.11 Climatic sequence		See IEC 60384-1:2016, 4.21		
4.11.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.5.2.2		Within specified tolerance
4.11.3 Dry heat		See 4.11.3		
4.11.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle		See IEC 60384-1:2016, 4.21.4		
4.11.5 Cold		See 4.11.5		
4.11.6 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles		See IEC 60384-1:2016, 4.21.7		
4.11.7 Recovery		See 4.11.7		
4.11.8 Final inspections				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte Legible marking
Leakage current		See 4.5.1.2		Solid electrolyte: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^g Non-solid electrolyte: $\leq 0,025 C_N U_R$ or 1 µA, whichever is the greater (at 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C \leq 10$ % of the value measured in 4.11.2 $\leq 1,2$ times the initial limit
Capacitance		See 4.5.2.2		
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		
Group 3.2	D		See Table 2	
4.12 Damp heat, steady state		See IEC 60384-1:2016, 4.22		
4.12.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.5.2.2		Within specified tolerance
4.12.4 Recovery				
4.12.5 Final inspections				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage, and for non-solid electrolyte capacitor no leakage of electrolyte Legible marking
Leakage current		See 4.5.1.2		Solid electrolyte: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^g Non-solid electrolyte: $\leq 0,025 C_N U_R$ or 1 µA, whichever is the greater (at 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C $ for Solid electrolyte: ≤ 10 % of the value measured in 4.12.2 Non-solid electrolyte: ≤ 20 % of the value measured in 4.12.2 $\leq 1,2$ times the initial limit $\leq 1,2$ times the limit in the detail specification
Capacitance		See 4.5.2.2		
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		
Impedance ^d		See 4.5.4.2 and 4.5.4.3		

Table 3 (4 of 8)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 3.3A	D		See Table 2	
4.13 Characteristics at high and low temperature		See IEC 60384-1:2016, 4.29		
Solid electrolyte:				
Step 1: 20 °C				
Capacitance ^{c h}		See 4.5.2.2		
Impedance (at the same frequency as Step 2) ^{c h}		See 4.5.4.2 and 4.5.4.3		
Tangent of loss angle ^c		See 4.5.3.2		
Step 2: lower category temperature				
Capacitance ^c		See 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 20\%$ of the value measured in Step 1
Impedance ^c		See 4.5.4.4		Ratio with respect to value in Step 1: ≤ 2 times
Tangent of loss angle ^c		See 4.5.3.2		≤ 2 times the initial limit
Step 3: upper category temperature				
Leakage current		See 4.5.1.2		At 125 °C: ≤ 15 times the limit of 4.5.1
				At 105 °C: $\leq 12,5$ times the limit of 4.5.1
				At 100 °C: $\leq 12,5$ times the limit of 4.5.1
				At 85 °C: ≤ 10 times the limit of 4.5.1
Capacitance ^c		See 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 20\%$ of the value measured in Step 1
Tangent of loss angle ^c		See 4.5.3.2		$\leq$ initial limit
Non-solid electrolyte:				
Step 1: 20 °C				
Capacitance ^{e h}		See 4.5.2.2		
Tangent of loss angle ^e		See 4.5.3.2		
Impedance (at same frequency as Step 2) ^{e h}		See 4.5.4.2 and 4.5.4.3		

Table 3 (5 of 8)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 3.3A (continued)	D		See Table 2	
4.13				
Step 2: lower category temperature				
Impedance ^e		See 4.5.4.4		Ratio with respect to the value in Step 1
				Rated voltage V
				Ratio of impedance
				$U_R \leq 6,3$
				$6,3 < U_R \leq 16$
				$16 < U_R \leq 63$
				≤ 10
				≤ 8
				≤ 6
Step 3: upper category temperature				
Leakage current		See 4.5.1.2		At 125 °C: ≤ 10 times the limit of 4.5.1
				At 105 °C: ≤ 8 times the limit of 4.5.1
				At 100 °C: ≤ 8 times the limit of 4.5.1
				At 85 °C: ≤ 5 times the limit of 4.5.1
Capacitance ^e		See 4.5.2.2		See detail specification
Tangent of loss angle ^e		See 4.5.3.2		See detail specification
4.19 Charge and discharge ^d		See 4.19.3		
4.19.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.5.2.2		Within specified tolerance
4.19.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte
				Solid electrolyte:
				$\leq 0,15 C_N U_R$
				(at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^g
				Non-solid electrolyte:
				$\leq 0,025 C_N U_R$ or 1 μ A,
				whichever is the greater
				(at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^g
				$ \Delta C/C $ for:
				Solid electrolyte:
				≤ 5 % of the value
				measured in 4.19.2
				Non-solid electrolyte:
				≤ 10 % of the value
				measured in 4.19.2
Capacitance		See 4.5.2.2		

Table 3 (6 of 8)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 3.3B	D		See Table 2	
4.16 Reverse voltage ^d		See 4.16.2		
4.16.1 Initial inspections				
Capacitance		See 4.5.2.2		Within specified tolerance
4.16.3 Recovery		See 4.16.3		
4.16.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte
Leakage current		See 4.5.1.2		Solid electrolyte: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^g Non-solid electrolyte: $\leq 0,025 C_N U_R$ or 1 µA, whichever is the greater (at 20 °C ± 2 °C) ^g
Capacitance		See 4.5.2.2		$ \Delta C/C $ for Solid electrolyte: ≤ 10 % of the value measured in 4.16.1 Non-solid electrolyte: See detail specification, of the value measured in 4.16.1
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		See detail specification
Group 3.4	D		See Table 2	
4.15 Endurance		See 4.15.3		
4.15.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.5.2.2		Within specified tolerance
4.15.4 Recovery		See 4.15.4		
4.15.5 Final inspections				
Solid electrolyte:				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage Legible marking
Leakage current		See 4.5.1.2		$\leq 0,15 C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^g
Capacitance		See 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 10$ % of the value measured in 4.15.2
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		$\leq 1,2$ times the initial limit
Impedance ^c		See 4.5.4.2 and 4.5.4.3		$\leq 1,2$ times the limit in the detail specification

Table 3 (7 of 8)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (n) and number of permissible non-conforming items (c)	Performance requirements ^a				
Group 3.4 (continued) 4.15.5 Final inspections Non-solid electrolyte: Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^e	D	See 4.4.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.4.2 and 4.5.4.3	See Table 2	No leakage of electrolyte or other visible damage Legible marking $\leq 0,025 C_N U_R$ or 1 μ A, whichever is the greater (at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^g $ \Delta C/C $ compared to values measured in 4.15.2 <table><tr><th>Rated voltage V</th><th>$\Delta C/C$ %</th></tr><tr><td>$U_R \leq 6,3$ $6,3 < U_R \leq 63$</td><td>+25 to –40 ± 30</td></tr></table> ≤ 2 times the initial limit or $\leq 0,4$, whichever is the greater ≤ 4 times the limit in the detail specification	Rated voltage V	$ \Delta C/C $ %	$U_R \leq 6,3$ $6,3 < U_R \leq 63$	+25 to –40 ± 30
Rated voltage V	$ \Delta C/C $ %							
$U_R \leq 6,3$ $6,3 < U_R \leq 63$	+25 to –40 ± 30							
Group 3.5 4.17 Storage at high temperature 4.17.2 Initial inspections Capacitance 4.17.4 Recovery 4.17.5 Final inspections Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle	D	See 4.17.3 See 4.5.2.2 See 4.17.4 See 4.4.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2	See Table 2	Within specified tolerance No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte Solid electrolyte: $\leq$ the limit of 4.5.1 Non-solid electrolyte: ≤ 2 times the limit of 4.5.1 $ \Delta C/C $ for Solid electrolyte: ≤ 5 % of the value measured in 4.17.2 Non-solid electrolyte: ≤ 10 % of the value measured in 4.17.2 Solid electrolyte: $\leq$ the initial limit Non-solid electrolyte: $\leq 1,2$ times the initial limit				

Table 3 (8 of 8)

Subclause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 3.5 (continued)	D		See Table 2	
4.18 Storage at low temperature ^f		See IEC 60384-1:2016, 4.25.2.2		
4.18.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.5.2.2		Within specified tolerance
4.18.4 Recovery		See 4.18.4		
4.18.5 Final inspections				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage and no leakage of electrolyte Legible marking
Leakage current		See 4.5.1.2		$\leq 0,025 C_N U_R$ or $1 \mu A$, whichever is the greater (at $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^g
Capacitance		See 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 10\%$ of value measured in 4.18.2
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		See detail specification
4.14 Surge voltage		See 4.14.3		
4.14.4 Recovery		See 4.14.4		
4.14.5 Final inspections				
Visual examination ^e		See 4.4.2		No visible damage and no leakage of electrolyte
Leakage current		See 4.5.1.2		Solid electrolyte: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^g
Capacitance		See 4.5.2.2		Non-solid electrolyte: $\leq 0,025 C_N U_R$ or $1 \mu A$, whichever is the greater (at $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^g
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		$ \Delta C/C $ for Solid electrolyte: $\leq 10\%$ Non-solid electrolyte: $\leq 15\%$ of value measured in 4.17.2 or 4.18.2
^a The value of these measurements after mounting serve as initial measurements for the tests after measurement of each subgroups. ^b In this table, D = destructive, ND = non-destructive. ^c If required for solid electrolyte capacitors only. ^d If required. ^e If required for non-solid electrolyte capacitors only. ^f Only applicable to solid electrolyte capacitors with a lower category temperature of $-25^\circ C$ and $-10^\circ C$. ^g C_N = nominal capacitance in microfarads; U_R = rated voltage in volts. ^h For use as reference value.				

3.5 Quality conformance inspection

3.5.1 Formation of inspection lots

3.5.1.1 Groups A and B inspection

These tests shall be carried out on a lot-by-lot basis.

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

- a) the inspection lot shall consist of structurally similar capacitors (see 3.2);
- b) the sample tested shall be representative of the values and dimensions contained in the inspection lot:
 - in relation to their number;
 - with a minimum of five of any one value;
- c) if there are less than five of any one value in the sample the basis for the drawing of samples shall be agreed between the manufacturer and the certification body (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 Test schedule

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

3.5.3 Delayed delivery

When, according to the procedures of IEC 60384-1:2016, Q.1.7, re-inspection should be made, solderability and 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	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
A0 ^e	100 % ^c		
A1	S-3	<i>d</i>	0
A2	S-3	<i>d</i>	0
B1	S-3	<i>d</i>	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 The inspection shall be performed after removal of non-conforming items by 100 % testing during the manufacturing process. The sampling level shall be established by the manufacturer, preferably according to IEC 61193-2:2007, Annex A.

Whether the lot was accepted or not, all samples for sampling inspection shall be inspected in order to monitor the outgoing quality level by non-conforming items per million ($\times 10^{-6}$).

In case one or more non-conforming items occur in a sample, this lot shall be rejected but all non-conforming items shall be counted for the calculation of quality level values.

Outgoing quality level by non-conforming items per million ($\times 10^{-6}$) values shall be calculated by accumulating inspection data according to the method given in IEC 61193-2:2007, 6.2.

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

^e If required for solid electrolyte capacitors only.

Table 5 – Periodic inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	<i>p</i> ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3.1	6	18	0
C3.2	6	9	0
C3.3	3	24	0
C3.4	6	15	0
C3.5A	12	6	0
C3.5B	12	6	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 Drying

The condition is given in IEC 60384-1:2016, 4.3.

4.2 Measuring conditions

The measuring condition is as follows:

- Relative humidity: 25 % to 75 %.

4.3 Mounting

4.3.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.33, with the following details.

4.3.2 Initial inspections

The capacitance shall be measured according to 4.5.2.

4.3.3 Test conditions

The test method shall be the reflow method and reflow temperature profile specified in the detail specification.

4.3.4 Final inspections

The capacitors shall be visually examined and the electrical characteristics measured as indicated in Table 3.

4.4 Visual examination and check of dimensions

4.4.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.4, with the following details.

4.4.2 Visual examination and check of dimensions

Visual examination shall be carried out with suitable equipment with approximately 10× magnification and lighting appropriate to the specimen under test and 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 the materials, design, construction, and physical dimensions.

4.4.3 Requirements

See Table 3.

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

4.5 Electrical tests

4.5.1 Leakage current

4.5.1.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.9, with the following details.

4.5.1.2 Measuring conditions

The rated voltage shall be applied across the capacitor and its protective resistor placed in series with the capacitor to limit the charging current.

The protective resistor shall have a value of 1 000 Ω .

4.5.1.3 Requirements

See Table 3.

4.5.2 Capacitance

4.5.2.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.7, with the following details.

4.5.2.2 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. voltage should not be applied to the capacitor during measurement.

A d.c. bias voltage of 0,7 V to 1,0 V may be applied during the measurement to avoid negative voltage application to the capacitor by applied a.c. voltage.

The inaccuracy of the measuring instrument 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.

4.5.2.3 Requirements

See Table 3.

4.5.3 Tangent of loss angle ($\tan \delta$) or equivalent series resistance (ESR)

4.5.3.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.8, with the following details.

The limits for the tangent of loss angle ($\tan \delta$) or for the equivalent series resistance (ESR) shall be specified in the detail specification.

For capacitors with non-solid electrolyte, instead of the tangent of loss angle ($\tan \delta$), the equivalent series resistance (ESR) may be specified in the detail specification.

4.5.3.2 Measuring conditions

The measurement shall be under the conditions of 4.5.2.2.

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

4.5.3.3 Requirements

See Table 3.

4.5.4 Impedance (if required)

4.5.4.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.10, with the following details.

4.5.4.2 Measuring frequency

The measuring frequency shall be chosen from one of the following values: 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz and 1 MHz and shall be that at which the lowest value of impedance is likely to occur. The tolerance on all frequencies for measuring purposes shall not exceed 20 %. The value of the measuring frequency shall be prescribed by the detail specification.

4.5.4.3 Measuring conditions

The measuring voltage shall be small enough to avoid undue heating of the capacitor.

To demonstrate that the voltage is sufficiently small, it shall be applied to one of the capacitors in each sample for 1 min during which time there shall be no readable change in the impedance of the capacitor.

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

4.5.4.4 Measurement at lower category temperature

The measuring frequency at lower category temperature shall be 100 Hz or 120 Hz, unless otherwise specified by the detail specification.

4.5.4.5 Requirements

See Table 3.

4.6 Resistance to soldering heat

4.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.14, with the following details.

4.6.2 Test conditions

The test method shall be the reflow method and reflow temperature profile specified in the detail specification.

4.6.3 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.6.4 Final inspections and requirements

After recovery, the capacitors shall be visually examined under normal lighting and approximately 10 $\times$ magnification and the electrical characteristics measured as indicated in Table 3.

4.7 Solderability

4.7.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.15, with the following details.

4.7.2 Test conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.15.

4.7.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.8 Shear test

4.8.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.34, with the following details.

4.8.2 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.9 Substrate bending test

4.9.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.35, with the following details.

4.9.2 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.10 Rapid change of temperature

4.10.1 General

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

4.10.2 Initial inspections

See Table 3.

4.10.3 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.

4.10.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.10.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.11 Climatic sequence

4.11.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.21, with the following details.

4.11.2 Initial inspections

See Table 3.

4.11.3 Dry heat

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

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

4.11.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2016, 4.21.4.

4.11.5 Cold

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

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

4.11.6 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles

See IEC 60384-1:2016, 4.21.7.

4.11.7 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.11.8 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.12 Damp heat, steady state

4.12.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.22, with the following details:

The capacitors shall be mounted according to 4.3.

4.12.2 Initial inspections

See Table 3.

4.12.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- Duration: 10, 21 or 56 days;
- Temperature: $+40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Relative humidity: $(93 \pm 3)\%$;

- Applied voltage: No voltage shall be applied.

4.12.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.12.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.13 Characteristics at high and low temperature

4.13.1 General

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

4.13.2 Inspections and requirements

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

4.14 Surge voltage

4.14.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.26, with the following details.

4.14.2 Initial inspections

See Table 3.

4.14.3 Test conditions

The capacitors shall be submitted to 1 000 cycles, each consisting of a 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 ($1,15 U_R$) shall be applied during 30 s through a protective resistor with a value calculated by Formula (1).

$$RC = (0,1 \pm 0,5) \text{ s} \quad (1)$$

where

R is the value of the charge resistor (Ω);

C is the value of the nominal capacitance (μF).

The test shall be made at room temperature.

The test shall be terminated on the discharge portion of the cycle.

The charge time constant and discharge time constant shall be 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 Endurance

4.15.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.23, with the following details.

4.15.2 Initial inspections

See Table 3.

4.15.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- Duration: 1 000 h or the time specified in the detail specification;
- Temperature: upper category temperature;
- Applied voltage: rated voltage.

4.15.4 Recovery

The minimum recovery period shall be 16 h.

4.15.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.16 Reverse voltage (if required)

4.16.1 Initial inspections

See Table 3.

4.16.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

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

a) Condition

- 1) Temperature: Upper category temperature.
- 2) Applied voltage:
 - for solid electrolyte capacitors: a d.c. voltage 0,15 times the rated voltage shall be applied in the reverse voltage polarity direction;
 - for non-solid electrolyte capacitors: a voltage of 1 V (d.c.), unless otherwise specified in the detail specification, shall be supplied in reverse voltage polarity direction.
- 3) Duration: 125 h.

b) Condition

- 1) Test temperature: Upper category temperature.
- 2) Applied voltage: 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 Storage at high temperature

4.17.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.25.1 with the following details.

4.17.2 Initial inspections

See Table 3.

4.17.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

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

4.17.4 Recovery

The minimum recovery period shall be 16 h.

4.17.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.18 Storage at low temperature (if required)

4.18.1 General

If required for non-solid electrolyte capacitors only, see IEC 60384-1:2016, 4.25.2, with the following details.

4.18.2 Initial inspections

See Table 3.

4.18.3 Test conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.25.2.2, with the following details.

- Duration: 16 h or 4 h after thermal stability has been reached (whichever is the shorter);
- Temperature: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.18.4 Recovery

The minimum recovery period shall be 16 h.

4.18.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.19 Charge and discharge (if required)

4.19.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.27, with the following details.

4.19.2 Initial inspections

See Table 3.

4.19.3 Test conditions

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

In cases where an increase of the cycling period is required, it shall be indicated in the detail specification whether the charging time shall remain unchanged so as not to exceed the maximum permissible heat generated in the capacitor.

a) Charge

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

b) Discharge

- Applied voltage: none.
- Discharge resistor: as required for $RC = 0,1$ s.
- Duration: 0,5 s.

c) Number of cycles

- for capacitors with rated voltage $U_R \leq 160$ V: 10^6 cycles.
- for capacitors with rated voltage $U_R > 160$ V: specified in the detail specification.

The charge time constant and discharge time constant shall be specified in the detail specification.

4.19.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.20 Component solvent resistance (if required)

See IEC 60384-1:2016, 4.31.

4.21 Solvent resistance of the marking (if required)

See IEC 60384-1:2016, 4.32.

The recovery period shall not be applicable, unless otherwise stated in the detail specification.

4.22 High surge current (if required)

4.22.1 General

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

4.22.2 Final inspections and requirements

See Table 3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-18:2016

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	37
1 Généralités.....	39
1.1 Domaine d'application.....	39
1.2 Objet.....	39
1.3 Références normatives.....	39
1.4 Informations à indiquer dans une spécification particulière.....	40
1.4.1 Généralités.....	40
1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions.....	40
1.4.3 Montage.....	40
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques.....	40
1.4.5 Marquage.....	41
1.5 Termes et définitions.....	41
1.6 Marquage.....	41
1.6.1 Généralités.....	41
1.6.2 Informations pour le marquage.....	41
1.6.3 Marquage sur les condensateurs.....	42
1.6.4 Marquage sur l'emballage.....	42
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles.....	42
2.1 Caractéristiques préférentielles.....	42
2.2 Valeurs assignées préférentielles.....	42
2.2.1 Capacité nominale (C_N).....	42
2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale.....	42
2.2.3 Tension assignée (U_R).....	43
2.2.4 Tension de catégorie (U_C).....	43
2.2.5 Surtension.....	43
2.2.6 Température assignée.....	43
3 Procédures d'assurance de la qualité.....	43
3.1 Etape initiale de fabrication.....	43
3.2 Modèles associables.....	43
3.3 Enregistrements d'essais certifiés des lots livrés.....	43
3.4 Procédures d'homologation.....	44
3.4.1 Généralités.....	44
3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec un nombre d'échantillons fixe.....	44
3.4.3 Essais.....	44
3.5 Contrôle de conformité de la qualité.....	55
3.5.1 Formation des lots de contrôle.....	55
3.5.2 Programme d'essais.....	55
3.5.3 Livraison retardée.....	55
3.5.4 Niveaux d'assurance de la qualité.....	55
4 Procédures d'essai et de mesure.....	56
4.1 Séchage.....	56
4.2 Conditions de mesure.....	57
4.3 Montage.....	57
4.3.1 Généralités.....	57
4.3.2 Inspections initiales.....	57

4.3.3	Conditions d'essai.....	57
4.3.4	Inspections finales.....	57
4.4	Examen visuel et contrôle des dimensions.....	57
4.4.1	Généralités.....	57
4.4.2	Examen visuel et contrôle des dimensions.....	57
4.4.3	Exigences.....	57
4.5	Essais électriques.....	57
4.5.1	Courant de fuite.....	57
4.5.2	Capacité.....	58
4.5.3	Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$) ou résistance série équivalente.....	58
4.5.4	Impédance (si nécessaire).....	59
4.6	Résistance à la chaleur de brasage.....	59
4.6.1	Généralités.....	59
4.6.2	Conditions d'essai.....	59
4.6.3	Rétablissement.....	59
4.6.4	Exigences et inspections finales.....	59
4.7	Brasabilité.....	60
4.7.1	Généralités.....	60
4.7.2	Conditions d'essai.....	60
4.7.3	Exigences et inspections finales.....	60
4.8	Essai de cisaillement.....	60
4.8.1	Généralités.....	60
4.8.2	Exigences et inspections finales.....	60
4.9	Essai de courbure du substrat.....	60
4.9.1	Généralités.....	60
4.9.2	Exigences et inspections finales.....	60
4.10	Variations rapides de température.....	60
4.10.1	Généralités.....	60
4.10.2	Inspections initiales.....	60
4.10.3	Conditions d'essai.....	60
4.10.4	Rétablissement.....	60
4.10.5	Exigences et inspections finales.....	61
4.11	Séquence climatique.....	61
4.11.1	Généralités.....	61
4.11.2	Inspections initiales.....	61
4.11.3	Chaleur sèche.....	61
4.11.4	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle.....	61
4.11.5	Froid.....	61
4.11.6	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants.....	61
4.11.7	Rétablissement.....	61
4.11.8	Exigences et inspections finales.....	61
4.12	Chaleur humide, essai continu.....	61
4.12.1	Généralités.....	61
4.12.2	Inspections initiales.....	61
4.12.3	Conditions d'essai.....	61
4.12.4	Rétablissement.....	62
4.12.5	Exigences et inspections finales.....	62
4.13	Caractéristiques à haute et basse température.....	62

4.13.1	Généralités	62
4.13.2	Inspections et exigences	62
4.14	Surtension	62
4.14.1	Généralités	62
4.14.2	Inspections initiales	62
4.14.3	Conditions d'essai	62
4.14.4	Rétablissement	63
4.14.5	Exigences et inspections finales	63
4.15	Endurance	63
4.15.1	Généralités	63
4.15.2	Inspections initiales	63
4.15.3	Conditions d'essai	63
4.15.4	Rétablissement	63
4.15.5	Exigences et inspections finales	63
4.16	Tension inverse (si nécessaire)	63
4.16.1	Inspections initiales	63
4.16.2	Conditions d'essai	63
4.16.3	Rétablissement	64
4.16.4	Exigences et inspections finales	64
4.17	Stockage à haute température	64
4.17.1	Généralités	64
4.17.2	Inspections initiales	64
4.17.3	Conditions d'essai	64
4.17.4	Rétablissement	64
4.17.5	Exigences et inspections finales	64
4.18	Stockage à basse température (si nécessaire)	64
4.18.1	Généralités	64
4.18.2	Inspections initiales	64
4.18.3	Conditions d'essai	64
4.18.4	Rétablissement	65
4.18.5	Exigences et inspections finales	65
4.19	Charge et décharge (si nécessaire)	65
4.19.1	Généralités	65
4.19.2	Inspections initiales	65
4.19.3	Conditions d'essai	65
4.19.4	Exigences et inspections finales	65
4.20	Résistance au solvant des composants (si nécessaire)	65
4.21	Résistance au solvant du marquage (si nécessaire)	66
4.22	Surintensité élevée (si nécessaire)	66
4.22.1	Généralités	66
4.22.2	Exigences et inspections finales	66
Tableau 1 – Surtensions		43
Tableau 2 – Plan d'échantillonnage pour homologation, niveau d'assurance EZ		46
Tableau 3 – Programme d'essais pour homologation (1 de 8)		47
Tableau 4 – Inspection lot par lot		56
Tableau 5 – Inspection périodique		56

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS
DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 18: Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes électrolytiques à l'aluminium pour
montage en surface à électrolyte solide (MnO₂) et non solide**

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 60384-18 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 2007. 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 fondée sur les Directives ISO/IEC, Partie 2:2011 (sixième édition) dans la mesure du possible, et harmonisation avec d'autres types de documents similaires.
- b) En outre, révision et de l'Article 4 et des tableaux pour éviter les redondances et les contradictions.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2460/FDIS	40/2466/RVD

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-18:2016

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 18: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques à l'aluminium pour montage en surface à électrolyte solide (MnO₂) et non solide

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60384 s'applique aux condensateurs fixes électrolytiques à l'aluminium pour montage en surface à électrolyte solide (MnO₂) et à électrolyte non solide destinés principalement aux applications en courant continu dans des équipements électroniques.

Ces condensateurs sont principalement destinés à être utilisés dans des équipements électroniques et à être montés directement sur des substrats pour circuits hybrides ou sur des cartes imprimées.

Pour les condensateurs utilisés dans des applications spéciales, des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires.

1.2 Objet

La présente norme a pour objet de prescrire les valeurs assignées et caractéristiques préférentielles et de sélectionner, en se référant à l'IEC 60384-1:2016, 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. Il convient que les sévérités et les exigences d'essai prescrites dans les spécifications particulières faisant référence à la présente spécification intermédiaire présentent des niveaux de performances supérieurs ou égaux, parce que les niveaux de performance inférieurs ne sont pas autorisés.

1.3 Références normatives

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

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

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

IEC 60068-2-58:2015, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essais Td: Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de brasage des composants pour montage en surface (CMS)*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

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

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 des nombres normaux*

1.4 Informations à indiquer dans une spécification particulière

1.4.1 Généralités

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

Les spécifications particulières ne doivent pas indiquer d'exigences inférieures à celles de la spécification générique, intermédiaire ou particulière-cadre. Si des exigences plus strictes sont incluses, elles doivent être données 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 dans un tableau.

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

1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Un dessin représentant les condensateurs doit être inclus pour les identifier facilement 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 être indiquées de préférence en millimètres. Toutefois, lorsque les dimensions originales sont indiquées en inch, une conversion en millimètres doit être ajoutée.

Les valeurs numériques du corps doivent être données de la manière suivante:

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

Les valeurs numériques des bornes doivent être données de la manière suivante:

- pour les bornes: largeur, longueur et espacement.

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

1.4.3 Montage

La méthode de montage pour les essais et les mesures est présentée en 4.3. La spécification particulière doit indiquer la méthode de montage pour une utilisation normale.

1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.4.4.1 Généralités

Les valeurs assignées et caractéristiques doivent être données conformément aux articles correspondants de la présente norme, et respecter les points présentés ci-après.

1.4.4.2 Plage de capacités nominales

Voir 2.2.1.

Lorsque des produits homologués conformément à la spécification particulière présentent des plages de capacités nominales différentes, il convient d'ajouter l'énoncé suivant:

"La plage de capacités nominales disponible dans chaque plage de tensions est indiquée dans le registre des agréments, disponible par exemple via le système de certificats en ligne de l'IECQ sur le site web www.iecq.org."

1.4.4.3 Caractéristiques particulières

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

1.4.4.4 Brasure

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

1.4.5 Marquage

La spécification particulière doit spécifier le contenu du marquage sur le condensateur et sur l'emballage. Toute différence par rapport à 1.6 doit être indiquée dans la spécification particulière.

1.5 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60384-1:2016, ainsi que les suivants, s'appliquent.

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 l'IEC 60384-1:2016, 2.4, avec les précisions suivantes.

1.6.2 Informations pour le 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 (sauf si elles sont identifiées par la construction);
- b) capacité nominale;
- c) tension assignée (la tension continue peut être représentée par le symbole — (L'IEC 60417-5031:2002) ou —);
- d) température de catégorie;
- e) tolérance sur la capacité nominale;
- f) année et mois (ou année et semaine) de fabrication;

- g) nom du fabricant et/ou marque commerciale;
- h) désignation du modèle par le fabricant;
- i) référence à la spécification particulière.

1.6.3 Marquage sur les condensateurs

La polarité des sorties doit être marquée. D'autres éléments sont marqués au besoin.

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

1.6.4 Marquage sur l'emballage

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

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

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

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

Les températures des catégories inférieure et supérieure doivent être prises parmi les valeurs suivantes:

- température de la catégorie inférieure: -55°C , -40°C , -25°C et -10°C ;
- température de la catégorie supérieure: $+85^{\circ}\text{C}$, $+100^{\circ}\text{C}$, $+105^{\circ}\text{C}$ et $+125^{\circ}\text{C}$.

Les sévérités pour les essais de froid et de chaleur sèche sont les températures des catégories inférieure et supérieure 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 E 12 de l'IEC 60063. Ces valeurs sont:

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

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

2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

Les tolérances préférentielles sur la capacité nominale sont:

-10% à $+10\%$ et -20% à $+20\%$.

2.2.3 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles des tensions continues assignées issues des séries R 10 et R 20 de la norme ISO 3 sont:

- série R 10: 1,0 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 – 6,3 – 8,0;
- série R 20: 3,5¹ – 4,5;
- et leurs multiples décimaux ($\times 10^n$, n : nombre entier).

2.2.4 Tension de 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 au volt le plus proche donnée dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Surtensions

Tension assignée	Dimensions en volts												
	2,5	4,0	6,3	10	12,5	16	20	25	35	40	50	63	80
Surtension	2,9	4,6	7,2	12	14,4	18	23	29	40	46	58	72	92

2.2.6 Température assignée

La valeur de la température assignée est +85 °C, +100 °C, +105 °C ou +125 °C .

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Etape initiale de fabrication

Pour les condensateurs à électrolyte solide, l'étape initiale de fabrication est la formation du corps de l'anode.

Pour les condensateurs à électrolyte non solide, l'étape initiale de fabrication est l'évaluation par le fabricant de condensateurs de la feuille d'anode formée.

3.2 Modèles associables

Les condensateurs, considérés comme ayant une structure similaire, 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 des 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 et le courant de fuite.

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

3.4 Procédures d'homologation

3.4.1 Généralités

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

Le programme à utiliser pour les essais d'homologation basés 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 ci-dessous, en 3.4.2 et en 3.4.3.

3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec 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 à homologuer. 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 maximales et minimales, et, pour ces tensions, les tailles de boîtier maximales et minimales. Lorsque le nombre de tailles de boîtier est supérieur à quatre, un essai doit aussi être effectué sur un boîtier intermédiaire. La capacité maximale doit être choisie dans chacune de ces combinaisons (valeurs) taille de boîtier/tension. Ainsi, pour homologuer une gamme, les essais doivent nécessairement porter soit sur quatre, soit sur six valeurs. Lorsque la gamme comprend moins de quatre valeurs, le nombre de spécimens à soumettre aux essais doit être celui qui est 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 qui ne sont pas imputables au fabricant.

Les nombres donnés dans le Groupe 0 supposent 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 nécessaire aux groupes supplémentaires.

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

3.4.3 Essais

Les séries complètes d'essais spécifiés dans le Tableau 2 et dans le Tableau 3 sont nécessaires 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 qui s'avèrent non conformes pendant les essais du Groupe 0 ne doivent pas être utilisés pour les autres groupes.

L'homologation est accordée lorsqu'il n'y pas d'élément non conforme.

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

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

Le Tableau 3 présente un résumé des conditions d'essais et des exigences de performances, et des choix de conditions d'essai et d'exigences de performances dans la spécification particulière.

Il convient que les conditions d'essai et les exigences de performances pour l'homologation basée 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-18:2016

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

Groupe N°	Essai	Paragraphe	Nombre de spécimens n^d	Nombre admissible d'éléments non conformes c
0	Surintensité élevée ^b Examen visuel Dimensions Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes Impédance ^c Spécimens de rechange	4.22 4.4 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4	112+8 ^e +12 ^g	0
1A	Résistance à la chaleur de brasage Résistance au solvant des composants ^c	4.6 4.20	12	0
1B	Brasabilité Résistance au solvant du marquage ^c	4.7 4.21	12	0
2	Essai de courbure du substrat	4.9	12	0
3 ^a	Montage Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes Impédance ^c	4.3 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4	76+8 ^e	0 ^f
3.1	Essai de cisaillement Variations rapides de température Séquence climatique	4.8 4.10 4.11	20	0
3.2	Chaleur humide, essai continu	4.12	20	0
3.3A	Caractéristiques à haute et basse température Charge et décharge ^c	4.13 4.19	8	0
3.3B	Tension inverse ^c	4.16	8 ^e	0
3.4	Endurance	4.15	20	0
3.5	Stockage à haute température Stockage à basse température ^c Surtension	4.17 4.18 4.14	8	0

^a Les valeurs de ces mesures servent de mesures initiales pour les essais du Groupe 3.

^b Si exigé pour les condensateurs à électrolyte solide uniquement.

^c Si exigé.

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

^e Échantillons supplémentaires pour les essais du sous-groupe 3.3B.

^f Les condensateurs non conformes après le montage ne doivent pas être pris en compte pour le calcul des éléments non conformes pour les essais suivants. Ils doivent être remplacés par des condensateurs de rechange.

^g Spécimens de rechange.

Tableau 3 – Programme d'essais pour homologation (1 de 8)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments soumis à l'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 0 4.22 Surintensité élevée ^c 4.4 Examen visuel 4.4 Dimensions (détail) 4.5.1 Courant de fuite 4.5.2 Capacité 4.5.3 Tangente de l'angle de perte 4.5.4 Impédance ^d	ND	Voir IEC 60384-1:2016, 4.39 Voir 4.4.2 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3	Voir Tableau 2	Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Electrolyte solide: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^g Electrolyte non solide: $\leq 0,025 C_N U_R$ ou 1 µA, selon la plus élevée des valeurs (à 20 °C ± 2 °C) ^g Selon les tolérances spécifiées Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière
Groupe 1A 4.6 Résistance à la chaleur de brasage 4.6.3 Rétablissement 4.6.4 Inspections finales Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de pertes 4.20 Résistance au solvant des composants ^d	D	Voir 4.6.2 Voir 4.6.3 Voir 4.6.4 Voir 4.4.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir IEC 60384-1:2016, 4.31	Voir Tableau 2	Aucun signe de dommage visible ne doit apparaître La dissolution du revêtement d'extrémité ne doit pas dépasser 25 % de la longueur du bord concerné Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Voir IEC 60384-1:2016, 4.31
Groupe 1B 4.7 Brasabilité 4.7.3 Inspections finales Examen visuel 4.21 Résistance des composants au solvant de marquage	D	Voir IEC 60384-1:2016, 4.15. Voir 4.4.2 Voir IEC 60384-1:2016, 4.32	Voir Tableau 2	La zone d'évaluation pour le mouillage doit être la partie des connexions de sortie uniquement (Voir IEC 60068-2-58: 2015, 9.3) Voir IEC 60384-1:2016, 4.32

Tableau 3 (2 de 8)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments soumis à l'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ^a
Groupe 2 4.9 Essai de courbure du substrat 4.9.2 Inspections finales Examen visuel Capacité Impédance ^c	D	Voir IEC 60384-1:2016, 4.35 Voir 4.4.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3	Voir Tableau 2	(Voir IEC 60384-1:2016, 4.35.3) Aucun dommage visible et pour les condensateurs à électrolyte non solide pas de fuite d'électrolyte Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière
Groupe 3 4.3 Montage 4.3.4 Inspections finales Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes Impédance ^d	D	Voir 4.3.3 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible et pour les condensateurs à électrolyte non solide pas de fuite d'électrolyte Electrolyte solide: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^g Electrolyte non solide: $\leq 0,025 C_N U_R$ ou 1 µA, selon la plus élevée des valeurs (à 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C \leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.5.2 Se reporter à la spécification particulière ≤ limite initiale
Groupe 3.1 4.8 Essai de cisaillement 4.8.2 Inspections finales Examen visuel 4.10 Variations rapides de température 4.10.2 Inspections initiales Capacité 4.10.4 Rétablissement 4.10.5 Inspections finales Electrolyte solide: Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes Impédance ^d Electrolyte non solide: Examen visuel	D	Voir IEC 60384-1:2016, 4.34 Voir 4.4.2 Voir 4.10.3 Voir 4.5.1.2 Voir 4.10.4 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3 Voir 4.4.2	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible Selon les tolérances spécifiées $\leq 0,15 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C \leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.10.2 Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte

Tableau 3 (3 de 8)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments soumis à l'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ^a
Groupe 3.1 (suite) 4.11 Séquence climatique 4.11.2 Inspections initiales Capacité 4.11.3 Chaleur sèche 4.11.4 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle 4.11.5 Froid 4.11.6 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants 4.11.7 Rétablissement 4.11.8 Inspections finales Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes	D	Voir IEC 60384-1:2016, 4.21 Voir 4.5.2.2 Voir 4.11.3 Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.4 Voir 4.11.5 Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.7 Voir 4.11.7 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2	Voir Tableau 2	Selon les tolérances spécifiées Aucun dommage visible et pour les condensateurs à électrolyte non solide pas de fuite d'électrolyte Marquage lisible Electrolyte solide: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^g Electrolyte non solide: $\leq 0,025 C_N U_R$ ou 1 µA, selon la plus élevée des valeurs (à 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C \leq 10$ % de la valeur mesurée en 4.11.2 $\leq 1,2$ fois la limite initiale
Groupe 3.2 4.12 Chaleur humide, essai continu 4.12.2 Inspections initiales Capacité 4.12.4 Rétablissement 4.12.5 Inspections finales Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes Impédance ^d	D	Voir IEC 60384-1:2016, 4.22 Voir 4.5.2.2 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3	Voir Tableau 2	Selon les tolérances spécifiées Aucun dommage visible et pour les condensateurs à électrolyte non solide pas de fuite d'électrolyte Marquage lisible Electrolyte solide: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^g Electrolyte non solide: $\leq 0,025 C_N U_R$ ou 1 µA, selon la plus élevée des valeurs (à 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C $ pour Electrolyte solide: ≤ 10 % de la valeur mesurée en 4.12.2 Electrolyte non solide: ≤ 20 % de la valeur mesurée en 4.12.2 $\leq 1,2$ fois la limite initiale $\leq 1,2$ fois la limite définie dans la spécification particulière

Tableau 3 (4 de 8)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments soumis à l'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 3.3A	D		Voir Tableau 2	
4.13 Caractéristiques à haute et basse température		Voir IEC 60384-1:2016, 4.29		
Electrolyte solide: Palier 1: 20 °C				
Capacité ^{c h}		Voir 4.5.2.2		
Impédance (à la même fréquence que celle du palier 2) ^{c h}		Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3		
Tangente de l'angle de perte ^c		Voir 4.5.3.2		
Palier 2: Température de la catégorie inférieure.				
Capacité ^c		Voir 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 20\%$ de la valeur mesurée au palier 1
Impédance ^c		Voir 4.5.4.4		Rapport fonction de la valeur du palier 1: ≤ 2 fois
Tangente de l'angle de perte ^c		Voir 4.5.3.2		≤ 2 fois la limite initiale
Palier 3 = Température de la catégorie supérieure				
Courant de fuite		Voir 4.5.1.2		A 125 °C: ≤ 15 fois la limite de 4.5.1
				A 105 °C: $\leq 12,5$ fois la limite de 4.5.1
				A 100 °C: $\leq 12,5$ fois la limite de 4.5.1
				A 85 °C: ≤ 10 fois la limite de 4.5.1
Capacité ^c		Voir 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 20\%$ de la valeur mesurée au palier 1
Tangente de l'angle de perte ^c		Voir 4.5.3.2		$\leq$ limite initiale
Electrolyte non solide:				
Palier 1: 20 °C				
Capacité ^{e h}		Voir 4.5.2.2		
Tangente de l'angle de perte ^e		Voir 4.5.3.2		
Impédance (à la même fréquence que le palier 2) ^{e h}		Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3		

Tableau 3 (5 de 8)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments soumis à l'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a	
Groupe 3.3A (suite) 4.13 Palier 2: Température de la catégorie inférieure Impédance ^e Palier 3 = Température de la catégorie supérieure Courant de fuite Capacité ^e Tangente de l'angle de perte ^e	D	Voir 4.5.4.4	Voir Tableau 2	Rapport fonction de la valeur du palier 1	
				Tension assignée <i>V</i>	Rapport d'impédance
				$U_R \leq 6,3$	≤ 10
				$6,3 < U_R \leq 16$	≤ 8
				$16 < U_R \leq 63$	≤ 6
A 125 °C: ≤ 10 fois la limite de 4.5.1 A 105 °C: ≤ 8 fois la limite de 4.5.1 A 100 °C: ≤ 8 fois la limite de 4.5.1 A 85 °C: ≤ 5 fois la limite de 4.5.1 Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière		Voir 4.5.1.2			
				Voir 4.5.2.2	Se reporter à la spécification particulière
				Voir 4.5.3.2	Se reporter à la spécification particulière
4.19 Charge et décharge ^d		Voir 4.19.3			
4.19.2 Inspections initiales					
Capacité		Voir 4.5.2.2		Selon les tolérances spécifiées	
4.19.4 Inspections finales					
Examen visuel		Voir 4.4.2		Aucun dommage visible et pour les condensateurs à électrolyte non solide pas de fuite d'électrolyte	
Courant de fuite		Voir 4.5.1.2		Electrolyte solide: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à $C \pm 2^\circ\text{C}$) ^g	
				Electrolyte non solide: $\leq 0,025 C_N U_R$ ou $1 \mu\text{A}$, selon la plus élevée des valeurs (à $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) ^g	
Capacité		Voir 4.5.2.2		$ \Delta C/C $ pour: Electrolyte solide: $\leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.19.2 Electrolyte non solide: $\leq 10\%$ de la valeur mesurée en 4.19.2	

Tableau 3 (6 de 8)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments soumis à l'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ^a
Groupe 3,3B 4.16 Tension inverse ^d 4.16.1 Inspections initiales Capacité 4.16.3 Rétablissement 4.16.4 Inspections finales Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes	D	Voir 4.16.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.16.3 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2	Voir Tableau 2	Selon les tolérances spécifiées Aucun dommage visible et pour les condensateurs à électrolyte non solide pas de fuite d'électrolyte Electrolyte solide: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^g Electrolyte non solide: $\leq 0,025 C_N U_R$ ou 1 µA, selon la plus élevée des valeurs (à 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C $ pour Electrolyte solide: ≤ 10 % de la valeur mesurée en 4.16.1 Electrolyte non solide: Se reporter à la spécification particulière, pour la valeur mesurée en 4.16.1 Se reporter à la spécification particulière
Groupe 3.4 4.15 Endurance 4.19.2 Inspections initiales Capacité 4.15.4 Rétablissement 4.15.5 Inspections finales Electrolyte solide: Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes Impédance ^c	D	Voir 4.15.3 Voir 4.5.2.2 Voir 4.15.4 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3	Voir Tableau 2	Selon les tolérances spécifiées Aucun dommage visible Marquage lisible $\leq 0,15 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^g $ \Delta C/C \leq 10$ % de la valeur mesurée en 4.15.2 ≤ 1,2 fois la limite initiale ≤ 1,2 fois la limite définie dans la spécification particulière

Tableau 3 (7 de 8)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments soumis à l'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ^a					
Groupe 3.4 (suite) 4.15.5 Inspections finales Electrolyte non solide: Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes Impédance ^e	D	Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.4.2 et 4.5.4.3	Voir Tableau 2	Pas de fuite d'électrolyte ni autre dommage visible Marquage lisible ≤0,025 C_N U_R ou 1 μA, selon la plus élevée des valeurs (à 20 °C ± 2 °C) ^g [ΔC/C] comparées aux valeurs mesurées en 4.15.2 <table><tr><td>Tension assignée V</td><td> ΔC/C %</td></tr><tr><td>U_R ≤ 6,3 6,3 < U_R ≤ 63</td><td>+25 à -40 ±30</td></tr></table> ≤2 fois la limite initiale ou ≤0,4, en choisissant la valeur la plus élevée ≤4 fois la limite définie dans la spécification particulière		Tension assignée V	ΔC/C %	U _R ≤ 6,3 6,3 < U _R ≤ 63	+25 à -40 ±30
Tension assignée V	ΔC/C %								
U _R ≤ 6,3 6,3 < U _R ≤ 63	+25 à -40 ±30								
Groupe 3.5 4.17 Stockage à haute température 4.17.2 Inspections initiales Capacité Rétablissement Inspections finales Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de pertes	D	Voir 4.17.3 Voir 4.5.2.2 Voir 4.17.4 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2	Voir Tableau 2	Selon les tolérances spécifiées Aucun dommage visible et pour les condensateurs à électrolyte non solide pas de fuite d'électrolyte Electrolyte solide: ≤la limite définie de 4.5.1 Electrolyte non solide: ≤2 fois la limite de 4.5.1 [ΔC/C] pour Electrolyte solide: ≤5 % de la valeur mesurée en 4.17.2 Electrolyte non solide: ≤10 % de la valeur mesurée en 4.17.2 Electrolyte solide: ≤la limite initiale Electrolyte non solide: ≤1,2 fois la limite initiale					

Tableau 3 (8 de 8)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments soumis à l'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ^a
Groupe 3.5 (suite)	D		Voir Tableau 2	
4.18 Stockage à basse température ^f		Voir IEC 60384-1:2016, 4.25.2.2		
4.18.2 Inspections initiales				
Capacité		Voir 4.5.2.2		Selon les tolérances spécifiées
4.18.4 Rétablissement		Voir 4.18.4		
4.18.5 Inspections finales				
Examen visuel		Voir 4.4.2		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte Marquage lisible
Courant de fuite		Voir 4.5.1.2		$\leq 0,025 C_N U_R$ ou $1 \mu A$, selon la plus élevée des valeurs (à $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^g
Capacité		Voir 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 10\%$ de la valeur mesurée en 4.18.2
Tangente de l'angle de pertes		Voir 4.5.3.2		Se reporter à la spécification particulière
4.14 Surtension		Voir 4.14.3		
4.14.4 Rétablissement		Voir 4.14.4		
4.14.5 Inspections finales				
Examen visuel ^e		Voir 4.4.2		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte
Courant de fuite		Voir 4.5.1.2		Electrolyte solide: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^g
Capacité		Voir 4.5.2.2		Electrolyte non solide: $\leq 0,025 C_N U_R$ ou $1 \mu A$, selon la plus élevée des valeurs (à $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^g
Tangente de l'angle de pertes		Voir 4.5.3.2		$ \Delta C/C $ pour Electrolyte solide: $\leq 10\%$ Electrolyte non solide: $\leq 15\%$ de la valeur mesurée en 4.17.2 ou 4.18.2 Se reporter à la spécification particulière

^a Les valeurs de ces mesures après montage servent de mesures initiales pour les essais après la mesure de chacun des sous-groupes.

^b Dans ce tableau, D signifie destructif, ND signifie non destructif.

^c Si exigé pour les condensateurs à électrolyte solide uniquement.

^d Si exigé.

^e Si exigé pour les condensateurs à électrolyte non solide uniquement.

^f S'applique uniquement aux condensateurs à électrolyte solide dont les températures de la catégorie inférieure sont $-25^\circ C$ et $-10^\circ C$.

^g C_N = capacité nominale en microfarads; U_R = tension assignée en volts.

^h A utiliser comme valeur de référence.