

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 4: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic capacitors with
solid (MnO_2) and non-solid electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 4: Spécification intermédiaire – Condensateurs électrolytiques à
l'aluminium, à électrolyte solide (MnO_2) et non solide**



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 4: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic capacitors with
solid (MnO₂) and non-solid electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 4: Spécification intermédiaire – Condensateurs électrolytiques à
l'aluminium, à électrolyte solide (MnO₂) et non solide**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.50

ISBN 978-2-8322-3552-2

**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.....	6
1 General.....	8
1.1 Scope.....	8
1.2 Object.....	8
1.3 Normative references.....	8
1.4 Information to be given in a detail specification.....	9
1.4.1 General.....	9
1.4.2 Outline drawing and dimensions.....	9
1.4.3 Mounting.....	9
1.4.4 Ratings and characteristics.....	9
1.4.5 Marking.....	10
1.5 Terms and definitions.....	10
1.6 Marking.....	10
1.6.1 General.....	10
1.6.2 Information for marking.....	10
1.6.3 Marking on capacitors.....	11
1.6.4 Marking on packaging.....	11
2 Preferred ratings and characteristics.....	11
2.1 Preferred characteristics.....	11
2.2 Preferred values of ratings.....	11
2.2.1 Nominal capacitance (C_N).....	11
2.2.2 Tolerance on nominal capacitance.....	12
2.2.3 Rated voltage (U_R).....	12
2.2.4 Category voltage (U_C).....	12
2.2.5 Ripple voltage.....	12
2.2.6 Reverse voltage.....	12
2.2.7 Surge voltage ratio.....	12
2.2.8 Rated ripple current.....	12
3 Quality assessment procedures.....	13
3.1 Primary stage of manufacture.....	13
3.2 Structurally similar components.....	13
3.3 Certified test records of released lots.....	13
3.4 Qualification approval (QA) procedures.....	13
3.4.1 General.....	13
3.4.2 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure.....	13
3.4.3 Tests.....	14
3.5 Quality conformance inspection.....	26
3.5.1 Formation of inspection lots.....	26
3.5.2 Test schedule.....	26
3.5.3 Delayed delivery.....	26
3.5.4 Assessment levels.....	26
4 Test and measurement procedures.....	27
4.1 Pre-conditioning (for non-solid electrolyte capacitors only).....	27
4.2 Visual examination and check of dimensions.....	28
4.2.1 General.....	28
4.2.2 Visual examination and check of dimensions.....	28

4.2.3	Requirements	28
4.3	Electrical tests	28
4.3.1	Leakage current	28
4.3.2	Capacitance	28
4.3.3	Tangent of loss angle ($\tan \delta$) or equivalent series resistance (ESR)	29
4.3.4	Impedance (if required)	29
4.3.5	Insulation resistance of the external insulation (if required)	30
4.3.6	Voltage proof of the external insulation (if required)	30
4.4	Robustness of terminations	31
4.4.1	General	31
4.4.2	Initial inspection	31
4.4.3	Final inspection	31
4.5	Resistance to soldering heat	31
4.5.1	General	31
4.5.2	Test conditions	31
4.5.3	Recovery	31
4.5.4	Final inspection and requirements	31
4.6	Solderability	31
4.6.1	General	31
4.6.2	Test conditions	31
4.6.3	Final inspection	32
4.7	Rapid change of temperature	32
4.7.1	General	32
4.7.2	Initial inspection	32
4.7.3	Test conditions	32
4.7.4	Recovery	32
4.7.5	Final inspections and requirements	32
4.8	Vibration	32
4.8.1	General	32
4.8.2	Test conditions	32
4.8.3	Final inspections and requirements	33
4.9	Bump (if required)	33
4.9.1	General	33
4.9.2	Test conditions	33
4.9.3	Final inspections and requirements	33
4.10	Shock (if required)	33
4.10.1	General	33
4.10.2	Test conditions	33
4.10.3	Final inspections and requirements	34
4.11	Climatic sequence	34
4.11.1	General	34
4.11.2	Initial inspection	34
4.11.3	Dry heat	34
4.11.4	Damp heat, cyclic, test Db, first cycle	34
4.11.5	Cold	34
4.11.6	Low air pressure (if required)	34
4.11.7	Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles	35
4.11.8	Sealing (if required)	35
4.11.9	Final inspections and requirements	35

4.12	Damp heat, steady state	35
4.12.1	General	35
4.12.2	Initial inspection	35
4.12.3	Test conditions	35
4.12.4	Recovery	35
4.12.5	Final inspections and requirements	35
4.13	Endurance	36
4.13.1	General	36
4.13.2	Initial inspection	36
4.13.3	Test conditions	36
4.13.4	Recovery	36
4.13.5	Final inspections and requirements	36
4.14	Surge voltage	36
4.14.1	General	36
4.14.2	Initial inspection	36
4.14.3	Test conditions	37
4.14.4	Recovery	37
4.14.5	Final inspections and requirements	37
4.15	Reverse voltage (if required)	37
4.15.1	Initial inspection	37
4.15.2	Test conditions	37
4.15.3	Recovery	38
4.15.4	Final inspections and requirements	38
4.16	Pressure relief (if required)	38
4.17	Storage at high temperature	38
4.17.1	General	38
4.17.2	Initial inspection	38
4.17.3	Test conditions	38
4.17.4	Recovery	38
4.17.5	Final inspections and requirements	38
4.18	Storage at low temperature (if required)	38
4.18.1	General	38
4.18.2	Initial inspection	38
4.18.3	Test conditions	38
4.18.4	Recovery	38
4.18.5	Final inspections and requirements	39
4.19	Characteristics at high and low temperature	39
4.19.1	General	39
4.19.2	Inspections and requirements	39
4.20	Charge and discharge (if required)	39
4.20.1	General	39
4.20.2	Initial inspection	39
4.20.3	Test conditions	39
4.20.4	Final inspections and requirements	39
4.21	High surge current (if required)	40
4.21.1	General	40
4.21.2	Final inspections and requirements	40
4.22	Voltage transient overload (if required)	40
4.22.1	General	40

4.22.2	Initial inspection	40
4.22.3	Final inspections and requirements	40
Bibliography		41
Table 1 – Preferred values of tolerances		12
Table 2 – Sampling plan for qualification approval, assessment level EZ.....		15
Table 3 – Test schedule for qualification approval (1 of 10).....		16
Table 4 – Lot-by-lot inspection		27
Table 5 – Periodic inspection		27
Table 6 – Amplitude and acceleration options.....		33
Table 7 – Preferred severities		34

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-4:2016

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 4: Sectional specification –
Fixed aluminium electrolytic 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 60384-4 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Revision of the structure in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2:2011 (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
40/2467/FDIS	40/2476/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.

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.

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

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 60384-4:2016

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 4: Sectional specification – Fixed aluminium electrolytic capacitors with solid (MnO₂) and non-solid electrolyte

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 applies to fixed aluminium electrolytic capacitors with solid (MnO₂) and non-solid electrolyte primarily intended for d.c. applications for use in electronic equipment. It covers capacitors for long-life applications and capacitors for general-purpose applications.

Capacitors for fixed surface mount aluminium electrolytic capacitors are not included but they are covered by IEC 60384-18.

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

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 leaded terminals: diameter, length and spacing;
- for lug terminals: position and spacing;
width, length and thickness of terminal plates;
- for screw terminals: nominal diameter, nominal length, screw-part length,
position and spacing.

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

1.4.3 Mounting

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

1.4.4 Ratings and characteristics

1.4.4.1 General

The ratings and characteristics shall be given in accordance with the relevant clauses of this specification, 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, these shall be stated in the detail specification.

1.5 Terms and definitions

For the purposes of this document, the applicable terms and definitions of IEC 60384-1:2016 and the following apply.

1.5.1

capacitance

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

1.5.2

capacitor

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

1.5.3

capacitor

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

1.6 Marking

1.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 2.4, with the 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) nominal capacitance;

- b) rated voltage (d.c. voltage may be indicated by the symbol: $\overline{\text{---}}$ (IEC 60417-5031:2002) or ---);
- c) category voltage and category temperatures;
- d) polarity of the terminations: for multi-section capacitors, the nominal capacitance and rated voltage of the sections connected to each termination shall be shown in an unambiguous way. The termination of a capacitor section which is intended for direct connection to the rectifier (so-called reservoir section) shall be marked with the number 1 or with the colour red;
- 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

The capacitor shall be clearly marked with a), b), c), d), e) and f) of 1.6.2 with as many as possible of the remaining items as is considered necessary.

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 °C , -40 °C , -25 °C and -10 °C ;
- upper category temperature: $+85\text{ °C}$, $+100\text{ °C}$, $+105\text{ °C}$ and $+125\text{ °C}$.

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 E 12 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 given in Table 1.

Table 1 – Preferred values of tolerances

Tolerances %
–10 to +10
–10 to +20 ^a
–10 to +30
–10 to +50
–10 to +75
–10 to +100
–20 to +20
^a For electronic flash only.

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.

2.2.5 Ripple voltage

An alternating voltage may be applied provided that the peak voltage resulting from the alternating voltage superimposed on the d.c. voltage does not exceed the value of rated d.c. voltage. The rated ripple current (see 2.2.8) does not exceed the permissible reverse voltage.

2.2.6 Reverse voltage

The permissible reverse voltage shall be given in the detail specification.

2.2.7 Surge voltage ratio

The surge voltage shall be 1,15 times the rated voltage for rated voltages ≤ 315 V or 1,10 times the rated voltage for rated voltages > 315 V (see 4.14).

2.2.8 Rated ripple current

The rated ripple current at 100 Hz or 120 Hz and at upper category temperature shall be given in the detail specification. Alternatively, for capacitors for switched mode power supply application, the rated ripple current shall be stated at the relevant frequency.

NOTE The rated ripple current is determined by the dimensions of the capacitor and several other factors, for example, the tangent of loss angle and the permissible temperature rise (see 2.2.5).

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

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 (QA) procedures

3.4.1 General

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

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

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

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

The sample shall consist of four specimens having the maximum and minimum voltages and, for these voltages, the maximum and minimum case size. When the range of rated voltages exceeds 200 V, an intermediate voltage 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 groups.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-4:2016

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

Group no.	Test		Subclause	Number of specimens	Permissible number of nonconforming items
				n^e	c
0	High surge current ^a		4.21	108+ 12 ^f + 12 ^g +12 ^h	0
	Visual examination		4.2		
	Dimensions		4.2		
	Leakage current		4.3.1		
	Capacitance		4.3.2		
	Tangent of loss angle		4.3.3		
	Impedance ^b		4.3.4		
	Spare specimens				
1A	Robustness of terminations	4.4	12	0	
	Resistance to soldering heat ^c	4.5			
1B	Solderability ^c	4.6	12	0	
	Rapid change of temperature	4.7			
	Vibration	4.8			
	Bump or shock ^b	4.9 or 4.10			
1	Climatic sequence	4.11	24	0	
2	Damp heat, steady state	4.12	12	0	
3	Endurance	4.13	36	0	
4A	Surge voltage	4.14	12	0	
4B	Reverse voltage ^b	4.15	12 ^f	0	
	Pressure relief ^d	4.16			
5A	Storage at high temperature	4.17	12	0	
	Voltage transient overload ^d	4.22			
5B	Storage at low temperature ^b	4.18	12 ^g	0	
6	Characteristics at high and low temperature	4.19	12	0	
	Charge and discharge ^b	4.20			

^a If required for solid electrolyte capacitors only.

^b If required.

^c Not applicable to capacitors with screw terminations or other terminations, not designed to be soldered, as stated in the detail specifications.

^d If required for non-solid electrolyte capacitors only.

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

^f Additional capacitor samples for the tests of subgroup 4B.

^g Additional capacitor samples for the tests of subgroup 5B.

^h Spare specimens.

Table 3 – Test schedule for qualification approval (1 of 10)

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 nonconforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a												
Group 0	ND		See Table 2													
4.2.1 High surge current ^c		See IEC 60384-1:2016, 4.39		No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification See detail specification Non-solid electrolyte:												
4.2 Visual examination		See 4.2.2														
4.2 Dimensions (detail)		See 4.2.2														
4.3.1 Leakage current		See 4.3.1.2														
				<table><tr><td>$C_N \times U_R + 1$</td><td colspan="2">Leakage current μA (at 20 °C $\pm$ 2 °C)</td></tr><tr><td></td><td>Long-life grade</td><td>General-purpose grade</td></tr><tr><td>$\leq 1\,000$</td><td>0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA, whichever is the greater</td><td>0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA, whichever is the greater</td></tr><tr><td>$> 1\,000$</td><td>0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu\text{A}$</td><td>0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu\text{A}$</td></tr></table>	$C_N \times U_R + 1$	Leakage current μA (at 20 °C $\pm$ 2 °C)			Long-life grade	General-purpose grade	$\leq 1\,000$	0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA , whichever is the greater	0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA , whichever is the greater	$> 1\,000$	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu\text{A}$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu\text{A}$
$C_N \times U_R + 1$	Leakage current μA (at 20 °C $\pm$ 2 °C)															
	Long-life grade	General-purpose grade														
$\leq 1\,000$	0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA , whichever is the greater	0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA , whichever is the greater														
$> 1\,000$	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu\text{A}$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu\text{A}$														
				Solid electrolyte: For long-life grade: $\leq 0,1 C_N U_R$ (at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^h For general-purpose grade: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^h Within specified tolerances See detail specification Within limits specified in the detail specification												
4.3.2 Capacitance		See 4.3.2.2														
4.3.3 Tangent of loss angle		See 4.3.3.2														
4.3.4 Impedance ^g		See 4.3.4.2 and 4.3.4.3														
Group 1A	D		See Table 2													
4.4 Robustness of terminations				Within specified tolerance												
4.4.2 Initial inspection																
Capacitance		See 4.3.2.2		No visible damage												
4.4.3 Final inspections																
Visual examination		See 4.2.2		No visible damage Legible marking												
4.5 Resistance to soldering heat ^d		See 4.5.2														
4.5.3 Recovery		See 4.5.3		No visible damage Legible marking $ \Delta C/C \leq 5\%$ of value measured in 4.4.2												
4.5.4 Final inspections		See 4.2.2														
Visual examination																
Capacitance		See 4.3.2.2														

Table 3 (2 of 10)

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 nonconforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 1B	D		See Table 2	
4.6 Solderability ^d		See 4.6.2		
4.6.1 Final inspections		See 4.2.2		
Visual examination				Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations or meet the required parameter(s) in the detail specification as applicable
4.7 Rapid change of temperature		See 4.7.3		
4.7.2 Initial inspection				
Capacitance		See 4.3.2.2		Within specified tolerance
4.7.4 Recovery		See 4.7.4		
4.7.5 Final inspections				
Solid electrolyte:				
Visual examination		See 4.2.2		No visible damage
Leakage current		See 4.3.1.2		For long-life grade: $\leq 0,1 C_N U_R$ (at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) ^h For general-purpose grade: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) ^h
Tangent of loss angle		See 4.3.3.2		See detail specification
Impedance ^c		See 4.3.4.2 and 4.3.4.3		See detail specification
Non-solid electrolyte:				
Visual examination		See 4.2.2		No leakage of electrolyte or other visible damage
4.8 Vibration		See 4.8.2		
4.8.3 Final inspections		See 4.2.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte
Visual examination				Legible marking
Capacitance		See 4.3.2.2		$ \Delta C/C \leq 5\%$ of value measured in 4.7.2, unless otherwise prescribed in the detail specification
4.9 Bump (or shock, see 4.10)		See 4.9.2		
4.10 Shock (or bump, see 4.9)		See 4.10.2		
4.9.3 or 4.10.3		See 4.2.2		
Final inspections				No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte
Visual examination				$ \Delta C/C \leq 5\%$ of values measured in 4.7.2, unless otherwise specified in the detail specification
Capacitance		See 4.3.2.2		

Table 3 (3 of 10)

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 nonconforming items (c)	Performance requirements ^a											
Group 1	D		See Table 2												
4.11 Climatic sequence															
4.11.2 Initial inspection		See 4.3.2.2		Within specified tolerance											
Capacitance															
4.11.3 Dry heat		See IEC 60384-1:2016, 4.21.3.													
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.													
4.11.6 Low air pressure ^g		See 4.11.6.2													
4.11.6.4 Intermediate and final measurement		See 4.2.2		No breakdown, flashover or harmful deformation of the case											
Visual examination															
4.11.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles		See IEC 60384-1:2016, 4.21.7.													
4.11.8 Sealing ^g		See 4.11.8.2													
4.11.8.3 Recovery		See 4.11.8.3													
4.11.9 Final inspections		See 4.2.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte Legible marking											
Visual examination				Non-solid electrolyte:											
Leakage current		See 4.3.1.2		<table><tr><td rowspan="2">$C_N \times U_R$ ^h</td><td colspan="2">Leakage current μA (at 20 °C ± 2 °C)</td></tr><tr><td>Long-life grade</td><td>General-purpose grade</td></tr><tr><td>≤1 000</td><td>0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA, whichever is the greater</td><td>0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA, whichever is the greater</td></tr><tr><td>>1 000</td><td>0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$</td><td>0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$</td></tr></table>	$C_N \times U_R$ ^h	Leakage current μA (at 20 °C ± 2 °C)		Long-life grade	General-purpose grade	≤1 000	0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA, whichever is the greater	0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA, whichever is the greater	>1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$
$C_N \times U_R$ ^h	Leakage current μA (at 20 °C ± 2 °C)														
	Long-life grade	General-purpose grade													
≤1 000	0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA, whichever is the greater	0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA, whichever is the greater													
>1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$													
Capacitance		See 4.3.2.2		Solid electrolyte: For long-life grade: ≤0,1 $C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^h For general-purpose grade: ≤0,15 $C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^h ΔC/C for: Solid electrolyte: Long-life grade: ≤5 % General-purpose grade: ≤10 % Non-solid electrolyte: ≤10 % of value measured in 4.5.3, 4.9.3 or 4.10.3 as applicable											
Tangent of loss angle		See 4.3.3.2		≤1,2 times the initial limit											

Table 3 (4 of 10)

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 nonconforming items (c)	Performance requirements ^a												
Group 2	D		See Table 2													
4.12 Damp heat, steady state		See 4.12.3														
4.12.2 Initial inspection																
Capacitance		See 4.3.2.2		Within specified tolerance												
4.12.4 Recovery		See 4.12.4														
4.12.5 Final inspections																
Visual examination		See 4.2.2		No visible damage, and for non-solid electrolyte capacitor, no leakage of electrolyte. Legible marking												
Leakage current		See 4.3.1.2		Non-solid electrolyte:												
				<table><tr><td>$C_N \times U_R^h$</td><td colspan="2">Leakage current μA (at 20 °C ± 2 °C)</td></tr><tr><td></td><td>Long-life grade</td><td>General-purpose grade</td></tr><tr><td>≤1 000</td><td>0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA, whichever is the greater</td><td>0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA, whichever is the greater</td></tr><tr><td>>1 000</td><td>0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$</td><td>0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$</td></tr></table>	$C_N \times U_R^h$	Leakage current μA (at 20 °C ± 2 °C)			Long-life grade	General-purpose grade	≤1 000	0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA, whichever is the greater	0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA, whichever is the greater	>1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$
$C_N \times U_R^h$	Leakage current μA (at 20 °C ± 2 °C)															
	Long-life grade	General-purpose grade														
≤1 000	0,01 $C_N \times U_R$ or 1 μA, whichever is the greater	0,05 $C_N \times U_R$ or 5 μA, whichever is the greater														
>1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$														
Capacitance		See 4.3.2.2		Solid electrolyte: For long-life grade: ≤0,1 $C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^h For general-purpose grade: ≤0,15 $C_N U_R$ (at 20 °C ± 2 °C) ^h ΔC/C for: Solid electrolyte: Long-life grade: ≤5 % General-purpose grade: ≤10 % Non-solid electrolyte: Long-life grade: ≤10 % General-purpose grade: ≤20 % of value measured in 4.12.2												
Tangent of loss angle		See 4.3.3.2		≤1,2 times the initial limit												
Impedance ^g		See 4.3.4.2 and 4.3.4.3		≤1,2 times the limit in the detail specification												
Insulation resistance of the external insulation ^g		See IEC 60384-1:2016, 4.5.4.		≥100 MΩ												
Voltage proof of the external insulation ^g		See IEC 60384-1:2016, 4.6.3.4.		No breakdown or flashover												

Table 3 (5 of 10)

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 nonconforming items (c)	Performance requirements ^a												
Group 3	D		See Table 2													
4.13 Endurance		See 4.13.3														
4.13.2 Initial inspection																
Capacitance		See 4.3.2.2		Within specified tolerance												
4.13.4 Recovery		See 4.13.4														
4.13.5 Final inspections																
Solid electrolyte:																
Visual examination		See 4.2.2		No visible damage Legible marking												
Leakage current		See 4.3.1.2		For long-life grade: $\leq 0,1 C_N U_R$ (at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) ^h For general-purpose grade: $\leq 0,15 C_N U_R$ (at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) ^h												
Capacitance		See 4.3.2.2		$ \Delta C/C \leq 10\text{ }\%$ of value measured in 4.13.2												
Tangent of loss angle		See 4.3.3.2		$\leq 1,2$ times the initial limit												
Impedance ^c		See 4.3.4.2 and 4.3.4.3		$\leq 1,2$ times the limit in the detail specification												
Insulation resistance of the external insulation ^c		See IEC 60384-1:2016, 4.5.4.		$\geq 100\text{ M}\Omega$												
Voltage proof of the external insulation ^c		See IEC 60384-1:2016, 4.6.3.4.		No breakdown or flashover												
Non-solid electrolyte:																
Visual examination		See 4.2.2		No leakage of electrolyte or other visible damage Legible marking												
Leakage current		See 4.3.1.2		<table><tr><td>$C_N \times U_R$^h</td><td colspan="2">Leakage current μA (at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)</td></tr><tr><td></td><td>Long-life grade</td><td>General-purpose grade</td></tr><tr><td>$\leq 1\ 000$</td><td>$0,01 C_N \times U_R$ or $1\ \mu\text{A}$, whichever is the greater</td><td>$0,05 C_N \times U_R$ or $5\ \mu\text{A}$, whichever is the greater</td></tr><tr><td>$> 1\ 000$</td><td>$0,006 C_N \times U_R + 4\ \mu\text{A}$</td><td>$0,03 C_N \times U_R + 20\ \mu\text{A}$</td></tr></table>	$C_N \times U_R$ ^h	Leakage current μA (at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)			Long-life grade	General-purpose grade	$\leq 1\ 000$	$0,01 C_N \times U_R$ or $1\ \mu\text{A}$, whichever is the greater	$0,05 C_N \times U_R$ or $5\ \mu\text{A}$, whichever is the greater	$> 1\ 000$	$0,006 C_N \times U_R + 4\ \mu\text{A}$	$0,03 C_N \times U_R + 20\ \mu\text{A}$
$C_N \times U_R$ ^h	Leakage current μA (at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)															
	Long-life grade	General-purpose grade														
$\leq 1\ 000$	$0,01 C_N \times U_R$ or $1\ \mu\text{A}$, whichever is the greater	$0,05 C_N \times U_R$ or $5\ \mu\text{A}$, whichever is the greater														
$> 1\ 000$	$0,006 C_N \times U_R + 4\ \mu\text{A}$	$0,03 C_N \times U_R + 20\ \mu\text{A}$														
Capacitance		See 4.3.2.2		<table><tr><td colspan="2">$\Delta C/C$ compared to values measured in 4.13.2: Long-life grade:</td></tr><tr><td>Rated voltage V</td><td>$\Delta C/C$ %</td></tr><tr><td>$U_R \leq 6,3$</td><td>+15 to -30</td></tr><tr><td>$6,3 < U_R \leq 160$</td><td>± 20</td></tr><tr><td>$160 < U_R$</td><td>± 15</td></tr></table>	$ \Delta C/C $ compared to values measured in 4.13.2: Long-life grade:		Rated voltage V	$ \Delta C/C $ %	$U_R \leq 6,3$	+15 to -30	$6,3 < U_R \leq 160$	± 20	$160 < U_R$	± 15		
$ \Delta C/C $ compared to values measured in 4.13.2: Long-life grade:																
Rated voltage V	$ \Delta C/C $ %															
$U_R \leq 6,3$	+15 to -30															
$6,3 < U_R \leq 160$	± 20															
$160 < U_R$	± 15															

Table 3 (6 of 10)

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 nonconforming items (c)	Performance requirements ^a
Group 3 (continued) 4.13.5 (continued) Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^f Insulation resistance of the external insulation ^f Voltage proof of the external insulation ^f	D	See 4.3.2.2 See 4.3.3.2 See 4.3.4.2 and 4.3.4.3 See IEC 60384-1:2016, 4.5.4. See IEC 60384-1:2016, 4.6.3.4.	See Table 2	General-purpose grade: Rated voltage V ΔC/C % $U_R \leq 6,3$ +25 to -40 $6,3 < U_R \leq 160$ ±30 $160 < U_R$ ±20 Long-life grade: ≤1,5 times the limit specified in 4.3.3 General-purpose grade: ≤2 times the limit specified in 4.3.3 or ≤0,4, whichever is the greater Long-life grade: ≤2 times the limit specified in the detail specification General-purpose grade: ≤4 times the limit in the detail specification ≥100 MΩ No breakdown or flashover
Group 4A 4.14 Surge voltage 4.14.2 Initial inspection Capacitance 4.14.4 Recovery 4.14.5 Final inspections Visual examination ^f Leakage current 				

Table 3 (7 of 10)

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 nonconforming items (c)	Performance requirements ^a												
Group 4B	D		See Table 2													
4.15 Reverse voltage ^g		See 4.15.2														
4.15.1 Initial inspection																
Capacitance		See 4.3.2.2		Within specified tolerance												
4.15.3 Recovery		See 4.14.4														
4.15.4 Final inspections																
Leakage current		See 4.3.1.2		Non-solid electrolyte:												
				<table><tr><td>$C_N \times U_R^h$</td><td colspan="2">Leakage current μA (at 20 °C $\pm$ 2 °C)</td></tr><tr><td></td><td>Long-life grade</td><td>General-purpose grade</td></tr><tr><td>$\leq 1\,000$</td><td>$0,01\,C_N \times U_R$ or 1 μA, whichever is the greater</td><td>$0,05\,C_N \times U_R$ or 5 μA, whichever is the greater</td></tr><tr><td>$> 1\,000$</td><td>$0,006\,C_N \times U_R + 4\,\mu A$</td><td>$0,03\,C_N \times U_R + 20\,\mu A$</td></tr></table>	$C_N \times U_R^h$	Leakage current μA (at 20 °C $\pm$ 2 °C)			Long-life grade	General-purpose grade	$\leq 1\,000$	$0,01\,C_N \times U_R$ or 1 μA , whichever is the greater	$0,05\,C_N \times U_R$ or 5 μA , whichever is the greater	$> 1\,000$	$0,006\,C_N \times U_R + 4\,\mu A$	$0,03\,C_N \times U_R + 20\,\mu A$
$C_N \times U_R^h$	Leakage current μA (at 20 °C $\pm$ 2 °C)															
	Long-life grade	General-purpose grade														
$\leq 1\,000$	$0,01\,C_N \times U_R$ or 1 μA , whichever is the greater	$0,05\,C_N \times U_R$ or 5 μA , whichever is the greater														
$> 1\,000$	$0,006\,C_N \times U_R + 4\,\mu A$	$0,03\,C_N \times U_R + 20\,\mu A$														
Capacitance		See 4.3.2.2		Solid electrolyte: For long-life grade: $\leq 0,1\,C_N U_R$ (at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^h For general-purpose grade: $\leq 0,15\,C_N U_R$ (at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^h $ \Delta C/C $ for Solid electrolyte: $\leq 10\,\%$ Non-solid electrolyte: See detail specification, for the value measured in 4.15.1 See detail specification												
Tangent of loss angle		See 4.3.3.2														
4.16 Pressure relief ^f		See IEC 60384-1:2016, 4.28.		Device shall open without danger of explosion or fire												
Group 5A	D		See Table 2													
4.17 Storage at high temperature		See 4.17.3														
4.17.2 Initial inspection																
Capacitance		See 4.3.2.2		Within specified tolerance												
4.17.4 Recovery		See 4.17.4														
4.17.5 Final inspections																
Visual examination		See 4.2.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte												
Leakage current		See 4.3.1.2		Solid electrolyte capacitors: For long-life grade: $\leq 0,1\,C_N U_R$ (at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^h For general-purpose grade: $\leq 0,15\,C_N U_R$ (at 20 °C $\pm$ 2 °C) ^h Non-solid electrolyte capacitors: ≤ 2 times the limit of 4.3.1												

Table 3 (8 of 10)

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 nonconforming items (c)	Performance requirements ^a												
Group 5A (continued)	D		See Table 2													
4.17.5 (continued) Capacitance		See 4.3.2.2		$ \Delta C/C $ for: Solid electrolyte: $\leq 5\%$ Non-solid electrolyte: $\leq 10\%$ of value measured in 4.17.2												
Tangent of loss angle		See 4.3.3.2		Solid electrolyte: See detail specification Non-solid electrolyte: $\leq 1,2$ times the initial limit												
4.22 Voltage transient overload ^f		See IEC 60384-1:2016, 4.40.														
4.22.2 Initial inspection Capacitance		See 4.3.2.2		Within specified tolerance												
4.22.3 Final inspections Visual examination		See 4.2.2		See detail specification												
Capacitance		See 4.3.2.2		See detail specification												
Leakage current		See 4.3.1.2		See detail specification												
Tangent of loss angle		See 4.3.3.2		See detail specification												
Other parameters				See detail specification												
Group 5B^e	ND		See Table 2													
4.18 Storage at low temperature ^f		See IEC 60384-1:2016, 4.25.2.2														
4.18.2 Initial inspection Capacitance		See 4.3.2.2		Within specified tolerance												
4.18.4 Recovery		See 4.18.4														
4.18.5 Final inspections Visual examination		See 4.2.2		No visible damage and no leakage of electrolyte Legible marking Non-solid electrolyte:												
Leakage current		See 4.3.1.2		<table><tr><td>$C_N \times U_R^h$</td><td colspan="2">Leakage current μA (at $20\text{ }^\circ C \pm 2\text{ }^\circ C$)</td></tr><tr><td></td><td>Long-life grade</td><td>General-purpose grade</td></tr><tr><td>$\leq 1\ 000$</td><td>$0,01\ C_N \times U_R$ or $1\ \mu A$, whichever is the greater</td><td>$0,05\ C_N \times U_R$ or $5\ \mu A$, whichever is the greater</td></tr><tr><td>$> 1\ 000$</td><td>$0,006\ C_N \times U_R + 4\ \mu A$</td><td>$0,03\ C_N \times U_R + 20\ \mu A$</td></tr></table>	$C_N \times U_R^h$	Leakage current μA (at $20\text{ }^\circ C \pm 2\text{ }^\circ C$)			Long-life grade	General-purpose grade	$\leq 1\ 000$	$0,01\ C_N \times U_R$ or $1\ \mu A$, whichever is the greater	$0,05\ C_N \times U_R$ or $5\ \mu A$, whichever is the greater	$> 1\ 000$	$0,006\ C_N \times U_R + 4\ \mu A$	$0,03\ C_N \times U_R + 20\ \mu A$
$C_N \times U_R^h$	Leakage current μA (at $20\text{ }^\circ C \pm 2\text{ }^\circ C$)															
	Long-life grade	General-purpose grade														
$\leq 1\ 000$	$0,01\ C_N \times U_R$ or $1\ \mu A$, whichever is the greater	$0,05\ C_N \times U_R$ or $5\ \mu A$, whichever is the greater														
$> 1\ 000$	$0,006\ C_N \times U_R + 4\ \mu A$	$0,03\ C_N \times U_R + 20\ \mu A$														
Capacitance		See 4.3.2.2		Solid electrolyte: For long-life grade: $\leq 0,1\ C_N U_R$ (at $20\text{ }^\circ C \pm 2\text{ }^\circ C$) ^h For general-purpose grade: $\leq 0,15\ C_N U_R$ (at $20\text{ }^\circ C \pm 2\text{ }^\circ C$) ^h $ \Delta C/C \leq 10\%$ of value measured in 4.18.2												
Tangent of loss angle		See 4.3.3.2		See detail specification												

Table 3 (9 of 10)

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 nonconforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 6 4.19 Characteristics at high and low temperature Solid electrolyte: <i>Step 1: 20 °C</i> Capacitance ^{c i} Impedance (at the same frequency as Step 2) ^{c i} Tangent of loss angle ^c <i>Step 2: lower category temperature</i> Capacitance ^c Impedance Tangent of loss angle ^c <i>Step 3: upper category temperature</i> Leakage current Capacitance ^c Tangent of loss angle ^c Non-solid electrolyte: <i>Step 1: 20 °C</i> Capacitance ^{f i} Tangent of loss angle ^f Impedance (at same frequency as Step 2) ^{f i} <i>Step 2: lower category temperature</i>	D	See IEC 60384-1:2016, 4.29 See 4.3.2.2 See 4.3.4.2 and 4.3.4.3 See 4.3.3.2 See 4.3.2.2 See 4.3.4.4 See 4.3.3.2 See 4.3.1.2 See 4.3.2.2 See 4.3.3.2 See 4.3.2.2 See 4.3.3.2 See 4.3.4.2 and 4.3.4.3	See Table 2	$\Delta C/C$ ≤ 20 % of the value measured in Step 1 Ratio with respect to value in Step 1: ≤ 2 times ≤ 2 times the initial limit At 125 °C (with U_R): ≤ 15 times the limit of 4.3.1.3 At 105 °C (with U_R): ≤ 12,5 times the limit of 4.3.1.3 At 85 °C (with U_R): ≤ 10 times the limit of 4.3.1.3 $\Delta C/C$ ≤ 20 % of value measured in Step 1 ≤ initial limit

Table 3 (10 of 10)

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 nonconforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a										
Group 6 (continued)	D		See Table 2											
4.19 (continued)				Ratio with respect to the value in Step 1										
Impedance ^f		See 4.3.4.4		<table><tr><th>Rated voltage V</th><th>Ratio of impedance</th></tr><tr><td>$U_R \leq 6,3$</td><td>≤ 10</td></tr><tr><td>$6,3 < U_R \leq 16$</td><td>≤ 8</td></tr><tr><td>$16 < U_R \leq 160$</td><td>≤ 6</td></tr><tr><td>$160 < U_R$</td><td>≤ 10</td></tr></table>	Rated voltage V	Ratio of impedance	$U_R \leq 6,3$	≤ 10	$6,3 < U_R \leq 16$	≤ 8	$16 < U_R \leq 160$	≤ 6	$160 < U_R$	≤ 10
Rated voltage V	Ratio of impedance													
$U_R \leq 6,3$	≤ 10													
$6,3 < U_R \leq 16$	≤ 8													
$16 < U_R \leq 160$	≤ 6													
$160 < U_R$	≤ 10													
Step 3: upper category temperature														
Leakage current		See 4.3.1.2		At 125 °C: ≤ 10 times the limit of 4.3.1.3 At 105 °C: ≤ 8 times the limit of 4.3.1.3 At 100 °C: ≤ 8 times the limit of 4.3.1.3 At 85 °C: ≤ 5 times the limit of 4.3.1.3										
Capacitance ^f		See 4.3.2.2		See detail specification										
Tangent of loss angle ^f		See 4.3.3.2		See detail specification										
4.20 Charge and discharge ^g		See 4.20.3												
4.20.2 Initial inspection														
Capacitance		See 4.3.2.2		Within specified tolerance										
4.20.4 Final inspections														
Visual examination		See 4.2.2		No visible damage and for non-solid electrolyte capacitors no leakage of electrolyte										
Capacitance		See 4.3.2.2		$ \Delta C/C $ for: Solid electrolyte: ≤ 5 % Non-solid electrolyte: ≤ 10 % of value measured in 4.20.2										

^a Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4.

^b In this table, D = destructive, ND = non-destructive.

^c If required for solid electrolyte capacitors only.

^d Not applicable to capacitors with screw terminations or other terminations, not designed to be soldered, as stated in the detail specification.

^e Group 5B is only applicable to capacitors with a lower category temperature of –25 °C and –10 °C.

^f If required for non-solid electrolyte capacitors only.

^g If required.

^h C_N = nominal capacitance in microfarads; U_R = rated voltage in volts.

ⁱ 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 the 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	^d	0
A2	S-3	^d	0
B1	S-3	^d	0
B2	S-3	^d	0

^a The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the blank detail specification.

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

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

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

^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
C1A	6	9	0
C1B	6	18	0
C1	6	27	0
C2	6	9	0
C3	3	21	0
C4A	12	6	0
C4B	12	6	0
C5A	6	12	0
C5B	12	6	0
C6	6	15	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 Clause 4 supplements the information given in IEC 60384-1:2016, Clause 4.

4.1 Pre-conditioning (for non-solid electrolyte capacitors only)

Before starting the test programme, all capacitors shall be pre-conditioned by the application of the rated voltage from a d.c. voltage source having a low internal resistance, such as a regulated power supply. The voltage shall be applied to the capacitor through a resistor the

value of which shall be approximately 100 Ω for rated voltages up to and including 100 V, and approximately 1 000 Ω for rated voltages above 100 V.

The voltage shall be maintained for 1 h after its value across the capacitor has become equal to the rated voltage with a tolerance of $\pm 3\%$. After this pre-conditioning, the capacitors shall be discharged through a resistor of approximately 1 Ω per applied volt.

The tests in 3.4.3 shall be made after the capacitors have been stored for a period of 12 h to 48 h during which no voltage shall be applied. No further pre-conditioning as described above shall be applied during the test programme.

4.2 Visual examination and check of dimensions

4.2.1 General

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

4.2.2 Visual examination and check of dimensions

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

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

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

4.2.3 Requirements

See Table 3.

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

4.3 Electrical tests

4.3.1 Leakage current

4.3.1.1 General

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

4.3.1.2 Measuring conditions

The rated voltage shall be applied across the capacitor and its protective resistor. Unless otherwise stated in the detail specification, the protective resistor shall be approximately 100 Ω for rated voltages ≤ 100 V and approximately 1 000 Ω for rated voltages > 100 V.

4.3.1.3 Requirements

See Table 3.

4.3.2 Capacitance

4.3.2.1 General

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

4.3.2.2 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.

4.3.2.3 Requirements

See Table 3.

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

4.3.3.1 General

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

4.3.3.2 Measuring conditions

The measurement shall be under the conditions of 4.3.2.2. The inaccuracy of the measuring equipment shall not exceed 0,01 absolute value.

4.3.3.3 Requirements

The requirements are given in Table 3, 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.

4.3.4 Impedance (if required)

4.3.4.1 General

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

4.3.4.2 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 in the detail specification.

4.3.4.3 Measuring conditions

The measuring voltage shall be as small as necessary 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.

4.3.4.4 Measurement at lower category temperature

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

4.3.4.5 Requirements

See Table 3.

4.3.5 Insulation resistance of the external insulation (if required)

4.3.5.1 General

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

4.3.5.2 Measuring conditions

A metal foil shall be wrapped closely around the full length of the body of the capacitor, protruding by at least 5 mm from each end, provided a distance of not less than 0,5 mm can be maintained between the metal foil and the terminations. The ends of the foil shall not be folded over the ends of the capacitor. If the 0,5 mm distance cannot be maintained, the protrusion of the foil shall be reduced as necessary to establish the 0,5 mm distance.

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

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

4.3.5.3 Requirements

See Table 3.

4.3.6 Voltage proof of the external insulation (if required)

4.3.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.6, with the following details.

4.3.6.2 Measuring conditions

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

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

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

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

4.3.6.3 Requirements

See Table 3.

4.4 Robustness of terminations

4.4.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.13, with the following details.

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

4.4.2 Initial inspection

See Table 3.

4.4.3 Final inspection

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

4.5 Resistance to soldering heat

4.5.1 General

This test is not applicable to capacitors with screw terminations or other terminations not designed to be soldered, as stated in the detail specification.

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

4.5.2 Test conditions

No pre-drying.

4.5.3 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.5.4 Final inspection and requirements

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

4.6 Solderability

4.6.1 General

This test is not applicable to capacitors with screw terminations or other terminations not designed to be soldered, as stated in the detail specification.

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

4.6.2 Test conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.15.

Temperature of the solder bath:

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

When the solder bath method is not appropriate, the soldering iron shall be used with soldering iron Size A.

When the wetting balance method is appropriate, the detail specification may refer to IEC 60068-2-54.

4.6.3 Final inspection

See Table 3

4.7 Rapid change of temperature

4.7.1 General

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

4.7.2 Initial inspection

See Table 3.

4.7.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- The capacitors shall be tested for 5 cycles;
- The duration of the exposure at each temperature limit shall be 30 min or 3 h as specified in the detail specification.

4.7.4 Recovery

The minimum recovery period shall be 16 h.

4.7.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.8 Vibration

4.8.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.17, with the following details.

4.8.2 Test conditions

The capacitors shall be tested for all three (X, Y and Z) axis in one of the severities as indicated in Table 6 as prescribed in the detail specification.

Table 6 – Amplitude and acceleration options

Frequency Hz	Amplitude or acceleration (whichever is the lower acceleration)	Duration h
10 to 55	0,35 mm or 50 m/s ²	0,5
10 to 55	0,75 mm or 100 m/s ²	2
10 to 500	0,75 mm or 100 m/s ²	2
10 to 2 000	0,75 mm or 100 m/s ²	2

The frequency range and the mounting method shall be prescribed in the detail specification. For capacitors with axial leads and intended to be mounted by the leads only, the distance between the body and the mounting point shall be 6 mm ± 1 mm.

4.8.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.9 Bump (if required)

4.9.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.18, with the following details.

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

4.9.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

- total number of bumps: 1 000 times for general-purpose grade capacitors;
4 000 times for long-life grade capacitors;
- peak acceleration: 400 m/s² (40 g_n);
- duration of pulse: 6 ms.

The mounting method shall be prescribed in the detail specification. For capacitors with axial leads and intended to be mounted by the leads only, the distance between the body and the mounting point shall be 6 mm ± 1 mm.

4.9.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.10 Shock (if required)

4.10.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.19, with the following details.

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

4.10.2 Test conditions

The preferred severities, as listed in Table 7, shall be stated in the detail specification.

Pulse shape: half-sine.

Table 7 – Preferred severities

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

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

4.10.3 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 inspection

See Table 3.

4.11.3 Dry heat

See IEC 60384-1:2016, 4.21.3.

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.

4.11.6 Low air pressure (if required)

4.11.6.1 General

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

4.11.6.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

- Duration: 5 min;
- Temperature: 15 °C to 35 °C;
- Air pressure: 8 kPa.

4.11.6.3 Applied d.c. voltage during test carried out

While still at the specified low pressure and during the last minute of the five-minute period, the rated voltage U_R shall be applied.

4.11.6.4 Intermediate measurement

During and after the test, the capacitor shall meet the requirements given in Table 3.

4.11.7 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles

See IEC 60384-1:2016, 4.21.7.

4.11.8 Sealing (if required)

4.11.8.1 General

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

The capacitors shall be tested at the end of the climatic sequence.

4.11.8.2 Test conditions

Whether Method 1 or Method 2 applies shall be prescribed in the detail specification.

4.11.8.3 Recovery

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

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

4.11.9 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.

4.12.2 Initial inspection

See Table 3.

4.12.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- Temperature: $+40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Relative humidity: $(93 \pm 3)\%$;
- Applied voltage: No voltage shall be applied;
- Duration: 10, 21 or 56 days.

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 Endurance

4.13.1 General

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

4.13.2 Initial inspection

See Table 3.

4.13.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

The duration shall be selected from the following lists. The conditions shall be specified in the detail specification.

- Duration: long-life grade: 2 000 h; 3 000 h; 5 000 h; 7 000 h or 10 000 h;
general-purpose grade: 1 000h or 2 000 h;
- Temperature: upper category temperature;
- Applied voltage: rated voltage, unless otherwise specified in the detail specification.

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

- a) For solid electrolyte capacitors, the impedance of the voltage source shall be maximum 3 Ω .
- b) For non-solid electrolyte capacitors, the d.c. voltage shall be supplied by a regulated power supply having a low internal resistance and shall be applied to each capacitor or capacitor section through a separate resistor. The value of this resistor shall be so chosen that a short circuit of one of the capacitors or capacitor sections will have no influence on the rest of the sample, but the resistance value shall not exceed 1 000 Ω .

4.13.4 Recovery

The minimum recovery period shall be 16 h.

4.13.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

When a repetitive pressure relief device is applied at the capacitor, the effects of the intended operation of the pressure relief device (for example, slight colouring or discolouring, slight wetting, etc.) should not be considered as leakage and/or visual damage.

4.14 Surge voltage

4.14.1 General

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

4.14.2 Initial inspection

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) Applied voltage (see 2.2.7):
 - 1) 1,15 times the rated voltage for rated voltages ≤ 315 V;
 - 2) 1,10 times the rated voltage for rated voltages > 315 V.
- b) Internal resistance of the voltage source: as required for $RC = 0,1 \text{ s} \pm 0,05 \text{ s}$.
- c) Temperature:
 - 1) upper category temperature for long-life grade capacitors;
 - 2) room temperature for general-purpose grade capacitors.
- d) Duration: 30 s.

4.14.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.14.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

When the detail specification indicates that a repetitive pressure relief device is applied at the capacitor, the effects of the intended operation of the pressure relief device (for example, slight colouring or discolouring, slight wetting, etc.) should not be considered as leakage and/or visual damage.

4.15 Reverse voltage (if required)

4.15.1 Initial inspection

See Table 3.

4.15.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

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

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

4.15.3 Recovery

Recovery period shall be specified in the detail specification.

4.15.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.16 Pressure relief (if required)

Unless otherwise specified in the detail specification, one of the tests, as described in IEC 60384-1:2016, 4.28, shall be applied for non-solid electrolyte capacitors only.

The pressure relief device shall open in such a way as to avoid any danger of explosion or fire.

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 inspection

See Table 3.

4.17.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

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

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 inspection

See Table 3.

4.18.3 Test conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.25.2.2.

4.18.4 Recovery

The minimum recovery period shall be 16 h.

4.18.5 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.19 Characteristics at high and low temperature

4.19.1 General

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

4.19.2 Inspections and requirements

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

4.20 Charge and discharge (if required)

4.20.1 General

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

4.20.2 Initial inspection

See Table 3.

4.20.3 Test conditions

At an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, 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, leaving the charging time unchanged in order not to exceed the maximum permissible heat generated in the capacitor, this shall be stated in the detail specification.

a) Charge

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

b) Discharge

Applied voltage:	No voltage applied;
Discharge resistor:	as required for $RC = 0,1\text{ s}$;
Duration:	0,5 s.

c) Number of cycles:

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

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

4.20.4 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.21 High surge current (if required)

4.21.1 General

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

4.21.2 Final inspections and requirements

See Table 3.

4.22 Voltage transient overload (if required)

4.22.1 General

If required for non-solid electrolyte capacitors only, see IEC 60384-1:2016, 4.40, with the following details.

4.22.2 Initial inspection

See Table 3.

4.22.3 Final inspections and requirements

See Table 3.

The items described in IEC 60384-1:2016, 4.40.4, shall be specified in the detail specification.

The measurements described in IEC 60384-1:2016, 4.40.1 and 4.40.3, shall be capacitance, leakage current, tangent of loss angle and the other parameters required in the detail specification.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-4:2016

Bibliography

IEC 60384-18, *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*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-4:2016

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	46
1 Généralités	48
1.1 Domaine d'application	48
1.2 Objet	48
1.3 Références normatives	48
1.4 Informations à fournir dans une spécification particulière	49
1.4.1 Généralités	49
1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions	49
1.4.3 Montage	49
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques	50
1.4.5 Marquage	50
1.5 Termes et définitions	50
1.6 Marquage	51
1.6.1 Généralités	51
1.6.2 Informations pour le marquage	51
1.6.3 Marquage sur les condensateurs	51
1.6.4 Marquage sur l'emballage	51
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles	51
2.1 Caractéristiques préférentielles	51
2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées	52
2.2.1 Capacité nominale (C_N)	52
2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale	52
2.2.3 Tension assignée (U_R)	52
2.2.4 Tension de catégorie (U_C)	52
2.2.5 Tension ondulée	52
2.2.6 Tension inverse	53
2.2.7 Rapport de surtension	53
2.2.8 Courant ondulé assigné	53
3 Procédures d'assurance de la qualité	53
3.1 Étape initiale de fabrication	53
3.2 Composants de structure semblable	53
3.3 Rapports certifiés d'essais des lots acceptés	53
3.4 Procédures d'homologation (QA – qualification approval)	53
3.4.1 Généralités	53
3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec un effectif d'échantillons fixe	53
3.4.3 Essais	54
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	67
3.5.1 Formation des lots d'inspection	67
3.5.2 Programme d'essai	67
3.5.3 Livraison différée	67
3.5.4 Niveaux d'assurance	67
4 Essais et procédures de mesure	68
4.1 Préconditionnement (pour condensateurs à électrolyte non solide uniquement)	68
4.2 Examen visuel et contrôle des dimensions	69
4.2.1 Généralités	69

4.2.2	Examen visuel et contrôle des dimensions	69
4.2.3	Exigences	69
4.3	Essais électriques	69
4.3.1	Courant de fuite	69
4.3.2	Capacité	70
4.3.3	Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$) ou résistance-série équivalente (RSE)	70
4.3.4	Impédance (si exigé)	70
4.3.5	Résistance d'isolement de l'isolation externe (si exigé)	71
4.3.6	Tension de tenue de l'isolation externe (si exigé)	71
4.4	Robustesse des sorties	72
4.4.1	Généralités	72
4.4.2	Inspection initiale	72
4.4.3	Inspection finale	72
4.5	Résistance à la chaleur de brasage	72
4.5.1	Généralités	72
4.5.2	Conditions d'essai	72
4.5.3	Reprise	72
4.5.4	Inspection finale et exigences	73
4.6	Brasabilité	73
4.6.1	Généralités	73
4.6.2	Conditions d'essai	73
4.6.3	Inspection finale	73
4.7	Variations rapides de température	73
4.7.1	Généralités	73
4.7.2	Inspection initiale	73
4.7.3	Conditions d'essai	73
4.7.4	Reprise	73
4.7.5	Inspections finales et exigences	74
4.8	Vibrations	74
4.8.1	Généralités	74
4.8.2	Conditions d'essai	74
4.8.3	Inspections finales et exigences	74
4.9	Secousses (si exigé)	74
4.9.1	Généralités	74
4.9.2	Conditions d'essai	74
4.9.3	Inspections finales et exigences	75
4.10	Chocs (si exigé)	75
4.10.1	Généralités	75
4.10.2	Conditions d'essai	75
4.10.3	Inspections finales et exigences	75
4.11	Séquence climatique	75
4.11.1	Généralités	75
4.11.2	Inspection initiale	75
4.11.3	Chaleur sèche	75
4.11.4	Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle	75
4.11.5	Froid	75
4.11.6	Basse pression atmosphérique (si exigé)	76
4.11.7	Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants	76

4.11.8	Étanchéité (si exigé)	76
4.11.9	Inspections finales et exigences	76
4.12	Chaleur humide, essai continu	76
4.12.1	Généralités	76
4.12.2	Inspection initiale	77
4.12.3	Conditions d'essai	77
4.12.4	Reprise	77
4.12.5	Inspections finales et exigences	77
4.13	Endurance	77
4.13.1	Généralités	77
4.13.2	Inspection initiale	77
4.13.3	Conditions d'essai	77
4.13.4	Reprise	78
4.13.5	Inspections finales et exigences	78
4.14	Surtension	78
4.14.1	Généralités	78
4.14.2	Inspection initiale	78
4.14.3	Conditions d'essai	78
4.14.4	Reprise	78
4.14.5	Inspections finales et exigences	78
4.15	Tension inverse (si exigé)	78
4.15.1	Inspection initiale	78
4.15.2	Conditions d'essai	79
4.15.3	Reprise	79
4.15.4	Inspections finales et exigences	79
4.16	Décharge de pression (si exigé)	79
4.17	Stockage à haute température	79
4.17.1	Généralités	79
4.17.2	Inspection initiale	79
4.17.3	Conditions d'essai	79
4.17.4	Reprise	80
4.17.5	Inspections finales et exigences	80
4.18	Stockage à basse température (si exigé)	80
4.18.1	Généralités	80
4.18.2	Inspection initiale	80
4.18.3	Conditions d'essai	80
4.18.4	Reprise	80
4.18.5	Inspections finales et exigences	80
4.19	Caractéristiques à haute et basse températures	80
4.19.1	Généralités	80
4.19.2	Inspections et exigences	80
4.20	Charge et décharge (si exigé)	80
4.20.1	Généralités	80
4.20.2	Inspection initiale	80
4.20.3	Conditions d'essai	80
4.20.4	Inspections finales et exigences	81
4.21	Surintensité (si exigé)	81
4.21.1	Généralités	81
4.21.2	Inspections finales et exigences	81

4.22	Surtension transitoire (si exigé)	81
4.22.1	Généralités	81
4.22.2	Inspection initiale	81
4.22.3	Inspections finales et exigences	81
Bibliographie		83
Tableau 1 – Valeurs préférentielles de tolérance		52
Tableau 2 – Plan d'échantillonnage pour homologation, niveau d'assurance EZ		55
Tableau 3 – Programme d'essai pour homologation (1 de 11)		56
Tableau 4 – Inspection lot par lot		68
Tableau 5 – Inspection périodique		68
Tableau 6 – Options d'amplitude et d'accélération		74
Tableau 7 – Sévérités préférentielles		75

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-4:2016

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

La Norme internationale IEC 60384-4 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue 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 conformément aux Directives ISO/IEC, Partie 2:2011 (sixième édition) dans la mesure du possible, et l'harmonisation entre les autres types similaires des documents;
- b) En outre, l'Article 4 et tous les tableaux ont été examinés afin d'éviter les duplications et les contradictions.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2467/FDIS	40/2476/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.

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

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

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. À cette date, la publication sera

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

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 4: Spécification intermédiaire – Condensateurs électrolytiques à l'aluminium, à électrolyte solide (MnO_2) 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, à électrolyte solide (MnO_2) et non solide, destinés principalement aux applications en courant continu dans des équipements électroniques. Elle couvre les condensateurs utilisés dans des applications de longue durée de vie et les condensateurs utilisés dans des applications d'usage général.

Les condensateurs fixes électrolytiques à l'aluminium pour montage en surface ne sont pas inclus, mais ils sont couverts par l'IEC 60384-18.

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

1.2 Objet

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

1.3 Références normatives

Les documents suivants sont cités 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 60068-2-54:2006, *Essais d'environnement – Partie 2-54: Essais – Essai Ta: Essais de la soudabilité des composants électroniques à l'aide de la méthode de la balance de mouillage*

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

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

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

ISO 3, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux***1.4 Informations à fournir dans une spécification particulière****1.4.1 Généralités**

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

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

Les informations fournies en 1.4.2 peuvent, pour des raisons pratiques, être présentées sous forme de tableau.

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

1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Une représentation des condensateurs doit être incluse pour identifier facilement les condensateurs et les comparer à d'autres.

Les dimensions et les tolérances associées, qui affectent l'interchangeabilité et le montage, doivent être indiquées dans la spécification particulière. Toutes les dimensions doivent de préférence être indiquées en millimètres. Toutefois, quand les dimensions originales sont indiquées en pouces, les dimensions converties en millimètres doivent être ajoutées.

Les valeurs numériques du corps doivent être indiquées comme suit:

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

Les valeurs numériques des bornes doivent être indiquées comme suit:

- pour les bornes de sortie: diamètre, longueur et espacement;
- pour les bornes pour cosses et barrettes: position et espacement;
largeur, longueur et épaisseur des
plaques à bornes;
- pour les bornes à serrage sous tête de vis: diamètre nominal, longueur
nominale et longueur des vis,
position et espacement.

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

1.4.3 Montage

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

1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.4.4.1 Généralités

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

1.4.4.2 Plage de capacités nominales

Voir 2.2.1.

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

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

1.4.4.3 Caractéristiques particulières

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

1.4.4.4 Brasage

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

1.4.5 Marquage

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

1.5 Termes et définitions

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

1.5.1

capacité

<d'un 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

1.5.2

condensateur

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

1.5.3

condensateur

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

1.6 Marquage

1.6.1 Généralités

Voir 2.4 de l'IEC 60384-1:2016 avec les détails suivants.

1.6.2 Informations pour le marquage

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

- a) capacité nominale;
- b) tension assignée (la tension continue peut être représentée par le symbole: $\overline{\text{---}}$ (L'IEC 60417-5031:2002) ou ---);
- c) tension de catégorie et températures de catégorie;
- d) polarité des sorties: pour les condensateurs à plusieurs sections, la capacité nominale et la tension assignée des sections raccordées à chaque sortie doivent apparaître sans ambiguïté. La sortie d'une section de condensateur destinée à être raccordée directement au redresseur (appelée la section réservoir) doit être marquée 1 ou être de couleur rouge;
- e) tolérance sur la capacité nominale;
- f) année et mois (ou année et semaine) de fabrication;
- g) nom du fabricant et/ou marque de fabrique;
- h) désignation de type du fabricant;
- i) référence à la spécification particulière.

1.6.3 Marquage sur les condensateurs

Les éléments a), b), c), d), e) et f) de 1.6.2 doivent être clairement marqués sur le condensateur. Les autres éléments sont, dans toute la mesure du possible, marqués en fonction de leur nécessité.

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 le cas.

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

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

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

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

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

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

2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées

2.2.1 Capacité nominale (C_N)

Les valeurs préférentielles de capacité nominale sont données en microfarad (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 : entier).

2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

Les valeurs préférentielles de tolérance sur la capacité nominale sont indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Valeurs préférentielles de tolérance

Tolérances %
–10 à +10
–10 à +20 ^a
–10 à +30
–10 à +50
–10 à +75
–10 à +100
–20 à +20
^a Pour éclair électronique uniquement.

2.2.3 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles des tensions continues assignées choisies dans les séries R 10 et R 20 de l'ISO 3 sont:

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

2.2.4 Tension de catégorie (U_C)

La tension de catégorie est égale à la tension assignée.

2.2.5 Tension ondulée

Une tension alternative peut être appliquée à condition que la tension de crête résultant de la tension alternative superposée à la tension continue ne dépasse pas la valeur de la tension continue assignée. Le courant ondulé assigné (voir 2.2.8) ne dépasse pas la tension inverse admissible.

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

2.2.6 Tension inverse

La tension inverse admissible doit être indiquée dans la spécification particulière.

2.2.7 Rapport de surtension

La surtension doit être 1,15 fois la tension assignée pour des tensions assignées ≤ 315 V ou 1,10 fois la tension assignée pour des tensions assignées > 315 V (voir 4.14).

2.2.8 Courant ondulé assigné

Le courant ondulé assigné à 100 Hz ou à 120 Hz et à la température de catégorie supérieure doit être indiqué dans la spécification particulière. En variante, pour les condensateurs utilisés dans des applications à alimentation à découpage, le courant ondulé assigné doit être indiqué pour la fréquence appropriée.

NOTE Le courant ondulé assigné est déterminé par les dimensions du condensateur et différents autres facteurs, par exemple, la tangente de l'angle de perte et l'échauffement admissible (voir 2.2.5).

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Étape initiale de fabrication

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

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

3.2 Composants de structure semblable

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

3.3 Rapports certifiés d'essais des lots acceptés

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

3.4 Procédures d'homologation (QA – qualification approval)

3.4.1 Généralités

Les procédures d'essais d'homologation sont présentées dans l'Article 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 effectif d'échantillons fixe est présentée en 3.4.2 et 3.4.3.

3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec un effectif d'échantillons fixe

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

L'échantillon doit être composé de quatre éprouvettes présentant les tensions maximales et minimales et, pour ces tensions, la dimension de boîtier maximale et minimale. Quand la plage de tensions assignées dépasse 200 V, une tension intermédiaire doit également faire l'objet d'essais. Pour chacune de ces combinaisons (valeurs) dimension de boîtier/tension, la capacité maximale doit être choisie. Ainsi, pour homologuer une plage, les essais sont exigés pour quatre ou six valeurs. Lorsque la plage est composée de moins de quatre valeurs, le nombre d'éprouvettes soumises à l'essai doit être celui exigé pour quatre valeurs.

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

Les nombres donnés dans le Groupe 0 relèvent du principe que tous les groupes sont applicables. Si ce n'est pas le cas, les nombres peuvent être réduits en conséquence.

Lorsque des groupes supplémentaires sont ajoutés au programme d'essai d'homologation, le nombre d'éprouvettes exigé pour le Groupe 0 doit être augmenté du nombre exigé pour les groupes supplémentaires.

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

3.4.3 Essais

Les séries complètes d'essais spécifiées dans le Tableau 2 et le Tableau 3 sont exigées pour l'homologation des condensateurs couverts par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

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

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

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

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

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

Le Tableau 3 donne un résumé des conditions d'essai et des exigences de performance et les choix des conditions d'essai et des exigences de performance fournies dans la spécification particulière.

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

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

Groupe n°	Essai	Paragraphe	Nombre d'éprouvettes <i>n</i> ^e	Nombre admissible d'éléments non conformes <i>c</i>
0	Surintensité ^a	4.21	108+ 12 ^f + 12 ^g + 12 ^h	0
	Examen visuel	4.2		
	Dimensions	4.2		
	Courant de fuite	4.3.1		
	Capacité	4.3.2		
	Tangente de l'angle de perte	4.3.3		
	Impédance ^b	4.3.4		
	Éprouvettes de rechange			
1A	Robustesse des sorties	4.4	12	0
	Résistance à la chaleur de brasage ^c	4.5		
1B	Brasabilité ^c	4.6	12	0
	Variations rapides de température	4.7		
	Vibrations	4.8		
	Secousses ou chocs ^b	4.9 ou 4.10		
1	Séquence climatique	4.11	24	0
2	Chaleur humide, essai continu	4.12	12	0
3	Endurance	4.13	36	0
4A	Surtension	4.14	12	0
4B	Tension inverse ^b	4.15	12 ^f	0
	Décharge de pression ^d	4.16		
5A	Stockage à haute température	4.17	12	0
	Surtension transitoire ^d	4.22		
5B	Stockage à basse température ^b	4.18	12 ^g	0
6	Caractéristiques à haute et basse températures	4.19	12	0
	Charge et décharge ^b	4.20		

^a Si cela est exigé pour les condensateurs à électrolyte solide uniquement.

^b Si cela est exigé.

^c Ne s'applique pas aux condensateurs équipés de bornes à vis ou autres connexions de sortie non conçues pour le brasage, comme cela est indiqué dans les spécifications particulières.

^d Si cela est exigé pour les condensateurs à électrolyte non solide uniquement.

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

^f Échantillons de condensateurs supplémentaires pour les essais du sous-groupe 4B.

^g Échantillons de condensateurs supplémentaires pour les essais du sous-groupe 5B.

^h Éprouvettes de rechange.

Tableau 3 – Programme d'essai pour homologation (1 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (n) et nombre admissible d'éléments non conformes (c)	Exigences de performance ^a												
Groupe 0	ND		Voir le Tableau 2													
4.21 Surintensité ^c		Voir IEC 60384-1:2016, 4.39														
4.2 Examen visuel		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible Marquage lisible et comme spécifié dans la spécification particulière												
4.2 Dimensions (détail)		Voir 4.2.2		Se reporter à la spécification particulière												
4.3.1 Courant de fuite		Voir 4.3.1.2		Électrolyte non solide: <table><tr><td>$C_N \times U_R$ ^h</td><td>Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)</td><td></td></tr><tr><td></td><td>Catégorie longue durée de vie</td><td>Catégorie usage général</td></tr><tr><td>≤1 000</td><td>0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée</td><td>0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée</td></tr><tr><td>>1 000</td><td>0,006 $C_N \times U_R$ + 4 μA</td><td>0,03 $C_N \times U_R$ + 20 μA</td></tr></table>	$C_N \times U_R$ ^h	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)			Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général	≤1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA , selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA , selon la valeur la plus élevée	>1 000	0,006 $C_N \times U_R$ + 4 μA	0,03 $C_N \times U_R$ + 20 μA
$C_N \times U_R$ ^h	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)															
	Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général														
≤1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA , selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA , selon la valeur la plus élevée														
>1 000	0,006 $C_N \times U_R$ + 4 μA	0,03 $C_N \times U_R$ + 20 μA														
4.3.2 Capacité		Voir 4.3.2.2		Électrolyte solide: Pour la catégorie longue durée de vie: ≤0,1 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Pour la catégorie usage général: ≤0,15 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Selon les tolérances spécifiées												
4.3.3 Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2		Se reporter à la spécification particulière												
4.3.4 Impédance ^g		Voir 4.3.4.2 et 4.3.4.3		Selon les limites spécifiées dans la spécification particulière												
Groupe 1A	D		Voir le Tableau 2													
4.4 Robustesse des sorties																
4.4.2 Inspection initiale Capacité		Voir 4.3.2.2		Selon les tolérances spécifiées												
4.4.3 Inspections finales Examen visuel		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible												
4.5 Résistance à la chaleur de brasage ^d		Voir 4.5.2														
4.5.3 Reprise		Voir 4.5.3														
4.5.4 Inspections finales Examen visuel Capacité		Voir 4.2.2 Voir 4.3.2.2		Aucun dommage visible Marquage lisible $ \Delta C/C \leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.4.2												

Tableau 3 (2 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (n) et nombre admissible d'éléments non conformes (c)	Exigences de performance ^a
Groupe 1B	D		Voir le Tableau 2	
4.6 Brasabilité ^d		Voir 4.6.2		
4.6.1 Inspections finales Examen visuel		Voir 4.2.2		Bon étamage comme en témoignage l'écoulement libre de la brasure avec mouillage des sorties ou respect des paramètres exigés dans la spécification particulière, selon le cas
4.7 Variations rapides de température		Voir 4.7.3		
4.7.2 Inspection initiale Capacité		Voir 4.3.2.2		Selon les tolérances spécifiées
4.7.4 Reprise		Voir 4.7.4		
4.7.5 Inspections finales				
Électrolyte solide:				
Examen visuel		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible
Courant de fuite		Voir 4.3.1.2		Pour la catégorie longue durée de vie: $\leq 0,1 C_N U_R$ (à $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) ^h
				Pour la catégorie usage général: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) ^h
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2		Se reporter à la spécification particulière
Impédance ^c		Voir 4.3.4.2 et 4.3.4.3		Se reporter à la spécification particulière
Électrolyte non solide:				
Examen visuel		Voir 4.2.2		Pas de fuite d'électrolyte ni autre dommage visible
4.8 Vibrations		Voir 4.8.2		
4.8.3 Inspections finales Examen visuel		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide Marquage lisible
				$ \Delta C/C \leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.7.2, sauf indication contraire dans la spécification particulière
Capacité		Voir 4.3.2.2		
4.9 Secousses (ou chocs, voir 4.10)		Voir 4.9.2		
4.10 Chocs (ou secousses, voir 4.9)		Voir 4.10.2		
4.9.3 ou 4.10.3 Inspections finales		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide
Examen visuel				$ \Delta C/C \leq 5\%$ des valeurs mesurées en 4.7.2, sauf indication contraire dans la spécification particulière
Capacité		Voir 4.3.2.2		

Tableau 3 (3 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 1	D		Voir le Tableau 2	
4.11 Séquence climatique				
4.11.2 Inspection initiale		Voir 4.3.2.2		Selon les tolérances spécifiées
Capacité				
4.11.3 Chaleur sèche		Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.3.		
4.11.4 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle		Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.4.		
4.11.5 Froid		Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.5.		
4.11.6 Basse pression atmosphérique ^g		Voir 4.11.6.2		
4.11.6.4 Mesurage intermédiaire et final		Voir 4.2.2		Pas de claquage, de contournement, ni de déformation dangereuse du boîtier
Examen visuel				
4.11.7 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants		Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.7.		
4.11.8 Étanchéité ^g		Voir 4.11.8.2		
4.11.8.3 Reprise		Voir 4.11.8.3		

Tableau 3 (4 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a												
4.11.9 Inspections finales		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide												
Examen visuel				Marquage lisible												
Courant de fuite		Voir 4.3.1.2		Électrolyte non solide: <table><tr><td>$C_N \times U_R$^h</td><td colspan="2">Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)</td></tr><tr><td></td><td>Catégorie longue durée de vie</td><td>Catégorie usage général</td></tr><tr><td>≤ 1 000</td><td>0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée</td><td>0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée</td></tr><tr><td>> 1 000</td><td>0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$</td><td>0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$</td></tr></table>	$C_N \times U_R$ ^h	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)			Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général	≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA , selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA , selon la valeur la plus élevée	> 1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$
$C_N \times U_R$ ^h	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)															
	Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général														
≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA , selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA , selon la valeur la plus élevée														
> 1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$														
Capacité		Voir 4.3.2.2		Électrolyte solide: Pour la catégorie longue durée de vie: ≤ 0,1 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Pour la catégorie usage général: ≤ 0,15 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h $\Delta C/C$ pour: Électrolyte solide: Catégorie longue durée de vie: ≤ 5 % Catégorie usage général: ≤ 10 % Électrolyte non solide: ≤ 10 % de la valeur mesurée en 4.5.3, 4.9.3 ou 4.10.3, selon le cas												
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2		≤ 1,2 fois la limite initiale												

Tableau 3 (5 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (n) et nombre admissible d'éléments non conformes (c)	Exigences de performance ^a												
Groupe 2	D		Voir le Tableau 2													
4.12 Chaleur humide, essai continu		Voir 4.12.3		Selon les tolérances spécifiées												
4.12.2 Inspection initiale		Voir 4.3.2.2														
Capacité																
4.12.4 Reprise		Voir 4.12.4														
4.12.5 Inspections finales				Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour le condensateur à électrolyte non solide Marquage lisible Électrolyte non solide:												
Examen visuel		Voir 4.2.2														
Courant de fuite		Voir 4.3.1.2														
				<table><tr><td>$C_N \times U_R^h$</td><td colspan="2">Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)</td></tr><tr><td></td><td>Catégorie longue durée de vie</td><td>Catégorie usage général</td></tr><tr><td>≤ 1 000</td><td>0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée</td><td>0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée</td></tr><tr><td>> 1 000</td><td>0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$</td><td>0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$</td></tr></table>	$C_N \times U_R^h$	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)			Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général	≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA , selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA , selon la valeur la plus élevée	> 1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$
$C_N \times U_R^h$	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)															
	Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général														
≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA , selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA , selon la valeur la plus élevée														
> 1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$														
Capacité		Voir 4.3.2.2		Électrolyte solide: Pour la catégorie longue durée de vie: ≤ 0,1 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Pour la catégorie usage général: ≤ 0,15 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h $ \Delta C/C $ pour: Électrolyte solide: Catégorie longue durée de vie: ≤ 5 % Catégorie usage général: ≤ 10 % Électrolyte non solide: Catégorie longue durée de vie: ≤ 10 % Catégorie usage général: ≤ 20 % de la valeur mesurée en 4.12.2												
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2		≤ 1,2 fois la limite initiale												
Impédance ^g		Voir 4.3.4.2 et 4.3.4.3		≤ 1,2 fois la limite définie dans la spécification particulière												
Résistance d'isolement de l'isolation externe ^g		Voir IEC 60384-1:2016, 4.5.4.		≥ 100 MΩ												
Tension de tenue de l'isolation externe ^g		Voir IEC 60384-1:2016, 4.6.3.4.		Pas de claquage ni de contournement												

Tableau 3 (6 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 3	D		Voir le Tableau 2	
4.13 Endurance		Voir 4.13.3		Selon les tolérances spécifiées
4.13.2 Inspection initiale				
Capacité		Voir 4.3.2.2		
4.13.4 Reprise		Voir 4.13.4		
4.13.5 Inspections finales				
Électrolyte solide:				
Examen visuel		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible Marquage lisible
Courant de fuite		Voir 4.3.1.2		Pour la catégorie longue durée de vie: $\leq 0,1 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Pour la catégorie usage général: $\leq 0,15 C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h
Capacité		Voir 4.3.2.2		$ \Delta C/C \leq 10\%$ de la valeur mesurée en 4.13.2
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2		$\leq 1,2$ fois la limite initiale
Impédance ^c		Voir 4.3.4.2 et 4.3.4.3		$\leq 1,2$ fois la limite définie dans la spécification particulière
Résistance d'isolement de l'isolation externe ^c		Voir IEC 60384-1:2016, 4.5.4.		$\geq 100\text{ M}\Omega$
Tension de tenue de l'isolation externe ^c		Voir IEC 60384-1:2016, 4.6.3.4.		Pas de claquage ni de contournement
Électrolyte non solide:				
Examen visuel		Voir 4.2.2		Pas de fuite d'électrolyte ou autre dommage visible Marquage lisible
Courant de fuite		Voir 4.3.1.2		$C_N \times U_R$ ^h
				Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)
				Catégorie longue durée de vie
				Catégorie usage général
				$\leq 1\,000$
				$0,01 C_N \times U_R$ ou $1\ \mu\text{A}$, selon la valeur la plus élevée
				$0,05 C_N \times U_R$ ou $5\ \mu\text{A}$, selon la valeur la plus élevée
				$> 1\,000$
				$0,006 C_N \times U_R + 4\ \mu\text{A}$
				$0,03 C_N \times U_R + 20\ \mu\text{A}$
Capacité		Voir 4.3.2.2		$ \Delta C/C $ comparé aux valeurs mesurées en 4.13.2: Catégorie longue durée de vie:
				Tension assignée V
				$ \Delta C/C $ %
				$U_R \leq 6,3$
				$6,3 < U_R \leq 160$
				$160 < U_R$
				+15 à -30 ± 20 ± 15

Tableau 3 (7 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (n) et nombre admissible d'éléments non conformes (c)	Exigences de performance ^a		
Groupe 3 (suite) 4.13.5 (suite) Capacité Tangente de l'angle de perte Impédance ^f Résistance d'isolement de l'isolation externe ^f Tension de tenue de l'isolation externe ^f	D	Voir 4.3.2.2 Voir 4.3.3.2 Voir 4.3.4.2 et 4.3.4.3 Voir IEC 60384-1:2016, 4.5.4. Voir IEC 60384-1:2016, 4.6.3.4.	Voir le Tableau 2	Catégorie usage général:		
				Tension assignée V	$ \Delta C/C $ %	
				$U_R \leq 6,3$ $6,3 < U_R \leq 160$ $160 < U_R$	+25 à -40 ± 30 ± 20	
				Catégorie longue durée de vie: ≤ 1,5 fois la limite définie en 4.3.3 Catégorie usage général: ≤ 2 fois la limite définie en 4.3.3 ou ≤ 0,4, selon la valeur la plus élevée Catégorie longue durée de vie: ≤ 2 fois la limite définie dans la spécification particulière Catégorie usage général: ≤ 4 fois la limite définie dans la spécification particulière ≥ 100 MΩ		
				Pas de claquage ni de contournement		
Groupe 4A 4.14 Surtension 4.14.2 Inspection initiale Capacité 4.14.4 Reprise 4.14.5 Inspections finales Examen visuel ^f Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir 4.14.3 Voir 4.3.2.2 Voir 4.14.4 Voir 4.2.2 Voir 4.3.1.2 Voir 4.3.2.2 Voir 4.3.3.2	Voir le Tableau 2	Selon les tolérances spécifiées		
				Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte		
				Électrolyte non solide:		
				$C_N \times U_R$ ^h	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)	
					Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général
				≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA , selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA , selon la valeur la plus élevée
				> 1 000	0,006 $C_N \times U_R$ + 4 μA	0,03 $C_N \times U_R$ + 20 μA
				Électrolyte solide:		
				Pour la catégorie longue durée de vie: ≤ 0,1 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Pour la catégorie usage général: ≤ 0,15 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h $ \Delta C/C $ pour		
				Électrolyte solide:		
Catégorie longue durée de vie: ≤ 5 %						
Catégorie usage général: ≤ 10 %						
Électrolyte non solide: ≤ 15 % de la valeur mesurée en 4.14.2						
Se reporter à la spécification particulière						

Tableau 3 (8 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a												
Groupe 4B	D		Voir le Tableau 2													
4.15 Tension inverse ^g		Voir 4.15.2														
4.15.1 Inspection initiale		Voir 4.3.2.2		Selon les tolérances spécifiées												
Capacité		Voir 4.14.4														
4.15.3 Reprise																
4.15.4 Inspections finales		Voir 4.3.1.2		Électrolyte non solide:												
Courant de fuite				<table><tr><td>$C_N \times U_R^h$</td><td colspan="2">Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)</td></tr><tr><td></td><td>Catégorie longue durée de vie</td><td>Catégorie usage général</td></tr><tr><td>≤ 1 000</td><td>0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée</td><td>0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée</td></tr><tr><td>> 1 000</td><td>0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$</td><td>0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$</td></tr></table>	$C_N \times U_R^h$	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)			Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général	≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée	> 1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$
$C_N \times U_R^h$	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)															
	Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général														
≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée														
> 1 000	0,006 $C_N \times U_R + 4 \mu A$	0,03 $C_N \times U_R + 20 \mu A$														
Capacité		Voir 4.3.2.2		Électrolyte solide: Pour la catégorie longue durée de vie: ≤ 0,1 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Pour la catégorie usage général: ≤ 0,15 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h												
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2		Δ <i>C/C</i> pour Électrolyte solide: ≤ 10 % Électrolyte non solide: Se reporter à la spécification particulière pour la valeur mesurée en 4.15.1												
4.16 Décharge de pression ^f		Voir IEC 60384-1:2016, 4.28.		Se reporter à la spécification particulière Le dispositif doit s'ouvrir sans danger d'explosion ni d'incendie												
Groupe 5A	D		Voir le Tableau 2													
4.17 Stockage à haute température		Voir 4.17.3														
4.17.2 Inspection initiale		Voir 4.3.2.2		Selon les tolérances spécifiées												
Capacité		Voir 4.17.4														
4.17.4 Reprise																
4.17.5 Inspections finales		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide												
Examen visuel				Condensateurs à électrolyte solide: Pour la catégorie longue durée de vie: ≤ 0,1 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Pour la catégorie usage général: ≤ 0,15 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Condensateurs à électrolyte non solide: ≤ 2 fois la limite définie en 4.3.1												
Courant de fuite		Voir 4.3.1.2														

Tableau 3 (9 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (n) et nombre admissible d'éléments non conformes (c)	Exigences de performance ^a											
Groupe 5A (suite)	D		Voir le Tableau 2												
4.17.5 (suite) Capacité		Voir 4.3.2.2		ΔC/C pour: Électrolyte solide: ≤ 5 % Électrolyte non solide: ≤ 10 % de la valeur mesurée en 4.17.2 Électrolyte solide: Se reporter à la spécification particulière Électrolyte non solide: ≤ 1,2 fois la limite initiale Selon les tolérances spécifiées Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière											
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2													
4.22 Surtension transitoire ^f		Voir IEC 60384-1:2016, 4.40.													
4.22.2 Inspection initiale Capacité		Voir 4.3.2.2													
4.22.3 Inspections finales Examen visuel		Voir 4.2.2													
Capacité		Voir 4.3.2.2													
Courant de fuite		Voir 4.3.1.2													
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2													
Autres paramètres															
Groupe 5B^e	ND		Voir le Tableau 2												
4.18 Stockage à basse température ^f		Voir IEC 60384-1:2016, 4.25.2.2		Selon les tolérances spécifiées Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte Marquage lisible Électrolyte non solide: <table><tr><td rowspan="2">$C_N \times U_R$ ^h</td><td colspan="2">Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)</td></tr><tr><td>Catégorie longue durée de vie</td><td>Catégorie usage général</td></tr><tr><td>≤ 1 000</td><td>0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée</td><td>0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée</td></tr><tr><td>> 1 000</td><td>0,006 $C_N \times U_R$ + 4 μA</td><td>0,03 $C_N \times U_R$ + 20 μA</td></tr></table> Électrolyte solide: Pour la catégorie longue durée de vie: ≤ 0,1 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h Pour la catégorie usage général: ≤ 0,15 $C_N U_R$ (à 20 °C ± 2 °C) ^h ΔC/C ≤10 % de la valeur mesurée en 4.18.2 Se reporter à la spécification particulière	$C_N \times U_R$ ^h	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)		Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général	≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée	> 1 000	0,006 $C_N \times U_R$ + 4 μA	0,03 $C_N \times U_R$ + 20 μA
$C_N \times U_R$ ^h	Courant de fuite μA (à 20 °C ± 2 °C)														
	Catégorie longue durée de vie	Catégorie usage général													
≤ 1 000	0,01 $C_N \times U_R$ ou 1 μA, selon la valeur la plus élevée	0,05 $C_N \times U_R$ ou 5 μA, selon la valeur la plus élevée													
> 1 000	0,006 $C_N \times U_R$ + 4 μA	0,03 $C_N \times U_R$ + 20 μA													
4.18.2 Inspection initiale Capacité		Voir 4.3.2.2 Voir 4.18.4													
4.18.4 Reprise															
4.18.5 Inspections finales Examen visuel		Voir 4.2.2													
Courant de fuite		Voir 4.3.1.2													
Capacité		Voir 4.3.2.2													
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.3.3.2													

Tableau 3 (10 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 6 4.19 Caractéristiques à haute et basse températures Électrolyte solide: <i>Palier 1: 20 °C</i> Capacité ^{c i} Impédance (à la même fréquence qu'au Palier 2) ^{c i} Tangente de l'angle de perte ^c <i>Palier 2: température de catégorie inférieure</i> Capacité ^c Impédance Tangente de l'angle de perte ^c <i>Palier 3: température de catégorie supérieure</i> Courant de fuite Capacité ^c Tangente de l'angle de perte ^c Électrolyte non solide: <i>Palier 1: 20 °C</i> Capacité ^{f i} Tangente de l'angle de perte ^f Impédance (à la même fréquence qu'au Palier 2) ^{f i} <i>Palier 2: température de catégorie inférieure</i>	D	Voir IEC 60384-1:2016 4.29 Voir 4.3.2.2 Voir 4.3.4.2 et 4.3.4.3 Voir 4.3.3.2 Voir 4.3.2.2 Voir 4.3.4.4 Voir 4.3.3.2 Voir 4.3.1.2 Voir 4.3.2.2 Voir 4.3.3.2 Voir 4.3.2.2 Voir 4.3.3.2 et 4.3.4.3	Voir le Tableau 2	$\Delta C/C$ ≤ 20 % de la valeur mesurée au Palier 1 Rapport en fonction de la valeur du Palier 1: ≤ 2 fois ≤ 2 fois la limite initiale À 125 °C (avec U_R): ≤ 15 fois la limite définie en 4.3.1.3 À 105 °C (avec U_R): ≤ 12,5 fois la limite définie en 4.3.1.3 À 85 °C (avec U_R): ≤ 10 fois la limite définie en 4.3.1.3 $\Delta C/C$ ≤ 20 % de la valeur mesurée au Palier 1 ≤ limite initiale

Tableau 3 (11 de 11)

Numéro de paragraphe et essai ^a , éléments d'inspection	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesurages	Nombre d'éprouvettes (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performance ^a
Groupe 6 (suite)	D	Voir 4.3.4.4	Voir le Tableau 2	Rapport en fonction de la valeur du Palier 1
4.19 (suite)				Tension assignée V
Impédance ^f				Rapport d'impédance
				$U_R \leq 6,3$ ≤ 10 $6,3 < U_R \leq 16$ ≤ 8 $16 < U_R \leq 160$ ≤ 6 $160 < U_R$ ≤ 10
<i>Palier 3</i> : température de catégorie supérieure		Voir 4.3.1.2		À 125 °C: ≤ 10 fois la limite définie en 4.3.1.3 À 105 °C: ≤ 8 fois la limite définie en 4.3.1.3 À 100 °C: ≤ 8 fois la limite définie en 4.3.1.3 À 85 °C: ≤ 5 fois la limite définie en 4.3.1.3
Courant de fuite				Se reporter à la spécification particulière
Capacité ^f		Voir 4.3.2.2		Se reporter à la spécification particulière
Tangente de l'angle de perte ^f		Voir 4.3.3.2		
4.20 Charge et décharge ^g		Voir 4.20.3		
4.20.2 Inspection initiale				
Capacité		Voir 4.3.2.2		Selon les tolérances spécifiées
4.20.4 Inspections finales				
Examen visuel		Voir 4.2.2		Aucun dommage visible et pas de fuite d'électrolyte pour les condensateurs à électrolyte non solide
Capacité		Voir 4.3.2.2		$ \Delta C/C $ pour: Électrolyte solide: ≤ 5 % Électrolyte non solide: ≤ 10 % de la valeur mesurée en 4.20.2

^a Les numéros de paragraphes des exigences d'essai et de performance font référence à l'Article 4.

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

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

^d Ne s'applique pas aux condensateurs équipés de bornes à vis ou autres connexions de sortie non conçues pour le brasage, comme cela est indiqué dans la spécification particulière.

^e Le Groupe 5B s'applique uniquement aux condensateurs ayant une température de catégorie inférieure de –25 °C et –10 °C.

^f Si cela est exigé pour les condensateurs à électrolyte non solide uniquement.

^g Si cela est exigé.

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

ⁱ Pour servir de valeur de référence.

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

3.5.1 Formation des lots d'inspection

3.5.1.1 Inspection des groupes A et B

Ces essais doivent être effectués lot par lot.

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

- a) Le lot d'inspection doit être constitué de condensateurs de structure semblable (voir 3.2).
- b) L'échantillon soumis aux essais doit être représentatif des valeurs et des dimensions présentes dans le lot d'inspection:
 - par rapport à leur nombre;
 - avec un minimum de cinq valeurs.
- c) Si l'échantillon contient moins de cinq valeurs, le prélèvement des échantillons doit faire l'objet d'un accord avec le fabricant et l'organisme de certification

3.5.1.2 Inspection du groupe C

Ces essais doivent être effectués périodiquement.

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

3.5.2 Programme d'essai

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

3.5.3 Livraison différée

Si, conformément aux procédures de Q.1.7 de l'IEC 60384-1:2016, il convient d'effectuer une nouvelle inspection, la brasabilité et la capacité doivent être contrôlées comme cela est spécifié dans l'inspection des Groupes A et B.

3.5.4 Niveaux d'assurance

Les niveaux d'assurance indiqués dans la spécification particulière-cadre doivent de préférence être choisis à partir du Tableau 4 et du Tableau 5.

Tableau 4 – Inspection lot par lot

Sous-groupe d'inspection ^a	EZ		
	IL ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
A0 ^e	100 % ^c		
A1	S-3	^d	0
A2	S-3	^d	0
B1	S-3	^d	0
B2	S-3	^d	0

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

^b IL = niveau d'inspection
n = effectif d'échantillons
c = nombre admissible d'éléments non conformes

^c Après le retrait des éléments non conformes avec les essais à 100 % au cours du procédé de fabrication, l'inspection par échantillonnage doit être réalisée afin de contrôler le niveau de qualité après inspection par éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$). Le niveau d'échantillonnage doit être établi par le fabricant, de préférence selon l'Annexe A de l'IEC 61193-2:2007. Dans le cas où un échantillon comporte un ou plusieurs éléments non conformes, ce lot doit être rejeté, mais la totalité de l'échantillon doit être contrôlée et tous les éléments non conformes doivent être pris en compte pour le calcul des valeurs du niveau de qualité. Les valeurs du niveau de qualité après inspection par éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$) doivent être calculées en cumulant les données d'inspection selon la méthode présentée en 6.2 de l'IEC 61193-2:2007.

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

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

Tableau 5 – Inspection périodique

Sous-groupe d'inspection ^a	EZ		
	<i>p</i> ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
C1A	6	9	0
C1B	6	18	0
C1	6	27	0
C2	6	9	0
C3	3	21	0
C4A	12	6	0
C4B	12	6	0
C5A	6	12	0
C5B	12	6	0
C6	6	15	0

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

^b *p* = périodicité en mois
n = effectif d'échantillons
c = nombre admissible d'éléments non conformes

4 Essais et procédures de mesure

NOTE L'Article 4 complète les informations fournies dans l'Article 4 de l'IEC 60384-1:2016.

4.1 Préconditionnement (pour condensateurs à électrolyte non solide uniquement)

Avant de commencer le programme d'essai, tous les condensateurs doivent être préconditionnés en leur appliquant la tension assignée depuis une source de tension continue