

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 3: Sectional specification – Surface mount fixed tantalum electrolytic
capacitors with solid (MnO₂) electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 3: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques
au tantale pour montage en surface, à électrolyte solide (MnO₂)**



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 3: Sectional specification – Surface mount fixed tantalum electrolytic
capacitors with solid (MnO₂) electrolyte**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 3: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques
au tantale pour montage en surface, à électrolyte solide (MnO₂)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.30

ISBN 978-2-8322-3508-9

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

CONTENTS

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

4.4	Visual examination and check of dimensions	22
4.4.1	General	22
4.4.2	Visual examination and check of dimensions	22
4.4.3	Requirements	22
4.5	Electrical tests	22
4.5.1	Leakage current.....	22
4.5.2	Capacitance.....	23
4.5.3	Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	23
4.5.4	Impedance (if required)	23
4.5.5	Equivalent series resistance (ESR) (if required)	24
4.6	Resistance to soldering heat	24
4.6.1	General	24
4.6.2	Test conditions	24
4.6.3	Recovery	24
4.6.4	Final inspections and requirements	25
4.7	Solderability.....	25
4.7.1	General	25
4.7.2	Test conditions	25
4.7.3	Final inspections and requirements	25
4.8	Shear test	25
4.8.1	General	25
4.8.2	Final inspections and requirements	25
4.9	Substrate bending test	25
4.9.1	General	25
4.9.2	Final inspections and requirements	25
4.10	Rapid change of temperature	25
4.10.1	General	25
4.10.2	Initial inspection	25
4.10.3	Test conditions	25
4.10.4	Recovery	26
4.10.5	Final inspections and requirements	26
4.11	Climatic sequence (if required)	26
4.11.1	General	26
4.11.2	Initial inspections	26
4.11.3	Dry heat.....	26
4.11.4	Damp heat, cyclic, test Db, first cycle	26
4.11.5	Cold.....	26
4.11.6	Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles	26
4.11.7	Recovery	26
4.11.8	Final inspections and requirements	26
4.12	Damp heat, steady state (if required).....	26
4.12.1	General	26
4.12.2	Initial inspections	27
4.12.3	Test conditions	27
4.12.4	Recovery	27
4.12.5	Final inspections and requirements	27
4.13	Characteristics at high and low temperature.....	27
4.13.1	General	27
4.13.2	Inspections and requirements.....	27

4.14	Surge voltage.....	27
4.14.1	General	27
4.14.2	Initial inspections	27
4.14.3	Test conditions	27
4.14.4	Recovery	28
4.14.5	Final inspections and requirements	28
4.15	Endurance	28
4.15.1	General	28
4.15.2	Initial inspections	28
4.15.3	Test conditions	28
4.15.4	Recovery	28
4.15.5	Final inspections and requirements	29
4.16	Reverse voltage (if required)	29
4.16.1	Initial inspections	29
4.16.2	Test conditions	29
4.16.3	Recovery	29
4.16.4	Final inspections and requirements	29
4.17	Component solvent resistance (if required)	29
4.18	Solvent resistance of the marking (if required)	29
4.19	High surge current (if required).....	29
	Bibliography	30
	Table 1 – Letter code and digit.....	10
	Table 2 – Category voltages and surge voltages.....	11
	Table 3 – Sampling plan for qualification approval, assessment level EZ.....	14
	Table 4 – Test schedule for qualification approval	15
	Table 5 – Lot-by-lot inspection	21
	Table 6 – Periodic inspection	21
	Table 7 – Test temperatures	28

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 3: Sectional specification – Surface mount fixed tantalum electrolytic capacitors with solid (MnO₂) 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 60384-3 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2006 and constitutes a technical revision.

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

- a) Revision of the structure in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2:2011 (sixth edition) to the extent practicable, and harmonization between other similar kinds of documents.
- b) In addition, Clause 4 and all the tables have been reviewed in order to prevent duplications and contradictions.

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

FDIS	Report on voting
40/2464/FDIS	40/2470/RVD

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

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

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

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

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

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 3: Sectional specification – Surface mount fixed tantalum electrolytic capacitors with solid (MnO₂) electrolyte

1 General

1.1 Scope

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

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

Capacitors for special-purpose applications may need additional requirements.

The following two styles are considered:

- Style 1: Capacitors protected with external materials;
- Style 2: Capacitors unprotected with external materials.

1.2 Object

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

1.3 Normative references

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

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

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

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 on the body shall be given as follows:

- general: width, length and height.

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

- terminals: width, length and spacing.

When a number of case sizes are covered by a detail specification, the dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

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

1.4.3 Mounting

The method of mounting for tests and measurements are given in 4.3. The detail specification shall specify the methods of mounting for normal use.

1.4.4 Ratings and characteristics

1.4.4.1 General

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

1.5 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60384-1:2016, as well as the following apply.

1.5.1

capacitance

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

1.6 Marking

1.6.1 General

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

1.6.2 Information for marking

Information given in the marking is normally selected from the following list. The relative importance of each item is indicated by its position in the list:

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

1.6.3 Marking on capacitors

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

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

Where space does not permit the marking of the capacitor in accordance with IEC 60062 the following code may be used.

a) Capacitance coding

The nominal capacitance value code in picofarad is given in Table 1.

Table 1 – Letter code and digit

Letter	Value	Digit	Multiplier
A	1,0	9	10^{-1}
C	1,2	0	10^0
E	1,5	1	10^1
G	1,8	2	10^2
J	2,2	3	10^3
L	2,7	4	10^4
N	3,3	5	10^5
Q	3,9	6	10^6
S	4,7	7	10^7
U	5,6	8	10^8
W	6,8		
Y	8,2		

NOTE In Table 1 the capacitance is indicated in picofarad, given as the reference standard. The nominal capacitance value is indicated in microfarad (μF) according to 2.2.1.

b) Voltage coding

For code letters for marking, see the detail specification.

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 shall only be given in the preferred characteristics.

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

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

- lower category temperature: $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- upper category temperature: $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The severities for 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 E6 series of IEC 60063, as follows:

1,0 – 1,5 – 2,2 – 3,3 – 4,7 – 6,8;

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

2.2.2 Tolerance on nominal capacitance

Preferred values of tolerances on nominal capacitance are:

–10 % to +10 % and –20 % to +20 %.

2.2.3 Rated voltage (U_R)

The 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 voltages for capacitors having an upper category temperature of +125 °C are given in Table 2.

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

The surge voltage shall be given in Table 2.

NOTE U_{RS} is the surge voltage to rated voltage.

U_{CS} is the surge voltage to category voltage.

Table 2 – Category voltages and surge voltages

Dimensions in volt

U_R	2,5	4	6,3	10	16	20	25	35	40	50	63	100
U_C	1,6	2,5	4,0	6,3	10	13	16	22	25	32	40	63
U_{RS}	3,3	5,2	8,0	13	20	26	33	46	52	65	80	130
U_{CS}	2,0	3,3	5,2	8,0	13	16	20	29	33	42	52	80

2.2.6 Rated temperature

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

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.

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 the leakage current.

3.4 Qualification approval procedures

3.4.1 General

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

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

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

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

The sample shall consist of four specimens having the maximum and minimum voltages and, for these voltages, the maximum and minimum case size. When there are more than four case sizes, an intermediate case size shall also be tested. In each of these case size/voltage combinations (values), the maximum capacitance shall be chosen. Thus, for the approval of a range, testing is required of either four or six values. When the range consists of 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 3 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 3 and Table 4 are required for the approval of capacitors covered by one detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

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

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

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

Table 3 and Table 4 together form the fixed sample size test schedule for the qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure.

Table 3 gives the number of the samples and permissible non-conforming items for each test or test groups.

Table 4 gives a summary of the test conditions and performance requirements, and choices of the test conditions and performance requirements in the detail specification.

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

Table 3 – Sampling plan for qualification approval, assessment level EZ

Group no.	Test	Subclause	Number of specimens <i>n</i> ^d	Permissible number of non-conforming items <i>c</i>		
0	High surge current ^b	4.19	124+12 ^e	0		
	Visual examination	4.4				
	Dimensions	4.4				
	Leakage current	4.5.1				
	Capacitance	4.5.2				
	Tangent of loss angle	4.5.3				
	Impedance ^b	4.5.4				
	Equivalent series resistance ^b	4.5.5				
	Spare specimens					
	1A	Resistance to soldering heat Component solvent resistance ^b	4.6 4.17	12	0	
	1B	Solderability Solvent resistance of the marking ^b	4.7 4.18	12	0	
	2	Substrate bending test ^c	4.9	12	0	
	3 ^a	Mounting Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^b Equivalent series resistance ^b	4.3 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4 4.5.5	88	0 ^f	
	3.1	Shear test Rapid change of temperature Climatic sequence (Style 1 only) ^b	4.8 4.10 4.11	20	0	
		3.2	Damp heat steady state (Style 1 only) ^b	4.12	20	0
		3.3	Endurance	4.15	20	0
		3.4	Characteristics at high and low temperature	4.13	12	0
		3.5A	Surge voltage	4.14	8	0
		3.5B	Reverse voltage ^b	4.16	8	0

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

^b If required.

^c Not applicable to capacitors, which shall be mounted on alumina substrates only, according to their detail specification.

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

^e Spare specimens.

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

Table 4 – Test schedule for qualification approval (1 of 5)

Clause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 0	ND		See Table 3	
4.19 High surge current ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.39		See IEC 60384-1:2016, 4.39
4.4 Visual examination		See 4.4.2		Legible marking and as specified in the detail specification
4.4 Dimensions (Detail)		See 4.4.2		See detail specification
4.5.1 Leakage current		See 4.5.1.2		$\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) ^e
4.5.2 Capacitance		See 4.5.2.2		Within specified tolerance
4.5.3 Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		See detail specification
Impedance ^d		See 4.5.4.2		See detail specification
Equivalent series resistance ^d		See 4.5.5.2		See detail specification
Group 1A	D		See Table 3	
4.6 Resistance to soldering heat		See 4.6.2		See detail specification
4.6.3 Recovery		See 4.6.3		
Final inspections				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage Legible marking
Capacitance		See 4.5.2.2		See detail specification
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		See detail specification
Impedance ^d		See 4.5.4.2		See detail specification
Equivalent series resistance ^d		See 4.5.5.2		See detail specification
4.17 Component solvent resistance ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.31		See IEC 60384-1:2016, 4.31

Table 4 (2 of 5)

Clause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 1B 4.7 Solderability Final inspections Visual inspection 4.18 Solvent resistance of the marking ^d	D	See IEC 60384-1:2016, 4.15 See 4.4.2 See IEC 60384-1:2016, 4.32	See Table 3	The areas and edges to be examined as defined in the detail specification shall be covered with a new solder coating with no more than a small amount of scattered imperfections such as pinholes or un-wetted or de-wetted areas. These imperfections shall not be concentrated in one area. In case of lead solder, it shall be covered with a smooth and bright solder. See IEC 60384-1:2016, 4.32
Group 2 4.9 Substrate bending test ^c 4.9.2 Final inspections Visual examination Capacitance	D	See IEC 60384-1:2016, 4.35 See 4.4.2 See 4.5.2.2	See Table 3	(See IEC 60384-1:2016, 4.35.3) No visible damage See detail specification
Group 3 4.3 Mounting 4.3.2 Initial inspection Capacitance 4.3.3 Final inspections Visual inspection Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^d Equivalent series resistance ^d	D	See IEC 60384-1:2016, 4.33 See 4.5.2.2 See 4.4.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.4.2 See 4.5.5.2	See Table 3	Within specified tolerance No visible damage $\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^e Within specified tolerance $\leq$ initial limit $\leq$ initial limit See detail specification

Table 4 (3 of 5)

Clause number and test ^a , inspection items	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 3.1	D		See Table 3	
4.8 Shear test		See IEC 60384-1:2016, 4.34		
4.8.2 Final inspection				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage
4.10 Rapid change of temperature		See 4.10.3		
4.10.4 Recovery		See 4.10.4		
4.10.5 Final inspections				
Leakage current		See 4.5.1.2		$\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^e
Capacitance		See 4.5.2.2.		See detail specification
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		$\leq$ initial limit
4.11 Climatic sequence (Style 1 only) ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.21		
4.11.3 Dry heat		See 4.11.3		
4.11.4 Damp heat, cyclic, first cycle		See IEC 60384-1:2016, 4.21.4		
4.11.5 Cold		See 4.11.5		
4.11.6 Damp heat, cyclic, remaining cycles		See IEC 60384-1:2016, 4.21.7		
4.11.7 Recovery		See 4.11.7		
4.11.8 Final inspections				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage Legible marking
Leakage current		See 4.5.1.2		$\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^e
Capacitance		See 4.5.2.2.		$ \Delta C/C \leq 10\%$ of the value measured in 4.3.3
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		$\leq 1,2$ times the initial limit
Group 3.2	D		See Table 3	
4.12 Damp heat, steady state (Style 1 only) ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.22		
4.12.4 Recovery		See 4.12.4		
4.12.5 Final inspections				
Visual examination		See 4.4.2		No visible damage Legible marking
Leakage current		See 4.5.1.2		$\leq$ initial limit
Capacitance		See 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 10\%$ of the value measured in 4.3.3
Tangent of loss angle		See 4.5.3.2		$\leq 1,2$ times the initial limit

Table 4 (4 of 5)

Clause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 3.3 4.15 Endurance 4.15.4 Recovery 4.15.5 Final inspections Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle Impedance ^d Equivalent series resistance ^d	D	See 4.15.3 See 4.15.4 See 4.4.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.4.2 See 4.5.5.2	See Table 3	No visible damage Legible marking ≤ 2 times the initial limit See detail specification $\leq 1,5$ times the initial limit See detail specification See detail specification
Group 3.4 4.13 Characteristics at high and low temperature <i>Step 1: 20 °C</i> Leakage current Capacitance Tangent of loss angle <i>Step 2: lower category temperature</i> Capacitance Tangent of loss angle <i>Step 3: 20 °C</i> Leakage current Capacitance Tangent of loss angle <i>Step 4: 85 °C</i> Leakage current Capacitance Tangent of loss angle <i>Step 5: 125 °C^d</i> Leakage current Capacitance Tangent of loss angle	D	See IEC 60384-1:2016, 4.29 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2	See Table 3	 $\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e See detail specification See detail specification $\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e $ \Delta C/C \leq 5 \%$ of the value measured in Step 1 $\leq$ initial limit $\leq 0,2 C_N U_R$ or $\leq 10 \mu A$, whichever is the greater See detail specification See detail specification $\leq 0,25 C_N U_R$ or $\leq 12,5 \mu A$ whichever is the greater See detail specification See detail specification

Table 4 (5 of 5)

Clause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a and measurements	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 3.4 (continued) <i>Step 6: 20 °C</i> Leakage current Capacitance Tangent of loss angle	D	See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2	See Table 3	$\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e $ \Delta C/C \leq 5 \%$ of the value measured in Step 1 $\leq$ initial limit
Group 3.5A 4.14 Surge voltage 4.14.4 Recovery 4.14.5 Final inspections Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle	D	See 4.14.3 See 4.14.4 See 4.4.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2	See Table 3	No visible damage Legible marking $\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e $ \Delta C/C \leq 10 \%$ of the value measured in 4.3.3 $\leq$ initial limit
Group 3.5B 4.16 Reverse voltage ^d 4.16.3 Recovery 4.16.4 Final inspection Visual examination Leakage current Capacitance Tangent of loss angle	D	See 4.16.2 See 4.16.3 See 4.4.2 See 4.5.1.2 See 4.5.2.2 See 4.5.3.2	See Table 3	No visible damage Legible marking $\leq 0,02 C_N U_R$ or $\leq 1 \mu A$, whichever is the greater (at $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e $ \Delta C/C \leq 10 \%$ of the value measured in 4.3.3 See detail specification
^a Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4. ^b In this table, D = destructive, ND = non-destructive. ^c Not applicable to surface mounting capacitors which according to their detail specification shall only be mounted on alumina substrates. ^d If required. ^e C_N = nominal capacitance in microfarads; U_R = rated voltage in volts.				

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 small, medium and high sizes. In order to cover the range of approvals in any period, one voltage shall be tested from each group of sizes. In subsequent periods other sizes and/or voltage ratings in production shall be tested with the aim of covering the whole range.

3.5.2 Test schedule

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

3.5.3 Delayed delivery

When, according to the procedures of IEC 60384-1:2016, Q.1.7, re-inspection should be made, solderability, capacitance and leakage current 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 5 and Table 6.

Table 5 – Lot-by-lot inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	IL ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
A0	100 % ^c		
A1	S-3	^d	0
B1	S-3	^d	0
^a The content of the inspection subgroup is described in the blank detail specification. ^b IL = inspection level <i>n</i> = sample size <i>c</i> = permissible number of non-conforming items ^c After removal of nonconforming items by 100 % testing during the manufacturing process, sampling inspection shall be performed in order to monitor outgoing quality level by nonconforming items per million ($\times 10^{-6}$). The sampling level shall be established by the manufacturer, preferably according to IEC 61193-2:2007, Annex A. In case one or more nonconforming items occur in a sample, this lot shall be rejected, but the whole sample shall be inspected and all nonconforming items shall be counted for the calculation of quality level values. Outgoing quality level by nonconforming items per million ($\times 10^{-6}$) values shall be calculated by accumulating inspection data according to the method given in IEC 61193-2:2007, 6.2. ^d Number to be tested: Sample size shall be determined according to IEC 61193-2:2007, 4.3.2.			

Table 6 – Periodic inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	<i>p</i> ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3	3	78 ^c	0
C3.1	6	18	0
C3.2	6	9	0
C3.3	3	24	0
C3.4	6	15	0
C3.5A	12	6	0
C3.5B	12	6	0
^a The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the blank detail specification. ^b <i>p</i> = periodicity in months <i>n</i> = sample size <i>c</i> = permissible number of non-conforming items ^c The values of these measurements serve as initial measurements for the tests of Group 3.			

4 Test and measurement procedures

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

4.1 Drying

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

4.2 Measuring conditions

Measuring condition of Style 2 is as follows:

- Relative humidity: 25 % to 75 %.

4.3 Mounting

4.3.1 General

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

4.3.2 Initial inspection

The capacitance shall be measured according to 4.5.2.

4.3.3 Final inspections

The capacitors shall be visually examined and the electrical characteristics measured as indicated in Table 4.

4.4 Visual examination and check of dimensions

4.4.1 General

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

4.4.2 Visual examination and check of dimensions

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

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

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

4.4.3 Requirements

See Table 3.

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

4.5 Electrical tests

4.5.1 Leakage current

4.5.1.1 General

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

4.5.1.2 Measuring conditions

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

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

4.5.1.3 Requirements

See Table 4.

4.5.2 Capacitance

4.5.2.1 General

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

4.5.2.2 Measuring conditions

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

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

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

4.5.2.3 Requirements

See Table 4.

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

4.5.3.1 General

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

4.5.3.2 Measuring conditions

The measurement shall be under the conditions of 4.5.2.2. The inaccuracy of the measuring equipment shall not exceed 1 % absolute value.

4.5.3.3 Requirements

See Table 4.

4.5.4 Impedance (if required)

4.5.4.1 General

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

4.5.4.2 Measuring conditions

Unless otherwise specified in the detail specifications, the test conditions are as follows:

- Temperature: $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Applied voltage: peak a.c. value $\leq 0,5\text{ V}$ (r.m.s.);
- 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 occur. The tolerance on all frequencies for measuring purposes shall not exceed 20 %. The value of the measuring frequency shall be prescribed by the detail specification.

4.5.4.3 Requirements

See Table 4.

4.5.5 Equivalent series resistance (ESR) (if required)

4.5.5.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.8.2, with the following details.

4.5.5.2 Measuring conditions

Unless otherwise specified in the detail specifications, test conditions are as follows.

- Temperature: $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Applied voltage: peak a.c. value $\leq 0,5\text{ V}$ (r.m.s.);
- 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 ESR is likely to occur. The tolerance on all frequencies for measuring purposes shall not exceed 20 %. The value of the measuring frequency shall be prescribed by the detail specification.

4.5.5.3 Requirements

See Table 4.

4.6 Resistance to soldering heat

4.6.1 General

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

4.6.2 Test conditions

The detail specification shall prescribe the test method and the test conditions.

- a) Solder bath method:
 - immersion attitude;
 - temperature of the solder bath and immersion time.
- b) Reflow method:
 - reflow temperature profile.

4.6.3 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.6.4 Final inspections and requirements

After recovery, the capacitors shall be visually examined under normal lighting and approximately 10× magnification and the electrical characteristics measured as indicated in Table 4.

4.7 Solderability

4.7.1 General

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

4.7.2 Test conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.15.

4.7.3 Final inspections and requirements

See Table 4 with the following details.

The capacitor shall then be visually examined under normal lighting and approximately 10× magnification.

4.8 Shear test

4.8.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.34.

4.8.2 Final inspections and requirements

See Table 4.

4.9 Substrate bending test

4.9.1 General

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

4.9.2 Final inspections and requirements

See Table 4.

4.10 Rapid change of temperature

4.10.1 General

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

4.10.2 Initial inspection

Not required (see Group 3).

4.10.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- T_A = lower category temperature;
- T_B = upper category temperature;

- the capacitors shall be tested for 5 cycles;
- the duration of the exposure at each temperature limit shall be 30 min.

4.10.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.10.5 Final inspections and requirements

See Table 4.

4.11 Climatic sequence (if required)

4.11.1 General

If required for Style 1 capacitors only, see IEC 60384-1:2016, 4.21, with the following details.

4.11.2 Initial inspections

Not required (see Group 3).

4.11.3 Dry heat

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

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

4.11.4 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2016, 4.21.4.

4.11.5 Cold

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

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

4.11.6 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles

See IEC 60384-1:2016, 4.21.7.

4.11.7 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.11.8 Final inspections and requirements

See Table 4.

4.12 Damp heat, steady state (if required)

4.12.1 General

If required for Style 1 capacitors only, see IEC 60384-1:2016, 4.22, with the following details.

The capacitors shall be mounted according to 4.3.

4.12.2 Initial inspections

Not required (see Group 3.).

4.12.3 Test conditions

The requirements are as follows.

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

4.12.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.12.5 Final inspections and requirements

See Table 4.

4.13 Characteristics at high and low temperature

4.13.1 General

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

The capacitors shall be mounted according to 4.3.

4.13.2 Inspections and requirements

The capacitors shall be measured at each temperature step and shall meet the requirements given in Table 4.

4.14 Surge voltage

4.14.1 General

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

4.14.2 Initial inspections

Not required (see Group 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 discharge period of 5 min 30 s, with a disconnected capacitor allowed to discharge internally.

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

The test shall be carried out at the test temperatures given in Table 7.

Table 7 – Test temperatures

Upper category temperature	Test temperature
≤85 °C	All specimens at upper category temperature
>85 °C	50 % of the specimens at 85 °C and the remaining 50 % at the upper category temperature

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

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

4.14.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.14.5 Final inspections and requirements

See Table 4.

4.15 Endurance

4.15.1 General

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

The capacitors shall be mounted according to 4.3.

4.15.2 Initial inspections

Not required (see Group 3).

4.15.3 Test conditions

Test conditions are as follows.

- Duration: 2 000 h;
- Temperature: upper category temperature;
- Applied voltage: category voltage, unless otherwise specified in the detail specification.

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

The test voltage shall be applied gradually (not less than 2 min but not more than 5 min) either by a slow build-up of voltage or through a resistor which shall be shorted out within 5 min. The impedance of the voltage source seen from the terminations of each capacitor shall not exceed 3 Ω .

Storage batteries or an electronic power supply, capable of supplying at least 1 A when a capacitor is shorted, shall be used.

4.15.4 Recovery

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.15.5 Final inspections and requirements

See Table 4.

4.16 Reverse voltage (if required)

4.16.1 Initial inspections

Not required (see Group 3).

4.16.2 Test conditions

Test conditions are as follows.

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

a) Condition

- 1) Test temperature: upper category temperature;
- 2) Applied voltage: 3 V (d.c.) or 10 % of the rated voltage, whichever is less, in the reverse polarity direction;
- 3) Duration: 125 h.

b) Condition

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

4.16.3 Recovery

Recovery period shall be specified in the detail specification.

4.16.4 Final inspections and requirements

See Table 4.

4.17 Component solvent resistance (if required)

See IEC 60384-1:2016, 4.31.

4.18 Solvent resistance of the marking (if required)

See IEC 60384-1:2016, 4.32.

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

4.19 High surge current (if required)

See IEC 60384-1:2016, 4.39.

Bibliography

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	35
1 Généralités	37
1.1 Domaine d'application	37
1.2 Objet	37
1.3 Références normatives	37
1.4 Informations à spécifier dans une spécification particulière	38
1.4.1 Généralités	38
1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions	38
1.4.3 Montage	38
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques	38
1.4.5 Marquage	39
1.5 Termes et définitions	39
1.6 Marquage	39
1.6.1 Généralités	39
1.6.2 Informations pour le marquage	39
1.6.3 Marquage sur les condensateurs	40
1.6.4 Marquage sur l'emballage	40
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles	40
2.1 Caractéristiques préférentielles	40
2.2 Valeurs assignées préférentielles	41
2.2.1 Capacité nominale (C_N)	41
2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale	41
2.2.3 Tension assignée (U_R)	41
2.2.4 Tension de catégorie (U_C)	41
2.2.5 Surtension (U_{RS} ou U_{CS})	41
2.2.6 Température assignée	42
3 Procédures d'assurance de la qualité	42
3.1 Étape initiale de fabrication	42
3.2 Modèles associables	42
3.3 Enregistrements d'essais certifiés de lots livrés	42
3.4 Procédures d'homologation	42
3.4.1 Généralités	42
3.4.2 Homologation basée sur la procédure utilisant un nombre d'échantillons fixe	42
3.4.3 Essais	43
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	50
3.5.1 Formation des lots de contrôle	50
3.5.2 Programme d'essai	50
3.5.3 Livraison retardée	50
3.5.4 Niveaux d'assurance	50
4 Procédures d'essai et de mesure	51
4.1 Séchage	52
4.2 Conditions de mesure	52
4.3 Montage	52
4.3.1 Généralités	52
4.3.2 Contrôle initial	52

4.3.3	Contrôles finaux	52
4.4	Examen visuel et contrôle des dimensions	52
4.4.1	Généralités	52
4.4.2	Examen visuel et contrôle des dimensions	52
4.4.3	Exigences	52
4.5	Essais électriques	52
4.5.1	Courant de fuite	52
4.5.2	Capacité	53
4.5.3	Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)	53
4.5.4	Impédance (si nécessaire)	53
4.5.5	Résistance série équivalente (RSE) (si nécessaire)	54
4.6	Résistance à la chaleur du brasage	54
4.6.1	Généralités	54
4.6.2	Conditions d'essai	54
4.6.3	Rétablissement	54
4.6.4	Exigences et contrôles finaux	55
4.7	Brasabilité	55
4.7.1	Généralités	55
4.7.2	Conditions d'essai	55
4.7.3	Exigences et contrôles finaux	55
4.8	Essai de cisaillement	55
4.8.1	Généralités	55
4.8.2	Exigences et contrôles finaux	55
4.9	Essai de courbure du substrat	55
4.9.1	Généralités	55
4.9.2	Exigences et contrôles finaux	55
4.10	Variation rapide de température	55
4.10.1	Généralités	55
4.10.2	Contrôle initial	55
4.10.3	Conditions d'essai	55
4.10.4	Rétablissement	56
4.10.5	Exigences et contrôles finaux	56
4.11	Séquence climatique (si nécessaire)	56
4.11.1	Généralités	56
4.11.2	Contrôles initiaux	56
4.11.3	Chaleur sèche	56
4.11.4	Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle	56
4.11.5	Froid	56
4.11.6	Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants	56
4.11.7	Rétablissement	56
4.11.8	Exigences et contrôles finaux	56
4.12	Chaleur humide, essai continu (si nécessaire)	56
4.12.1	Généralités	56
4.12.2	Contrôles initiaux	57
4.12.3	Conditions d'essai	57
4.12.4	Rétablissement	57
4.12.5	Exigences et contrôles finaux	57
4.13	Caractéristiques à haute et basse températures	57
4.13.1	Généralités	57

4.13.2	Contrôles et exigences	57
4.14	Surtension	57
4.14.1	Généralités	57
4.14.2	Contrôles initiaux	57
4.14.3	Conditions d'essai	57
4.14.4	Rétablissement	58
4.14.5	Exigences et contrôles finaux	58
4.15	Endurance	58
4.15.1	Généralités	58
4.15.2	Contrôles initiaux	58
4.15.3	Conditions d'essai	58
4.15.4	Rétablissement	58
4.15.5	Exigences et contrôles finaux	59
4.16	Tension inverse (si nécessaire)	59
4.16.1	Contrôles initiaux	59
4.16.2	Conditions d'essai	59
4.16.3	Rétablissement	59
4.16.4	Exigences et contrôles finaux	59
4.17	Résistance au solvant des composants (si nécessaire)	59
4.18	Résistance au solvant du marquage (si nécessaire)	59
4.19	Surintensité élevée (si nécessaire)	59
	Bibliographie	60
	Tableau 1 – Lettre d'identification et chiffre	40
	Tableau 2 – Tensions de catégorie et surtensions	42
	Tableau 3 – Plan d'échantillonnage pour homologation, niveau d'assurance EZ	44
	Tableau 4 – Programme d'essai pour homologation	45
	Tableau 5 – Contrôle lot par lot	51
	Tableau 6 – Contrôle périodique	51
	Tableau 7 – Températures d'essai	58

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS
LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 3: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques
au tantale pour montage en surface, à électrolyte solide (MnO₂)****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 60384-3 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition publiée en 2006. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) Révision de la structure fondée sur les Directives ISO/IEC, Partie 2:2011 (sixième édition) dans la mesure du possible, et harmonisation avec d'autres types de documents similaires.

- b) En outre, révision et de l'Article 4 et des tableaux pour éviter les redondances et les contradictions.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2464/FDIS	40/2470/RVD

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

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

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

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

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

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 3: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes électrolytiques au tantale pour montage en surface, à électrolyte solide (MnO_2)

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60384 s'applique aux condensateurs fixes électrolytiques au tantale pour montage en surface à électrolyte solide (MnO_2) destinés principalement aux applications en courant continu dans des équipements électroniques.

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

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

Les 2 modèles suivants sont considérés:

- Modèle 1: Condensateurs protégés avec des matériaux externes
- Modèle 2: Condensateurs non protégés avec des matériaux externes

1.2 Objet

La présente norme a pour objet de prescrire les valeurs assignées et caractéristiques préférentielles, de sélectionner, en se référant à l'IEC 60384-1:2016, les procédures d'assurance de la qualité appropriées, les essais et les méthodes de mesure et de donner les exigences de performances générales pour ce type de condensateur. Il convient que les sévérités et les exigences d'essai prescrites dans les spécifications particulières se rapportant à la présente spécification intermédiaire présentent des niveaux de performances supérieurs ou égaux, parce que les niveaux de performance inférieurs ne sont pas autorisés.

1.3 Références normatives

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 60062, *Codes de marquage pour résistances et condensateurs*

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

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

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 spécifier dans une spécification particulière

1.4.1 Généralités

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

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

Par commodité, les informations données en 1.4.2 peuvent être présentées dans un tableau.

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

1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions

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

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

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

- cas général: largeur, longueur et hauteur.

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

- bornes: largeur, longueur et espacement.

Lorsqu'un certain nombre de tailles de boîtiers est couvert par une spécification particulière, les dimensions et les tolérances associées doivent être placées dans un tableau sous le dessin.

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

1.4.3 Montage

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

1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.4.4.1 Généralités

Les valeurs assignées et caractéristiques doivent être 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 homologués conformément à la spécification particulière présentent des plages de capacités nominales différentes, il convient d'ajouter l'énoncé suivant:

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

1.4.4.3 Caractéristiques particulières

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

1.4.4.4 Brasage

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

1.4.5 Marquage

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

1.5 Termes et définitions

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

1.5.1

capacité

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

1.6 Marquage

1.6.1 Généralités

Voir 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:

- c) polarité des sorties (sauf si elles sont identifiées par la construction);
- d) capacité nominale;
- e) tension assignée (la tension continue peut être représentée par le symbole suivant: ----- (L'IEC 60417-5031:2002) ou —);
- f) tolérance sur la capacité nominale;
- g) année et mois (ou année et semaine) de fabrication;
- h) nom du fabricant et/ou marque de fabrique;

- i) désignation du modèle par le fabricant;
- j) référence à la spécification particulière.

1.6.3 Marquage sur les condensateurs

La polarité des sorties doit être marquée. D'autres éléments sont marqués si nécessaire.

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

Si en raison de manque d'espace, le marquage du condensateur n'est pas possible conformément à l'IEC 60062, le code suivant peut être utilisé.

a) Codage de la capacité

La valeur nominale de la capacité en picofarad est donnée dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Lettre d'identification et chiffre

Lettre	Valeur	Chiffre	Multiplicateur
A	1,0	9	10^{-1}
C	1,2	0	10^0
E	1,5	1	10^1
G	1,8	2	10^2
J	2,2	3	10^3
L	2,7	4	10^4
N	3,3	5	10^5
Q	3,9	6	10^6
S	4,7	7	10^7
U	5,6	8	10^8
W	6,8		
Y	8,2		

NOTE Dans le Tableau 1, la capacité est indiquée en picofarad, donnée en tant que norme de référence. La valeur nominale de la capacité est indiquée en microfarad (μF) conformément au 2.2.1.

b) Codage de la tension

L'utilisation de lettres d'identification pour le marquage est présentée dans la spécification particulière.

1.6.4 Marquage sur l'emballage

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

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

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

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

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

- température minimale de catégorie: -55 °C ;
- température maximale de catégorie: $+85\text{ °C}$ et $+125\text{ °C}$.

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

2.2 Valeurs assignées préférentielles

2.2.1 Capacité nominale (C_N)

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

Les valeurs préférentielles de capacité nominale doivent être choisies dans la série E6 de l'IEC 60063. Ces valeurs sont:

1,0 – 1,5 – 2,2 – 3,3 – 4,7 – 6,8;

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

2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

Les valeurs préférentielles des tolérances sur la capacité nominale sont:

-10% à $+10\%$ et -20% à $+20\%$.

2.2.3 Tension assignée (U_R)

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

- dans R 10: $+1,0$ – $1,25$ – $1,6$ – $2,0$ – $2,5$ – $3,15$ – $4,0$ – $5,0$ – $6,3$ – $8,0$;
- dans R 20: $+3,5^1$ – $4,5$;

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

2.2.4 Tension de catégorie (U_C)

Les tensions de catégorie pour des condensateurs dont la température maximale de catégorie supérieure s'élève à $+125\text{ °C}$ sont données dans le Tableau 2.

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

La surtension doit être donnée dans le Tableau 2.

NOTE U_{RS} est la surtension par rapport à la tension assignée.

U_{CS} est la surtension par rapport à la tension de catégorie.

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

Tableau 2 – Tensions de catégorie et surtensions

Dimensions en volts

U_R	2,5	4	6,3	10	16	20	25	35	40	50	63	100
U_C	1,6	2,5	4,0	6,3	10	13	16	22	25	32	40	63
U_{RS}	3,3	5,2	8,0	13	20	26	33	46	52	65	80	130
U_{CS}	2,0	3,3	5,2	8,0	13	16	20	29	33	42	52	80

2.2.6 Température assignée

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la valeur normalisée de la température assignée est +85 °C.

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.

3.2 Modèles associables

Les condensateurs considérés comme étant associables sont des condensateurs produits à partir de matériaux et processus similaires, bien que leurs valeurs et les tailles des boîtiers puissent être différentes.

3.3 Enregistrements d'essais certifiés de lots livrés

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

3.4 Procédures d'homologation

3.4.1 Généralités

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

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

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

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

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

valeurs, le nombre de spécimens à soumettre aux essais doit être celui exigé pour quatre valeurs.

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

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

Lorsque des groupes supplémentaires sont ajoutés au programme d'essai d'homologation, le nombre de spécimens exigé pour le Groupe 0 doit se voir ajouter le même nombre que celui exigé pour les groupes supplémentaires.

Le Tableau 3 donne le nombre d'échantillons à soumettre à un essai dans chaque groupe ou sous-groupe et le nombre admissible d'éléments non conformes pour les essais d'homologation.

3.4.3 Essais

Les séries complètes d'essais spécifiés dans le Tableau 3 et le Tableau 4 sont exigées pour l'homologation des condensateurs couverts par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

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

Les spécimens trouvés non conformes pendant les essais du Groupe 0 ne doivent pas être utilisés pour les autres groupes.

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

Ensemble, le Tableau 3 et le Tableau 4 forment le programme d'essai avec un nombre d'échantillons fixe pour l'homologation basée sur la procédure avec un nombre d'échantillons fixe.

Le Tableau 3 donne le nombre d'échantillons et le nombre admissible d'éléments non conformes pour chaque essai ou groupe d'essais.

Le Tableau 4 présente un résumé des conditions d'essais et des exigences de performances, et des choix de conditions d'essais et d'exigences de performances dans la spécification particulière.

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

Tableau 3 – Plan d'échantillonnage pour homologation, niveau d'assurance EZ

Groupe n°	Essai	Paragraphe	Nombre de spécimens <i>n^d</i>	Nombre admissible d'éléments non conformes <i>c</i>
0	Surintensité élevée ^b	4.19	124+12 ^e	0
	Examen visuel	4.4		
	Dimensions	4.4		
	Courant de fuite	4.5.1		
	Capacité	4.5.2		
	Tangente de l'angle de perte	4.5.3		
	Impédance ^b	4.5.4		
	Résistance série équivalente ^b	4.5.5		
	Spécimens de rechange			
1A	Résistance à la chaleur du brasage	4.6	12	0
	Résistance au solvant des composants ^b	4.17		
1B	Brasabilité	4.7	12	0
	Résistance au solvant du marquage ^b	4.18		
2	Essai de courbure du substrat ^c	4.9	12	0
3 ^a	Montage	4.3	88	0 ^f
	Examen visuel	4.4		
	Courant de fuite	4.5.1		
	Capacité	4.5.2		
	Tangente de l'angle de perte	4.5.3		
	Impédance ^b	4.5.4		
	Résistance série équivalente ^b	4.5.5		
3.1	Essai de cisaillement	4.8	20	0
	Variation rapide de température	4.10		
	Séquence climatique (Modèle 1 seulement) ^b	4.11		
3.2	Chaleur humide, essai continu (Modèle 1 seulement) ^b	4.12	20	0
3.3	Endurance	4.15	20	0
3.4	Caractéristiques à haute et basse température	4.13	12	0
3.5A	Surtension	4.14	8	0
3.5B	Tension inverse ^b	4.16	8	0
^a Les valeurs de ces mesures servent de mesures initiales pour les essais du Groupe 3. ^b Si nécessaire. ^c Ne s'applique pas aux condensateurs qui, conformément à leur spécification particulière, doivent seulement être montés sur des substrats en alumine. ^d Se reporter à 3.4.2 pour les combinaisons taille de boîtier/tension. ^e Spécimens de rechange ^f Les condensateurs trouvés non conformes après le montage ne doivent pas être pris en compte pour le calcul des éléments non conformes admis pour les essais suivants. Ils doivent être remplacés par des condensateurs de rechange.				

Tableau 4 – Programme d'essai pour homologation (1 de 5)

Numéro d'article et essai ^a , éléments soumis au contrôle	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 0	ND		Voir Tableau 3	
4.19 Surintensité élevée ^d		Voir 4.39 de l'IEC 60384-1:2016		Voir 4.39 de l'IEC 60384-1:2016
4.4 Examen visuel		Voir 4.4.2		Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière
4.4 Dimensions (détail)		Voir 4.4.2		Se reporter à la spécification particulière
4.5.1 Courant de fuite		Voir 4.5.1.2		$\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N U_R$ ou $1 \mu A$ (à $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^e
4.5.2 Capacité		Voir 4.5.2.2		Selon les tolérances spécifiées
4.5.3 Tangente de l'angle de perte		Voir 4.5.3.2		Se reporter à la spécification particulière
Impédance ^d		Voir 4.5.4.2		Se reporter à la spécification particulière
Résistance série équivalente ^d		Voir 4.5.5.2		Se reporter à la spécification particulière
Groupe 1A	D		Voir Tableau 3	
4.6 Résistance à la chaleur du brasage		Voir 4.6.2		Se reporter à la spécification particulière
4.6.3 Rétablissement		Voir 4.6.3		
Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.4.2		Aucun dommage visible Marquage lisible
Capacité		Voir 4.5.2.2		Se reporter à la spécification particulière
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.5.3.2		Se reporter à la spécification particulière
Impédance ^d		Voir 4.5.4.2		Se reporter à la spécification particulière
Résistance série équivalente ^d		Voir 4.5.5.2		Se reporter à la spécification particulière
4.17 Résistance au solvant des composants ^d		Voir 4.31 de l'IEC 60384-1:2016		Voir 4.31 de l'IEC 60384-1:2016

Tableau 4 (2 de 5)

Numéro d'article et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 1B 4.7 Brasabilité Contrôles finaux Examen visuel 4.18 Résistance du marquage au solvant ^d	D	Voir 4.15 de l'IEC 60384-1:2016 Voir 4.4.2 Voir 4.32 de l'IEC 60384-1:2016	Voir le Tableau 3	Les zones et les bords à inspecter comme cela est défini dans la spécification particulière doivent être recouverts d'une nouvelle couche de brasure ne comportant que très peu d'imperfections isolées telles que des perforations ou des zones non mouillées ou démouillées. Ces imperfections ne doivent pas être concentrées sur une zone. Dans le cas de brasure au plomb, la couche de brasure doit être lisse et brillante. Voir 4.32 de l'IEC 60384-1:2016
Groupe 2 4.9 Essai de courbure du substrat ^c 4.9.2 Contrôles finaux Examen visuel Capacité	D	Voir 4.35 de l'IEC 60384-1:2016 Voir 4.4.2 Voir 4.5.2.2	Voir Tableau 3	(Voir 4.35.3 de l'IEC 60384-1:2016) Aucun dommage visible Se reporter à la spécification particulière
Groupe 3 4.3 Montage 4.3.2 Contrôle initial Capacité 4.3.3 Contrôles finaux Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte Impédance ^d Résistance série équivalente ^d	D	Voir 4.33 de l'IEC 60384-1:2016 Voir 4.5.2.2 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.4.2 Voir 4.5.5.2	Voir Tableau 3	Selon les tolérances spécifiées Aucun dommage visible $\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N$ U_R ou $1 \mu A$ (à $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^e Selon les tolérances spécifiées $\leq$ limite initiale $\leq$ limite initiale Se reporter à la spécification particulière

Tableau 4 (3 de 5)

Numéro d'article et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 3.1	D		Voir Tableau 3	
4.8 Essai de cisaillement		Voir 4.34 de l'IEC 60384-1:2016		
4.8.2 Contrôle final				
Examen visuel		Voir 4.4.2		Aucun dommage visible
4.10 Variation rapide de température		Voir 4.10.3		
4.10.4 Rétablissement		Voir 4.10.4		
4.10.5 Contrôles finaux				
Courant de fuite		Voir 4.5.1.2		$\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N$ U_R ou $1 \mu A$ (à $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^e
Capacité		Voir 4.5.2.2.		Se reporter à la spécification particulière
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.5.3.2		$\leq$ limite initiale
4.11 Séquence climatique (Modèle 1 seulement) ^d		Voir 4.21 de l'IEC 60384-1:2016		
4.11.3 Chaleur sèche		Voir 4.11.3		
4.11.4 Chaleur humide, cyclique, premier cycle		Voir 4.21.4 de l'IEC 60384-1:2016		
4.11.5 Froid		Voir 4.11.5		
4.11.6 Chaleur humide, cyclique, cycles restants		Voir 4.21.7 de l'IEC 60384-1:2016		
4.11.7 Rétablissement		Voir 4.11.7		
4.11.8 Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.4.2		Aucun dommage visible Marquage lisible
Courant de fuite		Voir 4.5.1.2		$\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N$ U_R ou $1 \mu A$ (à $20^\circ C \pm 2^\circ C$) ^e
Capacité		Voir 4.5.2.2.		$ \Delta C/C \leq 10\%$ de la valeur mesurée en 4.3.3
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.5.3.2		$\leq 1,2$ fois la limite initiale
Groupe 3.2	D		Voir Tableau 3	
4.12 Chaleur humide, Essai continu (Modèle 1 seulement) ^d		Voir 4.22 de l'IEC 60384-1:2016		
4.12.4 Rétablissement		Voir 4.12.4		
4.12.5 Contrôles finaux				
Examen visuel		Voir 4.4.2		Aucun dommage visible Marquage lisible
Courant de fuite		Voir 4.5.1.2		$\leq$ limite initiale
Capacité		Voir 4.5.2.2		$ \Delta C/C \leq 10\%$ de la valeur mesurée en 4.3.3
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.5.3.2		$\leq 1,2$ fois la limite initiale

Tableau 4 (4 de 5)

Numéro d'article et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 3.3 4.15 Endurance 4.15.4 Rétablissement 4.15.5 Contrôles finaux Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte Impédance ^d Résistance série équivalente ^d	D	Voir 4.15.3 Voir 4.15.4 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.4.2 Voir 4.5.5.2	Voir Tableau 3	Aucun dommage visible Marquage lisible ≤ 2 fois la limite initiale Se reporter à la spécification particulière $\leq 1,5$ fois la limite initiale Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière
Groupe 3.4 4.13 Caractéristiques à haute et basse température <i>Etape 1: 20 °C</i> Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte <i>Etape 2: température minimale de catégorie</i> Capacité Tangente de l'angle de perte <i>Etape 3: 20 °C</i> Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte <i>Etape 4: 85 °C</i> Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte <i>Etape 5: 125 °C^d</i> Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir 4.29 de l'IEC 60384-1:2016 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2	Voir Tableau 3	$\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N$ U_R ou $1 \mu A$ (à $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière $\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N$ U_R ou $1 \mu A$ (à $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e $ \Delta C/C \leq 5 \%$ de la valeur mesurée à l'étape 1 $\leq$ limite initiale $\leq$ au plus grand parmi $0,2 C_N U_R$ ou $10 \mu A$ Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière $\leq$ au plus grand parmi $0,25 C_N$ U_R ou $12,5 \mu A$ Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière

Tableau 4 (5 de 5)

Numéro d'article et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a et mesures	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 3.4 (suite) <i>Etape 6: 20 °C</i> Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2	Voir Tableau 3	$\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N$ U_R ou $1 \mu A$ (à $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e $ \Delta C/C \leq 5 \%$ de la valeur mesurée à l'étape 1 $\leq$ limite initiale
Groupe 3.5A 4.14 Surtension 4.14.4 Rétablissement 4.14.5 Contrôles finaux Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir 4.14.3 Voir 4.14.4 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2	Voir Tableau 3	Aucun dommage visible Marquage lisible $\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N$ U_R ou $1 \mu A$ (à $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e $ \Delta C/C \leq 10 \%$ de la valeur mesurée en 4.3.3 $\leq$ limite initiale
Groupe 3.5B 4.16 Tension inverse ^d 4.16.3 Rétablissement 4.16.4 Contrôle final Examen visuel Courant de fuite Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir 4.16.2 Voir 4.16.3 Voir 4.4.2 Voir 4.5.1.2 Voir 4.5.2.2 Voir 4.5.3.2	Voir Tableau 3	Aucun dommage visible Marquage lisible $\leq$ au plus grand parmi $0,02 C_N$ U_R ou $1 \mu A$ (à $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$) ^e $ \Delta C/C \leq 10 \%$ de la valeur mesurée en 4.3.3 Se reporter à la spécification particulière
^a Les numéros des paragraphes des essais et des exigences de performances font référence à l'Article 4. ^b Dans ce tableau, D signifie destructif, ND signifie non destructif. ^c Ne s'applique pas aux condensateurs pour montage en surface, qui, conformément à leur spécification particulière, doivent seulement être montés sur des substrats en alumine. ^d Si nécessaire. ^e C_N est la capacité nominale en microfarads; U_R est la tension assignée en volts.				

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

3.5.1 Formation des lots de contrôle

3.5.1.1 Contrôle des Groupes A et B

Ces essais doivent être effectués lot par lot.

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

- a) le lot de contrôle doit être constitué de condensateurs de modèles associables (voir 3.2).
- b) l'échantillon soumis à un essai doit être représentatif des valeurs et des dimensions présentes dans le lot de contrôle:
 - 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 entre le fabricant et l'organisme national de surveillance.

3.5.1.2 Contrôle 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 tailles petites, moyennes et grandes. Pour couvrir la gamme d'homologation sur n'importe quelle période, l'essai à une tension doit être effectué dans chaque groupe de tailles. Pour les périodes suivantes, les essais doivent porter sur d'autres tailles et tensions assignées en production pour couvrir toute la gamme.

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 indiqué dans la spécification particulière-cadre.

3.5.3 Livraison retardée

Si, conformément aux procédures de l'IEC 60384-1:2016, Q.1.7, il convient d'effectuer un autre contrôle, la brasabilité, la capacité et le courant de fuite doivent être contrôlés comme cela est spécifié dans le contrôle des Groupes A et B.

3.5.4 Niveaux d'assurance

Les niveaux d'assurance donnés dans la spécification particulière-cadre doivent de préférence être sélectionnés depuis le Tableau 5 et le Tableau 6.

Tableau 5 – Contrôle lot par lot

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

Tableau 6 – Contrôle périodique

Sous-groupe de contrôle ^a	EZ		
	<i>p</i> ^b	<i>n</i> ^b	<i>c</i> ^b
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3	3	78 ^c	0
C3.1	6	18	0
C3.2	6	9	0
C3.3	3	24	0
C3.4	6	15	0
C3.5A	12	6	0
C3.5B	12	6	0
^a Le contenu du sous-groupe de contrôle est décrit à l'Article 2 de la spécification particulière-cadre. ^b <i>p</i> est la périodicité en mois <i>n</i> est le nombre d'échantillons <i>c</i> est le nombre admissible d'éléments non conformes ^c Les valeurs de ces mesures servent de mesures initiales pour les essais du Groupe 3.			

4 Procédures d'essai et de mesure

NOTE Cet article complète les informations de l'Article 4 de l'IEC 60384-1:2016.

4.1 Séchage

Les conditions sont données en 4.3 de l'IEC 60384-1:2016.

4.2 Conditions de mesure

La condition de mesure est la suivantes:

- Humidité relative: 25 % à 75 %.

4.3 Montage

4.3.1 Généralités

Voir 4.33 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.3.2 Contrôle initial

La capacité doit être mesurée conformément au 4.5.2.

4.3.3 Contrôles finaux

Les condensateurs doivent être soumis à un examen visuel et les caractéristiques électriques mesurées comme indiqué dans le Tableau 4.

4.4 Examen visuel et contrôle des dimensions

4.4.1 Généralités

Voir 4.4 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.4.2 Examen visuel et contrôle des dimensions

L'équipement utilisé pour l'examen visuel doit être approprié avec un grossissement d'environ 10× et un éclairage approprié au spécimen soumis à l'essai et le niveau de qualité exigé.

Il convient que l'opérateur dispose d'équipements pour l'éclairage incident ou transmis ainsi que d'équipements de mesure appropriés.

Les condensateurs doivent être soumis à un examen pour vérifier que les matériaux, la conception, la construction et les dimensions physiques sont appropriés.

4.4.3 Exigences

Voir Tableau 3

L'exécution doit être conforme aux exigences applicables données dans la spécification particulière.

4.5 Essais électriques

4.5.1 Courant de fuite

4.5.1.1 Généralités

Voir 4.9 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.5.1.2 Conditions de mesure

La tension assignée doit être appliquée aux bornes du condensateur et de sa résistance de protection placée en série avec le condensateur pour limiter le courant de charge.

La valeur de la résistance de protection doit être égale à 1 000 Ω .

4.5.1.3 Exigences

Voir Tableau 4.

4.5.2 Capacité

4.5.2.1 Généralités

Voir 4.7 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.5.2.2 Conditions de mesure

Sauf indication contraire dans les spécifications particulières, la capacité doit être mesurée à une fréquence de 100 Hz ou de 120 Hz.

La tension alternative de crête réellement appliquée aux bornes des sorties du condensateur ne doit pas dépasser 0,5 V (en valeur efficace).

Une tension de polarisation continue de 0,7 V à 1,0 V peut être appliquée pendant la mesure, afin d'éviter l'application d'une tension négative sur le condensateur par la tension alternative appliquée.

L'imprécision des instruments de mesure ne doit pas dépasser ± 2 % de la limite indiquée dans la spécification particulière, qu'il s'agisse d'une valeur absolue ou d'une variation de capacité.

4.5.2.3 Exigences

Voir Tableau 4.

4.5.3 Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)

4.5.3.1 Généralités

Voir 4.8 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.5.3.2 Conditions de mesure

La mesure doit être effectuée en respectant les conditions de 4.5.2.2. L'imprécision de l'équipement de mesure ne doit pas dépasser 1 % en valeur absolue.

4.5.3.3 Exigences

Voir Tableau 4.

4.5.4 Impédance (si nécessaire)

4.5.4.1 Généralités

Voir 4.10 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.5.4.2 Conditions de mesure

Sauf indication contraire dans les spécifications particulières, les conditions d'essai sont les suivantes:

- Température: $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Tension appliquée: valeur alternative de crête $\leq 0,5\text{ V}$ (en valeur efficace);
- La fréquence de mesure doit être choisie parmi une des valeurs suivantes: 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz et 1 MHz, et elle doit être celle qui est la plus susceptible de donner la valeur d'impédance la plus faible. La tolérance sur toutes les fréquences dans le cadre des mesures ne doit pas dépasser 20 %. La valeur de la fréquence de mesure doit être prescrite dans la spécification particulière.

4.5.4.3 Exigences

Voir Tableau 4.

4.5.5 Résistance série équivalente (RSE) (si nécessaire)

4.5.5.1 Généralités

Voir 4.8.2 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.5.5.2 Conditions de mesure

Sauf indication contraire dans les spécifications particulières, les conditions d'essai sont les suivantes:

- Température: $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Tension appliquée: valeur alternative de crête $\leq 0,5\text{ V}$ (en valeur efficace);
- La fréquence de mesure doit être choisie parmi une des valeurs suivantes: 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz et 1 MHz, et elle doit être celle qui est la plus susceptible de donner la résistance série équivalente la plus faible. La tolérance sur toutes les fréquences dans le cadre des mesures ne doit pas dépasser 20 %. La valeur de la fréquence de mesure doit être prescrite dans la spécification particulière.

4.5.5.3 Exigences

Voir Tableau 4.

4.6 Résistance à la chaleur du brasage

4.6.1 Généralités

Voir 4.14 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.6.2 Conditions d'essai

La spécification particulière doit prescrire la méthode d'essai et les conditions d'essai.

a) Méthode du bain de brasure:

- attitude d'immersion;
- température du bain de brasure et temps d'immersion

b) Méthode de refusion:

- profil de température de refusion.

4.6.3 Rétablissement

La période de rétablissement doit être de 1 h à 2 h.

4.6.4 Exigences et contrôles finaux

Après rétablissement, les condensateurs doivent être soumis à un examen visuel sous un éclairage normal et avec un grossissement d'environ 10× et les caractéristiques électriques doivent être mesurées comme indiqué dans le Tableau 4.

4.7 Brasabilité

4.7.1 Généralités

Voir 4.15 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.7.2 Conditions d'essai

Voir 4.15 de l'IEC 60384-1:2016

4.7.3 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4 avec les détails suivants.

Le condensateur doit alors être soumis à un examen visuel sous un éclairage normal et avec un grossissement d'environ 10×.

4.8 Essai de cisaillement

4.8.1 Généralités

Voir 4.34 de l'IEC 60384-1:2016.

4.8.2 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4.

4.9 Essai de courbure du substrat

4.9.1 Généralités

Voir 4.35 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.9.2 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4.

4.10 Variation rapide de température

4.10.1 Généralités

Voir 4.16 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.10.2 Contrôle initial

Pas nécessaire (voir Groupe 3).

4.10.3 Conditions d'essai

Les conditions d'essai sont les suivantes:

- T_A = température minimale de catégorie;
- T_B = température maximale de catégorie;

- tes condensateurs doivent être soumis à 5 cycles d'essais;
- la durée d'exposition à chaque limite de température doit être de 30 min.

4.10.4 Rétablissement

La période de rétablissement doit être comprise entre 1 h et 2 h.

4.10.5 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4.

4.11 Séquence climatique (si nécessaire)

4.11.1 Généralités

Si nécessaire pour le modèle 1 de condensateurs uniquement, voir 4.21 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.11.2 Contrôles initiaux

Pas nécessaire (voir Groupe 3).

4.11.3 Chaleur sèche

Voir 4.21.3 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants:

- Température: température maximale de catégorie;
- Durée: 16 h

4.11.4 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle

Voir 4.21.4 de l'IEC 60384-1:2016.

4.11.5 Froid

Voir 4.21.5 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants:

- Température: température minimale de catégorie;
- Durée: 2 h.

4.11.6 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants

Voir 4.21.7 de l'IEC 60384-1:2016.

4.11.7 Rétablissement

La période de rétablissement doit être comprise entre 1 h et 2 h.

4.11.8 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4.

4.12 Chaleur humide, essai continu (si nécessaire)

4.12.1 Généralités

Si nécessaire pour le modèle 1 de condensateurs uniquement, voir 4.22 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

Les condensateurs doivent être montés conformément à 4.3.

4.12.2 Contrôles initiaux

Pas nécessaire (voir Groupe 3).

4.12.3 Conditions d'essai

Les exigences sont les suivantes:

- Durée: 21 jours;
- Température: $+40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- Humidité relative: $(93 \pm 3)\%$;
- Tension appliquée: aucune tension ne doit être appliquée.

4.12.4 Rétablissement

La période de rétablissement doit être comprise entre 1 h et 2 h.

4.12.5 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4.

4.13 Caractéristiques à haute et basse températures

4.13.1 Généralités

Voir 4.29 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants:

Les condensateurs doivent être montés conformément à 4.3.

4.13.2 Contrôles et exigences

Les condensateurs doivent être mesurés à chaque échelon de température et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 4.

4.14 Surtension

4.14.1 Généralités

Voir 4.26 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.14.2 Contrôles initiaux

Pas nécessaire (voir Groupe 3).

4.14.3 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être soumis à 1 000 cycles, chacun étant constitué d'une charge, telle que décrite ci-dessous, suivie d'une période de décharge de 5 min et 30 s, avec un condensateur débranché et pouvant se décharger de manière interne.

Une tension, égale à la surtension spécifiée, doit être appliquée pendant 30 s aux bornes d'une résistance de protection de valeur telle que la résistance totale en série avec le condensateur et la source de tension soit égale à $1\,000\ \Omega \pm 100\ \Omega$.

L'essai doit être effectué aux températures données dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Températures d'essai

Température maximale de catégorie	Température d'essai
≤85 °C	Tous les spécimens à la température maximale de catégorie
>85 °C	50 % des spécimens à 85 °C et les 50 % restants à la température maximale de catégorie

Chaque cycle de surtension doit être effectué de telle sorte que le condensateur ait été déchargé dans la résistance d'environ 1 000 Ω à la fin des 30 s d'application.

L'essai doit se terminer sur la partie décharge du cycle.

4.14.4 Rétablissement

La période de rétablissement doit être de 1 h à 2 h.

4.14.5 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4.

4.15 Endurance

4.15.1 Généralités

Voir 4.23 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants:

Les condensateurs doivent être montés conformément à 4.3.

4.15.2 Contrôles initiaux

Pas nécessaire (voir Groupe 3).

4.15.3 Conditions d'essai

Les conditions d'essai sont les suivantes:

- Durée: 2 000 h;
- Température: température maximale de catégorie;
- Tension appliquée: tension de catégorie, sauf indication contraire dans la spécification particulière

NOTE Lorsque la tension de catégorie et/ou les températures de catégorie sont différentes de la tension assignée et/ou des températures assignées, l'échantillon soumis à l'essai est divisé en deux parties et il est soumis à la tension assignée et à la tension de catégorie et à la température assignée et à la température de catégorie, respectivement.

La tension d'essai doit être appliquée progressivement (pas moins de 2 min et pas plus de 5 min) soit en faisant lentement croître la tension, soit en utilisant une résistance qui doit être court-circuitée avant 5 min. L'impédance de la source de tension vue depuis les sorties de chaque condensateur ne doit pas dépasser 3 Ω .

Des batteries de stockage ou une alimentation électronique, capables de délivrer au moins 1 A lorsqu'un condensateur est mis en court-circuit, doivent être utilisées.

4.15.4 Rétablissement

La période de rétablissement doit être comprise entre 1 h et 2 h.

4.15.5 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4.

4.16 Tension inverse (si nécessaire)

4.16.1 Contrôles initiaux

Pas nécessaire (voir Groupe 3).

4.16.2 Conditions d'essai

Les conditions d'essai sont les suivantes:

Lors des essais des condensateurs, la condition a) doit être appliquée avant la condition b).

a) Condition:

- 1) Température d'essai: température maximale de catégorie;
- 2) Tension appliquée: plus petite parmi 3 V (tension continue) et 10 % de la tension assignée, en polarité inverse;
- 3) Durée: 125 h.

b) Condition:

- 1) Température d'essai: température maximale de catégorie;
- 2) Tension appliquée: tension continue égale à la tension de catégorie dans le sens de la polarité directe;
- 3) Durée: 125 h.

4.16.3 Rétablissement

La période de rétablissement doit être indiquée dans la spécification particulière.

4.16.4 Exigences et contrôles finaux

Voir Tableau 4.

4.17 Résistance au solvant des composants (si nécessaire)

Voir 4.31 de l'IEC 60384-1:2016.

4.18 Résistance au solvant du marquage (si nécessaire)

Voir 4.32 de l'IEC 60384-1:2016.

La période de rétablissement ne doit pas être applicable, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

4.19 Surintensité élevée (si nécessaire)

Voir 4.39 de l'IEC 60384-1:2016.

Bibliographie

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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