

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 9: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 9: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en
céramique, Classe 2**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-9:2015



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 more than 30 000 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

More than 60 000 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 plus de 30 000 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

Plus de 60 000 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 9: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 9: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en
céramique, Classe 2**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.20

ISBN 978-2-8322-2284-3

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	7
1.4.1 General	7
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 Marking on the body	10
1.6.3 Marking of the packaging	10
1.6.4 Additional marking	10
2 Preferred ratings and characteristics	10
2.1 Preferred characteristics	10
2.2 Preferred values of ratings	10
2.2.1 Rated temperature	10
2.2.2 Rated voltage (U_R)	10
2.2.3 Category voltage (U_C)	11
2.2.4 Preferred values of nominal capacitance and associated tolerance values	11
2.2.5 Temperature characteristic of capacitance	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	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	18
3.5.1 Formation of inspection lots	18
3.5.2 Test schedule	19
3.5.3 Delayed delivery	19
3.5.4 Assessment levels	19
4 Test and measurement procedures	20
4.1 General	20
4.2 Special preconditioning	20
4.3 Visual examination and check of dimensions	20
4.4 Electrical tests	20
4.4.1 Capacitance	20
4.4.2 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	21

4.4.3	Insulation resistance (R_i)	21
4.4.4	Voltage proof	22
4.5	Temperature characteristic of capacitance	23
4.5.1	Special preconditioning	23
4.5.2	Measuring conditions	23
4.5.3	Requirements	23
4.6	Robustness of terminations	23
4.7	Resistance to soldering heat	23
4.7.1	General	23
4.7.2	Special preconditioning	24
4.7.3	Initial measurement	24
4.7.4	Recovery	24
4.7.5	Final inspection, measurements and requirements	24
4.8	Solderability	24
4.8.1	General	24
4.8.2	Test conditions	24
4.8.3	Final inspection, measurements and requirements	24
4.9	Rapid change of temperature (if required)	24
4.9.1	General	24
4.9.2	Special preconditioning	24
4.9.3	Initial measurement	25
4.9.4	Test conditions	25
4.9.5	Recovery	25
4.10	Vibration	25
4.10.1	General	25
4.10.2	Test conditions	25
4.10.3	Final inspection, measurements and requirements	25
4.11	Bump (repetitive shock)	25
4.11.1	General	25
4.11.2	Initial measurements	25
4.11.3	Test conditions	25
4.11.4	Final inspection, measurements and requirements	26
4.12	Shock (non-repetitive shock)	26
4.12.1	General	26
4.12.2	Initial measurements	26
4.12.3	Test conditions	26
4.12.4	Final inspection, measurements and requirements	26
4.13	Climatic sequence	27
4.13.1	General	27
4.13.2	Special preconditioning	27
4.13.3	Initial measurements	27
4.13.4	Dry heat	27
4.13.5	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle	27
4.13.6	Cold	27
4.13.7	Low air pressure	27
4.13.8	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles	28
4.14	Damp heat, steady state	28
4.14.1	General	28
4.14.2	Special preconditioning	28

4.14.3	Initial measurement	29
4.14.4	Test conditions	29
4.14.5	Recovery	29
4.14.6	Final inspection, measurements and requirements.....	29
4.15	Endurance	30
4.15.1	General	30
4.15.2	Special preconditioning.....	30
4.15.3	Initial measurement	30
4.15.4	Test conditions	30
4.15.5	Recovery	30
4.15.6	Final inspection, measurements and requirements.....	30
4.16	Component solvent resistance (if applicable)	31
4.17	Solvent resistance of the marking (if applicable)	31
Annex A (informative)	Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2	32
A.1	General.....	32
A.2	Law of capacitance ageing.....	32
A.3	Capacitance measurements and capacitance tolerance (see 4.4.1).....	33
A.4	Special preconditioning (see 4.2)	33
Bibliography		35
Table 1	– Preferred tolerance on nominal capacitance.....	11
Table 2	– Preferred values of temperature characteristics.....	11
Table 3	– Sampling plan together with numbers of permissible non-conforming items for qualification approval tests, assessment level EZ	14
Table 4	– Test schedule for qualification approval	15
Table 5	– Lot-by-lot inspection	19
Table 6	– Periodic tests	20
Table 7	– Measuring conditions	21
Table 8	– Insulation resistance requirements	22
Table 9	– Test voltages.....	22
Table 10	– Details of measuring conditions.....	23
Table 11	– Maximum capacitance change.....	24
Table 12	– Preferred severities (of non-repetitive shock)	26
Table 13	– Maximum capacitance change.....	27
Table 14	– Number of damp heat cycles	28
Table 15	– Final inspection measurements and requirements	28
Table 16	– Test conditions for damp heat, steady state.....	29
Table 17	– Final inspection, measurements and requirements	29
Table 18	– Endurance test conditions	30
Table 19	– Final inspection, measurements and requirements	30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 9: Sectional specification:
Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2****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 60384-9 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 2005. This fourth edition is a result of maintenance activities related to the previous edition. All changes that have been agreed upon can be categorized as minor revisions.

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

FDIS	Report on voting
40/2339/FDIS	40/2364/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.

A list of all parts in the IEC 60384 series, published 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 web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-9:2015

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 9: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 is applicable to fixed capacitors of ceramic dielectric with a defined temperature coefficient (dielectric Class 2), intended for use in electronic equipment, including leadless capacitors but excluding fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, which are covered by IEC 60384-22 (Class 2).

Capacitors for electromagnetic interference suppression are not included, but are covered by IEC 60384-14.

1.2 Object

The object of this standard is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60384-1:2008 the appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods and to give general performance requirements for this type of capacitor. Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification shall be of equal or higher performance level because lower performance levels are not permitted.

1.3 Normative references

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

IEC 60063:1963, *Preferred number series for resistors and capacitors*
IEC 60063:1963/AMD1:1967
IEC 60063:1963/AMD2:1977

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

IEC 60384-1:2008, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

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

ISO 3:1973, *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 relevant 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 capacitor as an aid to easy recognition and for comparison of the capacitor 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.

Normally, the numerical values shall be given for the length of the body, the width and height of the body and the wire spacing, or for cylindrical types, the body diameter, and the length and diameter of the terminations. When necessary, for example when a number of items (capacitance values/voltage ranges) 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 capacitors. When the capacitor is not designed for use on printed boards, this shall be clearly stated in the detail specification.

1.4.3 Mounting

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

1.4.4 Ratings and characteristics

1.4.4.1 General

The ratings and characteristics shall be in accordance with the relevant clauses of this standard, together with the following:

1.4.4.2 Nominal capacitance range

See 2.2.4.1.

When products approved to the detail specification have different ranges, the following statement should be added: "The range of capacitance values available in each voltage range is given in the register of approvals".

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 prescribe 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. Deviations from 1.6 shall be specifically stated.

1.5 Terms and definitions

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

1.5.1

fixed capacitors, ceramic dielectric, Class 2

capacitor which has a dielectric with a high permittivity and is suitable for by-pass and coupling applications or for frequency discriminating circuits where low losses and high stability of capacitance are not of major importance

Note 1 to entry: The ceramic dielectric is characterized by the non-linear change of capacitance over the category temperature range (see Table 2).

1.5.2

subclass

maximum percentage change of capacitance within the category temperature range with respect to the capacitance at 20 °C

Note 1 to entry: The subclass may be expressed in code form (see Table 2).

1.5.3

rated voltage

U_R

maximum d.c. voltage which may be applied continuously to the terminations of a capacitor at the rated temperature

Note 1 to entry: Maximum d.c. voltage is the sum of the d.c. voltage and peak a.c. voltage or peak pulse voltage applied to the capacitor.

[SOURCE: IEC 60384-1:2008, 2.2.25, modified (addition of "the terminations of")]

1.6 Marking

1.6.1 General

See IEC 60384-1:2008, 2.4, with the following details:

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

- nominal capacitance;
- rated voltage (d.c. voltage may be indicated by the symbol $\overline{\text{---}}$ or ---);
- tolerance on nominal capacitance;
- the dielectric subclass, see Table 2;
- year and month (or week) of manufacture;
- manufacturer's name or trade mark;
- climatic category;

- h) manufacturer's type designation;
- i) reference to the detail specification.

Information required under b) and d) may be given in code form under manufacturer's, or national, type or style designation.

1.6.2 Marking on the body

The capacitor shall be clearly marked with a), b) and c) of 1.6.1 and with as many as possible of the remaining items as is considered necessary. Any duplication of information in the marking on the capacitor should be avoided.

1.6.3 Marking of the packaging

The packaging containing the capacitor(s) shall be clearly marked with all the information listed in 1.6.1.

1.6.4 Additional marking

Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

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

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

The lower and upper category temperatures and the duration of the damp heat, steady state test shall be chosen from the following:

- lower category temperature: –55 °C, –40 °C, –25 °C and –10 °C
- upper category temperature: +70 °C, +85 °C, +100 °C and +125 °C
- duration of the damp heat, steady state test (40 °C, 93 % RH): 4, 10, 21 and 56 days

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

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Rated temperature

For capacitors covered by this standard, the rated temperature is equal to the upper category temperature.

2.2.2 Rated voltage (U_R)

The preferred values of rated voltage are: 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1 000, 1 600, 2 500, 4 000 and 6 300 V. These values conform to the basic series of preferred values R5 given in ISO 3. If other values are needed they shall be chosen from the R10 series.

The sum of the d.c. voltage and the peak a.c. voltage applied to the capacitor should not exceed the rated voltage. The value of the peak alternating voltage should not exceed the value determined by the permissible reactive power.

2.2.3 Category voltage (U_C)

Since the rated temperature is defined as the upper category temperature, the category voltage is equal to the rated voltage, as defined in IEC 60384-1:2008, 2.2.5.

2.2.4 Preferred values of nominal capacitance and associated tolerance values

2.2.4.1 Preferred values of nominal capacitance

Nominal capacitance values shall be taken from the E3, E6 and E12 series given in IEC 60063 preferably.

2.2.4.2 Preferred tolerances on nominal capacitance

Table 1 denotes the preferred values of tolerance on nominal capacitance.

Table 1 – Preferred tolerance on nominal capacitance

Preferred series	Tolerances %	Letter code
E3 and E6	–20/+80	Z
	–20/+50	S
E6	±20	M
E6 and E12	±10	K

2.2.5 Temperature characteristic of capacitance

Table 2 denotes with a cross the preferred values of temperature characteristics with and without d.c. voltage applied. The method of coding the subclass is also given; for example a dielectric with a percentage change of ±20 % without d.c. voltage applied over the temperature range from –55 °C to +125 °C, will be defined as a dielectric of Class 2C1.

Table 2 – Preferred values of temperature characteristics

Sub-class letter code	Maximum capacitance change in per cent within the category temperature range with respect to the capacitance at 20 °C measured with and without a d.c. voltage applied		Category temperature range and corresponding number code				
			–55/+125 °C	–55/+85 °C	–40/+85 °C	–25/+85 °C	–10/+85 °C
	Without d.c. voltage applied	With d.c. voltage applied ^a	1	2	3	4	6
2B	±10	As specified in the detail specification	-	x	x	x	-
2C	±20		x	x	x	-	-
2D	+20/–30		-	-	-	x	-
2E	+22/–56		-	x	x	x	x
2F	+30/–80		-	x	x	x	x
2R	±15		x	-	-	-	-
2X	±15	+15/–25	x	-	-	-	-

NOTE x indicates: applied;
– indicates: not applied.

^a The applied voltage is the rated d.c. voltage or as specified in the detail specification.

The temperature range, for which the temperature characteristics of the dielectric is defined, is the same as the category temperature range.

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

For single layer capacitors, the primary stage of manufacture is the metallizing of the dielectric to form the electrode; for multilayer capacitors it is the first common firing of the dielectric-electrode assembly.

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 60384-1:2008, Q.9, shall be made available when prescribed in the detail specification and when requested by a purchaser. After the endurance test, the parameters for which variables information is required are the capacitance change, $\tan \delta$ and the insulation resistance.

3.4 Qualification approval

3.4.1 General

The procedures for qualification approval testing are given in IEC 60384-1:2008, Q.5.

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 60384-1:2008, Q.5.3 b). The sample shall be representative of the range of capacitors for which approval is sought. This may or may not be the complete range covered by the detail specification.

The samples shall consist of specimens having the lowest and highest voltages, and for these voltages the lowest and highest capacitance values. When there are more than four rated voltages an intermediate voltage shall also be tested. Thus, for the approval of a range, testing is required of either four or six values (capacitance/voltage combinations). When the range consists of less than four values, the number of specimens to be tested shall be that required for four values.

Spare specimens are permitted as follows:

Two (for six values) or three (for four 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 number of permissible non-conformances 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.

Non-conforming specimens found during the tests of Group 0 shall not be used for the other groups.

“One non-conforming item” is counted when a capacitor has not satisfied the whole or a part of the tests of a group.

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

Tables 3 and 4 together form the fixed sample size test schedule for which Table 3 includes the details for the sampling and permissible non-conforming item for the different tests or groups of test, whereas Table 4 together with the details of test contained in Clause 4 gives a complete summary of test conditions and performance requirements and indicates where, for example for the test method or conditions of test, a choice has to be made in the detail specification.

The conditions of test and performance requirements for the fixed sample size test schedule shall be identical to those prescribed in the detail specification for quality conformance inspection.

Table 3 – Sampling plan together with numbers of permissible non-conforming items for qualification approval tests, assessment level EZ

Group N°.	Test	Subclause of this publication	Number of specimens n^b	Permissible number of non-conforming items c^d
0	Visual examination Dimensions Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance Voltage proof Spare specimens	4.3 4.3 4.4.1 4.4.2 4.4.3 4.4.4	108 8	0
1A	Robustness of terminations Resistance to soldering heat Component solvent resistance ^c	4.6 4.7 4.16	12	0
1B	Solderability Solvent resistance of the marking ^c Rapid change of temperature ^a Vibration Bump or shock ^a	4.8 4.17 4.9 4.10 4.11 or 4.12	24	0
1	Climatic sequence	4.13	36	0
2	Damp heat, steady state	4.14	24	0
3	Endurance	4.15	36	0
4	Temperature characteristic of capacitance	4.5	12	0
^a As required in the detail specification. ^b Capacitance/voltage combinations, see 3.4.1. ^c If required in the detail specification. ^d This is the acceptance number, and not exceeded for acceptance.				

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

Subclause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non- conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 0	ND		See Table 3 ↓	
4.3 Visual examination				As in 4.3 Legible marking and as specified in the detail specification See detail specification
4.3 Dimensions (detail)				Within specified tolerance
4.4.1 Capacitance		Frequency: ... kHz or MHz Measuring voltage: ... V		As in 4.4.2.3
4.4.2 Tangent of loss angle (tan δ)		Frequency and measuring voltage (see 4.4.1)		As in 4.4.3.3
4.4.3 Insulation resistance		See detail specification for the method		No breakdown or flashover
4.4.4 Voltage proof		See detail specification for the method		
Group 1A	D		See Table 3 ↓	
4.6 Robustness of terminations		Visual examination		No visible damage
4.7.3 Initial measurements		Capacitance		
4.7 Resistance to soldering heat		Special preconditioning as in 4.2		
		See detail specification for the method		
4.7.5 Final measurements		Visual examination		No visible damage Legible marking $\Delta C/C$ as in 4.7.5
		Capacitance		
4.16 Component solvent resistance (if applicable)		Solvent: ... Solvent temp: ... Method 2 Recovery: ...		See detail specification

Table 4 (2 of 4)

Subclause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non- conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 1B	D		See Table 3	
4.8 Solderability		See detail specification for the method		Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations, or see the detail specification for wetting balance method
4.17 Solvent resistance of the marking (if applicable)		Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 1 Rubbing material: cotton wool Recovery: ...		Legible marking
4.9 Rapid change of temperature		Special preconditioning as in 4.2		
4.9.3 Initial measurement		Capacitance T_A = Lower category temperature T_B = Upper category temperature Five cycles Duration $t_1 = 30$ min Recovery: 24 h $\pm$ 2 h Visual examination		No visible damage
4.10 Vibration		For mounting method see detail specification Frequency range: from ... Hz to ... Hz Amplitude: 0,75 mm or acceleration 100 m/s ² (whichever is the less severe) Total duration: 6 h		
4.10.3 Intermediate inspection		Visual examination		No visible damage
4.11 Bump (or shock, see 4.12)		For mounting method see detail specification Number of bumps: ... Acceleration: ... m/s ² Duration of pulse: ... ms		
4.12 Shock (or bump, see 4.11)		For mounting method see detail specification Acceleration: ... m/s ² Duration of pulse: ... ms		
4.11.4 Final measurements or 4.12.4		Visual examination Capacitance		No visible damage Legible marking $\Delta C/C$ as in 4.12.4

Table 4 (3 of 4)

Subclause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non- conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 1	D		See Table 3	
4.13 Climatic sequence		Special preconditioning as in 4.2		
4.13.3 Initial measurement		Capacitance		
4.13.4 Dry heat		Temperature: upper category temperature Duration: 16 h		
4.13.5 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle				
4.13.6 Cold		Temperature: lower category temperature Duration: 2 h		No visible damage
4.13.7 Low air pressure (if required by the detail specification		Visual examination Air pressure: 8 kPa		No breakdown or flashover
4.13.7.4 Intermediate inspection		Visual examination		
4.13.8 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles		Recovery: 24 h ± 2 h		
4.13.8.4 Final measurements		Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance		No visible damage Legible marking $\Delta C/C$ as in 4.13.8.4 As in 4.13.8.4 As in 4.13.8.4
Group 2	D		See Table 3	
4.14 Damp heat, steady state		Special preconditioning as in 4.2		
4.14.3 Initial measurements		Capacitance Recovery: 24 h ± 2 h		
4.14.6 Final measurements		Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance		No visible damage Legible marking $\Delta C/C$ as in 4.14.6 As in 4.14.6 As in 4.14.6

Table 4 (4 of 4)

Subclause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non- conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 3 4.15 Endurance 4.15.3 Initial measurement 4.15.6 Final measurements	D	Special preconditioning as in 4.2 Voltage: V Duration: h Capacitance Recovery: 24 h ± 2 h Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance	See Table 3 ↓	No visible damage Legible marking $\Delta C/C$ as in 4.15.6 As in 4.15.6 As in 4.15.6
Group 4 4.5 Temperature characteristic of capacitance	ND	Special preconditioning as in 4.2	See Table 3 ↓	$\Delta C/C$ as in 4.5.3
^a Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4. ^b In this table: D = destructive, ND = non-destructive. ^c This is the acceptance number, and not exceeded for acceptance.				

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:

- The inspection lot shall consist of structurally similar capacitors (see 3.2);
- For Group A, the sample tested shall consist of each of the values and each of the dimensions contained in the inspection lot:
 - in relation to their number;
 - with a minimum of five of any one value.

For subgroup B2 the sample shall include capacitors of every temperature characteristic represented in the lot.

- If there are less than five of any one value in the sample the basis for the drawing of samples shall be agreed between the manufacturer and the Certification Body (CB).

3.5.1.2 Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

Samples shall be representative of the current production of the specified periods and shall be divided into high, medium and low capacitance values. In subsequent periods, different voltage ratings and capacitance values 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 Clause 2, Table 5 of the blank detail specification.

3.5.3 Delayed delivery

When according to the procedures of IEC 60384-1:2008, Q.10, re-inspection has to be made, solderability and capacitance shall be checked as specified in Groups A and B inspection.

3.5.4 Assessment levels

The assessment level(s) given in the blank detail specification shall preferably be selected from Tables 5 and 6.

Table 5 – Lot-by-lot inspection

Inspection subgroup ^c	EZ		
	IL	<i>n</i>	<i>c</i>
A0	100 % ^a		
A1	S-4	<i>b</i>	0
A2	S-3	<i>b</i>	0
B1	S-3	<i>b</i>	0
B2	S-2	<i>b</i>	0
IL = inspection level; <i>n</i> = sample size; <i>c</i> = permissible number of non-conforming items. ^a The inspection shall be performed after removal of nonconforming items by 100 % testing during the manufacturing process. Whether the lot was accepted or not, all samples for sampling inspection shall be inspected 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 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. ^b Number to be tested: Sample size shall be determined according to IEC 61193-2:2007, 4.3.2. ^c The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.			

Table 6 – Periodic tests

Inspection subgroup ^a	EZ		
	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>c</i>
C1A	6	9	0
C1B	6	18	0
C1	6	27	0
C2	6	15	0
C3	3	15	0
C4	12	9	0
<i>p</i> = periodicity in months; <i>n</i> = sample size; <i>c</i> = permissible number of non-conforming items. ^a The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.			

4 Test and measurement procedures

4.1 General

This clause supplements the information given in IEC 60384-1:2008, Clause 4.

4.2 Special preconditioning

Unless otherwise specified in the detail specification, the special preconditioning, when specified in this document before a test or a sequence of tests, shall be made under the following conditions: exposure at upper category temperature or at such higher temperature as may be specified in the detail specification during 1 h, followed by recovery during $24 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ at standard atmospheric conditions for testing.

NOTE Class 2 capacitors lose capacitance continuously with time according to a logarithmic law (this is called ageing). However if the capacitor is heated to a temperature above the Curie point of its dielectric then "de-ageing" takes place, i.e. the capacitance lost through "ageing" is regained, and "ageing" recommences from the time when the capacitor recools.

The purpose of special preconditioning is to bring the capacitor to a defined stage regardless of its previous history (see Clause A.4 for further information).

4.3 Visual examination and check of dimensions

See IEC 60384-1:2008, 4.4.

4.4 Electrical tests

4.4.1 Capacitance

4.4.1.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.7, with the following details:

4.4.1.2 Measuring conditions

The capacitance shall be measured according to Table 7 and the following details:

Table 7 – Measuring conditions

Subclass	Measuring voltage	Referee voltage ^a
2B, 2C, 2X	$1,0 \pm 0,2 \text{ V}$	$1,0 \pm 0,02 \text{ V}$
2D, 2E, 2F, 2R	$0,3 \pm 0,2 \text{ V}$ or as specified in the detail specification	$0,3 \pm 0,02 \text{ V}$ or as specified in the detail specification
^a In case of dispute about results of measurements, referee voltage is applied.		

Frequency: $C_N < 100 \text{ pF}$ $f = 1 \text{ MHz}$ unless otherwise specified in the detail specification
 $C_N \geq 100 \text{ pF}$ $f = 1 \text{ kHz} \pm 20 \%$ for measuring purposes and
 1 kHz for referee tests.

4.4.1.3 Requirements

The capacitance value shall correspond with the rated value taking into account the specified tolerance.

For referee measurements the capacitance value shall be the value extrapolated to an ageing time of 1 000 h, unless otherwise specified in the detail specification (for explanation see Annex A).

If applying the ageing time other than 1 000 h, that may be specified in the detail specification.

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

4.4.2.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.8, with the following details:

4.4.2.2 Measuring conditions

See 4.4.1.

4.4.2.3 Accuracy

The accuracy of the measuring instruments shall be such that the measuring error does not exceed 0,001.

4.4.2.4 Requirements

The tangent of loss angle shall not exceed 0,035; or such lower value as may be given in the detail specification.

4.4.3 Insulation resistance (R_i)

4.4.3.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.5, with the following details:

4.4.3.2 Measuring conditions

See IEC 60384-1:2008, 4.5.2, with the following details:

For $U_R < 100 \text{ V}$, the measuring voltage may be of any value not greater than U_R , the reference voltage being U_R .

The voltage shall be applied immediately at the specified value for $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$ for qualification approval testing and periodic tests (Group C). For lot-by-lot testing (Group A), the test may be terminated in a shorter time, if the required value of insulation resistance is reached.

The product of the internal resistance of the voltage source and the nominal capacitance of the capacitor shall not exceed 1 s unless otherwise prescribed in the detail specification.

The charge current shall not exceed 0,05 A.

The insulation resistance (R_i) shall be measured at the end of the 1 min period.

4.4.3.3 Requirements

The insulation resistance (R_i) shall meet the requirements given in Table 8.

Table 8 – Insulation resistance requirements

Style	Measuring points	$C_N \leq 25 \text{ nF}$	$C_N > 25 \text{ nF}$
		R_i	$R_i \times C_N$
Insulated	1a and 1c	$\geq 4\,000 \text{ M}\Omega$	$\geq 100 \text{ s}$
Non-insulated	1a		

4.4.4 Voltage proof

4.4.4.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.6, with the following details:

4.4.4.2 Test conditions

The product of R_i and the nominal capacitance C_x shall be smaller than or equal to 1 s.

The charge current shall not exceed 0,05 A.

4.4.4.3 Test voltage

The voltages in Table 9 shall be applied between the measuring points of Table 3 in IEC 60384-1:2008 for a period of 1 min for qualification approval testing and for a period of 1 s for the lot-by-lot quality conformance testing.

Table 9 – Test voltages

Type	Rated voltage V	Test voltage V
Leaded multilayer ceramic capacitors	$U_R \leq 100$	$2,5 U_R$
	$100 < U_R \leq 200$	$1,5 U_R + 100$
	$200 < U_R \leq 500$	$1,3 U_R + 100$
	$500 < U_R$	$1,3 U_R$
Others	$U_R \leq 500$	$2,5 U_R$
	$U_R > 500$	$1,5 U_R + 500$
NOTE If $U_R > 500 \text{ V}$, then the test voltage for Test C (external insulation) is $1,5 U_R + 500 \text{ V}$ or as specified in the detail specification.		

4.4.4.4 Requirement

There shall be no breakdown or flashover during the test.

4.5 Temperature characteristic of capacitance

4.5.1 Special preconditioning

See 4.2.

4.5.2 Measuring conditions

See IEC 60384-1:2008, 4.24.1.2 and 4.24.1.3, with Table 10.

Table 10 – Details of measuring conditions

Measuring step	Temperature °C	DC voltage applied
1	20 ± 2	-
2	$T_A^a \pm 3$	-
3	20 ± 2	-
4	$T_B^b \pm 2$	-
5	$T_B \pm 2$	x
6	20 ± 2	x
7	$T_A \pm 3$	x
8	20 ± 2	-
NOTE 1 “-” indicates: no DC voltage applied. “x” indicates: DC voltage applied (if specified in the detail specification) NOTE 2 Intermediate measurement temperatures are used when ensuring the requirements of 2.2.5. NOTE 3 Reference capacitance is the capacitance measured at Step 3. NOTE 4 Because of the effects described in the Note in 4.2, the capacitance values measured at temperature reference, Steps 5 to 7, with DC voltage applied, are time dependent. This time dependency is included in the given limits for capacitance change. The capacitance change between the first and the last measurements at temperature reference, Steps 1 and 8, indicates the amount of ageing involved. In case of a dispute about the results of measurements with DC voltage applied, it is advisable to agree upon a fixed time interval between measurements at temperature reference, Steps 5 and 7 with DC voltage applied (see IEC 60384-1:2008, 4.24.1.3). ^a T_A = Lower category temperature. ^b T_B = Upper category temperature.		

4.5.3 Requirements

The variation of capacitance shall be calculated according to IEC 60384-1:2008, 4.24.3.1.

The temperature characteristics with and without d.c. voltage applied shall not exceed the values given in Table 2.

4.6 Robustness of terminations

See IEC 60384-1:2008, 4.13.

4.7 Resistance to soldering heat

4.7.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.14, with the following details:

4.7.2 Special preconditioning

See 4.2.

4.7.3 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.4.1.

4.7.4 Recovery

The capacitors shall recover for 24 h $\pm$ 2h.

4.7.5 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The capacitances shall be measured according to 4.4.1, and the change shall not exceed the values in Table 11.

Table 11 – Maximum capacitance change

Subclass	Requirements
2B, 2C and 2X	± 10 %
2D and 2R	± 15 %
2E and 2F	± 20 %
NOTE See 2.2.5 for explanation of the subclass codes.	

4.8 Solderability

4.8.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.15, with the following details:

4.8.2 Test conditions

The requirements for the globule test method shall be prescribed in the detail specification. When neither the solder bath nor the solder globule method is appropriate the soldering iron test shall be used with soldering iron size A.

4.8.3 Final inspection, measurements and requirements

The terminations shall be examined for good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations, or see the detail specification for the wetting balance method.

4.9 Rapid change of temperature (if required)

4.9.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.16, with the following details:

4.9.2 Special preconditioning

See 4.2.

4.9.3 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.4.1.

4.9.4 Test conditions

Number of cycles: 5.

Duration of exposure at the temperature limits: 30 min.

4.9.5 Recovery

The capacitors shall recover for $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

4.10 Vibration**4.10.1 General**

See IEC 60384-1:2008, 4.17, with the following details:

4.10.2 Test conditions

The following degree of severity of test Fc applies:

0,75 mm displacement or 100 m/s^2 , whichever is the lower amplitude, over one of the following frequency ranges: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz, 10 Hz to 2 000 Hz. The total duration shall be 6 h.

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

4.10.3 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined. These shall be no visible damage.

4.11 Bump (repetitive shock)**4.11.1 General**

See IEC 60384-1:2008, 4.18, with the following details:

The detail specification shall state whether the bump (repetitive shock) or the non-repetitive shock test applies.

4.11.2 Initial measurements

Not required.

4.11.3 Test conditions

The detail specification shall state which of the following preferred severities applies:

Total number of bumps:	1 000	or	4 000
Acceleration:	400 m/s^2	or	100 m/s^2
Pulse duration:	6 ms		16 ms

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

4.11.4 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in 4.12.4.

4.12 Shock (non-repetitive shock)

4.12.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.19, with the following details:

The detail specification shall state whether the bump (repetitive shock) or the non-repetitive shock test applies.

4.12.2 Initial measurements

Not required.

4.12.3 Test conditions

The detail specification shall state which of the preferred severities applies as stated in Table 12.

Pulse-shape: half-sine

Table 12 – Preferred severities (of non-repetitive shock)

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

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

4.12.4 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The capacitance shall be measured according to 4.4.1, the change shall not exceed the values in Table 13.

Table 13 – Maximum capacitance change

Subclass	Requirements
2B, 2C and 2X	±10 %
2D and 2R	±15 %
2E and 2F	±20 %
NOTE See 2.2.5 for explanation of the subclass codes.	

4.13 Climatic sequence

4.13.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.21, with the following details:

4.13.2 Special preconditioning

See 4.2.

4.13.3 Initial measurements

The capacitance shall be measured in accordance with 4.4.1.

4.13.4 Dry heat

See IEC 60384-1:2008, 4.21.2.

4.13.5 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2008, 4.21.3.

4.13.6 Cold

See IEC 60384-1:2008, 4.21.4, with the following details:

The capacitor shall be visually examined. These shall be no visible damage.

4.13.7 Low air pressure

4.13.7.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.21.5, with the following details:

4.13.7.2 Test conditions

The test, if required in the detail specification, shall be made at a temperature of 15 °C to 35 °C and a pressure of 8 kPa.

The duration of the test shall be 1 h.

4.13.7.3 Test procedures

Immediately after achieving the low pressure, U_R shall be applied for 1 min to 2 min.

4.13.7.4 Final inspection and requirements

The capacitors shall be visually examined. These shall be no visible damage.

4.13.8 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles

4.13.8.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.21.6, with the following details:

4.13.8.2 Test conditions

The test conditions are shown in Table 14.

No voltage applied.

Table 14 – Number of damp heat cycles

Category	Number of cycles of 24 h
-/-/56	5
-/-/21	1
-/-/10	1
-/-/04	0

4.13.8.3 Recovery

The capacitors shall recover for 24 h $\pm$ 2 h.

4.13.8.4 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined.

There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The capacitors shall be measured and shall meet the following requirements given in Table 15. If the capacitance value is less than the minimum value permitted, then after the other measurements have been made the capacitor shall be preconditioned according to 4.2 and then the requirement in Table 15 shall be met.

Table 15 – Final inspection measurements and requirements

Measurement	Measuring conditions	Requirements			
		Subclasses 2B, 2C and 2X	Subclass 2D and 2R	Subclass 2E	Subclass 2F
Capacitance	4.4.1	$\Delta C/C \leq \pm 10 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 15 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 30 \%$
Tangent of loss angle	4.4.2	$\tan \delta \leq 2 \times \text{value of 4.4.2.3}$			
Insulation resistance	4.4.3	$R_i \geq 1\,000\text{ M}\Omega$ or $R_i \times C_N \geq 25\text{ s}$ (whichever is the less)			
NOTE See 2.2.5 for explanation of the subclass codes.					

4.14 Damp heat, steady state

4.14.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.22, with the following details:

4.14.2 Special preconditioning

See 4.2.

4.14.3 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.4.1.

4.14.4 Test conditions

No voltage applied, unless otherwise specified in the detail specification.

The severity of test should be selected from the test conditions as shown in Table 16 and specified in the detail specification.

The duration time should be selected in accordance with 2.1 and shall be specified in the detail specification.

Table 16 – Test conditions for damp heat, steady state

Severity	Temperature °C	Relative humidity %
1	+85 ± 2	85 ± 3
2	+60 ± 2	93 ± 3
3	+40 ± 2	93 ± 3

When the application of voltage is prescribed, U_R shall be applied to one half of the lot and no voltage shall be applied to the other half of the lot.

4.14.5 Recovery

The capacitors shall recover for 24 h ± 2 h.

4.14.6 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined.

There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The capacitors shall be measured and shall meet the following requirements given in Table 16. If the capacitance value is less than the minimum value permitted, then after the other measurements have been made the capacitor shall be preconditioned according to 4.2 and then the requirement in Table 17 shall be met.

Table 17 – Final inspection, measurements and requirements

Measurement	Measuring conditions	Requirements			
		Subclasses 2B, 2C and 2X	Subclass 2D and 2R	Subclass 2E	Subclass 2F
Capacitance	4.4.1	$\Delta C/C \leq \pm 10 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 15 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 30 \%$
Tangent of loss angle	4.4.2	$\tan \delta \leq 2 \times \text{value of 4.4.2.3}$			
Insulation resistance	4.4.3	$R_i \geq 1\,000\text{ M}\Omega$ or $R_i \times C_N \geq 25\text{ s}$ (whichever is less)			
NOTE See 2.2.5 for explanation of the subclass codes.					

4.15 Endurance

4.15.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.23, with the following details:

4.15.2 Special preconditioning

See 4.2.

4.15.3 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.4.1.

4.15.4 Test conditions

The capacitors shall be tested according to Table 18.

Table 18 – Endurance test conditions

Type	Temperature	Rated voltage V	Test voltage V	Duration h
Leaded multilayer ceramic capacitors	Upper category temperature	$U_R \leq 200$	$1,5 U_R$	1 000
		$200 < U_R \leq 500$	$1,3 U_R$	1 500
		$500 < U_R$	$1,2 U_R$	2 000
Others	Upper category temperature	U_R	$1,5 U_R$	1 000

4.15.5 Recovery

The capacitors shall recover for $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$.

4.15.6 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined.

There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The capacitors shall be measured and shall meet the following requirements given in Table 18. If the capacitance value is less than the minimum value permitted, then after the other measurements have been made the capacitor shall be preconditioned according to 4.2 and then the requirement in Table 19 shall be met.

Table 19 – Final inspection, measurements and requirements

Measurement	Measuring conditions	Requirements			
		Subclasses 2B, 2C and 2X	Subclass 2D and 2R	Subclass 2E	Subclass 2F
Capacitance	4.4.1	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 20 \%$	$\Delta C/C \leq \pm 30 \%$
Tangent of loss angle	4.4.2	$\tan \delta \leq 2 \times \text{value of 4.4.2.3}$			
Insulation resistance	4.4.3	$R_i \geq 2\,000\text{ M}\Omega$ or $R_i \times C_N \geq 50\text{ s}$ (whichever is less)			
NOTE See 2.2.5 for explanation of the subclass codes.					

4.16 Component solvent resistance (if applicable)

See IEC 60384-1:2008, 4.31.

4.17 Solvent resistance of the marking (if applicable)

See IEC 60384-1:2008, 4.32.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-9:2015

Annex A (informative)

Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2

A.1 General

Most Class 2 dielectrics used for ceramic capacitors have ferroelectric properties, and exhibit a Curie temperature.

Above this temperature the dielectric has the highly symmetric cubic crystal structure whereas below the Curie temperature the crystal structure is less symmetrical. Although in single crystals this phase transition is very sharp, in practical ceramics, it is often spread over a finite temperature range, but in all cases it is linked with a peak in the capacitance/temperature curve.

Under the influence of thermal vibration, the ions in the crystal lattice continue to move to positions of lower potential energy for a long time after the dielectric has cooled through the Curie temperature. This gives rise to the phenomenon of capacitance ageing, whereby the capacitor continually decreases its capacitance.

However, if the capacitor is heated to a temperature above the Curie temperature, then de-ageing takes place; i.e. the capacitance lost through ageing is regained, and ageing recommences from the time when the capacitor recools.

A.2 Law of capacitance ageing

During the first hour after cooling through the Curie temperature, the loss of capacitance is not well defined, but after this time it follows a logarithmic law (see K.W. Plessner, Proc. Phys. Soc., vol. 69B, P1261, 1956) which can be expressed in terms of an ageing constant.

The ageing constant k is defined as the percentage loss of capacitance due to the ageing process of the dielectric which occurs during a "decade", i.e. a time in which the capacitor increases its age tenfold, for example from 1 h to 10 h.

As the law of decrease of capacitance is logarithmic, the percentage loss of capacitance will be $2 \times k$ between 1 h and 100 h and $3 \times k$ between 1 h and 1 000 h. This may be expressed mathematically by the following formula:

$$C_t = C_1 \left(1 - \frac{k}{100} \times \lg t \right) \quad (\text{A.1})$$

where

C_t is the capacitance t h after the start of the ageing process;

C_1 is the capacitance 1 h after the start of the ageing process;

k is the ageing constant in percent per decade (as defined above);

t is the time in h from the start of the ageing process.

The ageing constant may be declared by the manufacturer for a particular ceramic dielectric, or it may be defined by de-ageing the capacitor and measuring the capacitance at two known times thereafter.

k is then given by the following formula:

$$k = \frac{100 \times (C_{t_1} - C_{t_2})}{C_{t_1} \times \lg t_2 - C_{t_2} \times \lg t_1} \quad (\text{A.2})$$

If capacitance measurements are made three or more times, then it is possible to derive k from the slope of a graph where C_t is plotted against $\lg t$.

During measurements of ageing, the capacitor should be maintained at a constant temperature so that capacitance variations due to the temperature characteristic do not mask those due to ageing.

A.3 Capacitance measurements and capacitance tolerance (see 4.4.1)

Because of ageing, it is necessary to specify a reference age at which the capacitance shall be within the prescribed tolerance. This is fixed at 1 000 h, since for practical purposes there is not much further loss of capacitance after this time.

In order to calculate the capacitance $C_{1\,000}$ after 1 000 h, the ageing constant shall be known or determined as in Clause A.2, when the following formula may be used:

$$C_{1\,000} = C_t \times \left[1 - \frac{k}{100} (3 - \lg t) \right] \quad (\text{A.3})$$

For factory measurements, the loss of capacitance from the age at the time of measurement to 1 000 h age will be known and can be off-set by using asymmetric inspection tolerances.

For example, if it is known that the capacitance loss will be 5 %, then the capacitors may be inspected to limits of $^{+25}_{-15}$ % instead of ± 20 %.

Capacitance is normally declared at 20 °C, and it may be necessary to measure at this temperature or correct the results to this temperature. Errors can also arise from heat from the hands, and capacitors should therefore always be handled with tweezers.

A.4 Special preconditioning (see 4.2)

In many of the tests in this standard, it is required to measure the capacitance change which results from a given conditioning (e.g. climatic sequence). In order to avoid the interfering effect of ageing, the capacitor is specially preconditioned before these tests by maintaining it for 1 h at the upper category temperature, followed by 24 h at standard atmospheric conditions for testing.

For those capacitors with a Curie temperature below the upper category temperature, this results in de-ageing and subsequently bringing the capacitors to an age of 24 h. The recovery after the conditioning is also arranged, if possible, to bring the capacitors to an age of 24 h, so that capacitance changes due to ageing are minimised.

If the Curie temperature of the dielectric is above the upper category temperature then the special preconditioning will not completely de-age the capacitor, but it will nevertheless bring it into a state where its capacitance is not so dependent on its previous history, and the same effect will be achieved, though not completely de-aged. In order to de-age such capacitors completely, temperatures up to 160 °C may be required, and this temperature could be deleterious to the encapsulation. Therefore, in the few cases where complete de-ageing of

such capacitors may be required, the detail specification shall be consulted for details and any necessary precautions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-9:2015

Bibliography

IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

IEC 60384-22, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 22: Sectional specification – Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 2*

K.W. Plessner: *Ageing of the Dielectric Properties of Barium Titanate Ceramics*, *Proceedings of the Physical Society, Section B*, Volume 69, Issue 12, pp. 1261 to 1268 (1956)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-9:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
1 Généralités	41
1.1 Domaine d'application	41
1.2 Objet	41
1.3 Références normatives	41
1.4 Informations devant être données dans une spécification particulière	41
1.4.1 Généralités	41
1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions	42
1.4.3 Montage	42
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques	42
1.4.5 Marquage	43
1.5 Termes et définitions	43
1.6 Marquage	43
1.6.1 Généralités	43
1.6.2 Marquage effectué sur le corps	44
1.6.3 Marquage de l'emballage	44
1.6.4 Marquage supplémentaire	44
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles	44
2.1 Caractéristiques préférentielles	44
2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées	44
2.2.1 Température assignée	44
2.2.2 Tension assignée (U_R)	45
2.2.3 Tension de catégorie (U_C)	45
2.2.4 Valeurs préférentielles de capacité nominale et valeurs de tolérance associées	45
2.2.5 Caractéristiques de température de capacité	45
3 Procédures d'assurance de la qualité	46
3.1 Etape initiale de fabrication	46
3.2 Composants associables	46
3.3 Rapports d'essai certifiés pour lots commercialisés	46
3.4 Homologation	46
3.4.1 Généralités	46
3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillons fixe	47
3.4.3 Essais	47
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	52
3.5.1 Constitution des lots de contrôle	52
3.5.2 Programme d'essai	53
3.5.3 Livraison différée	53
3.5.4 Niveaux d'assurance de la qualité	53
4 Procédures d'essai et de mesure	54
4.1 Généralités	54
4.2 Préconditionnement particulier	54
4.3 Examen visuel et contrôle des dimensions	54
4.4 Essais électriques	54
4.4.1 Capacité	54
4.4.2 Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)	55

4.4.3	Résistance d'isolement (R_i).....	55
4.4.4	Tenue en tension.....	56
4.5	Caractéristiques de température de capacité	57
4.5.1	Préconditionnement particulier	57
4.5.2	Conditions de mesure	57
4.5.3	Exigences.....	58
4.6	Robustesse des sorties.....	58
4.7	Résistance à la chaleur de brasage	58
4.7.1	Généralités.....	58
4.7.2	Préconditionnement particulier	58
4.7.3	Mesure initiale	58
4.7.4	Reprise.....	58
4.7.5	Contrôle final, mesures et exigences	58
4.8	Brasabilité.....	58
4.8.1	Généralités.....	58
4.8.2	Conditions d'essai	58
4.8.3	Contrôle final, mesures et exigences	59
4.9	Variation rapide de température (si cela est exigé)	59
4.9.1	Généralités.....	59
4.9.2	Préconditionnement particulier	59
4.9.3	Mesure initiale	59
4.9.4	Conditions d'essai	59
4.9.5	Reprise.....	59
4.10	Vibrations	59
4.10.1	Généralités.....	59
4.10.2	Conditions d'essai	59
4.10.3	Contrôle final, mesures et exigences	59
4.11	Secousse (choc répétitif)	60
4.11.1	Généralités.....	60
4.11.2	Mesures initiales.....	60
4.11.3	Conditions d'essai	60
4.11.4	Contrôle final, mesures et exigences	60
4.12	Choc (choc non répétitif).....	60
4.12.1	Généralités.....	60
4.12.2	Mesures initiales.....	60
4.12.3	Conditions d'essai	60
4.12.4	Contrôle final, mesures et exigences	61
4.13	Séquence climatique.....	61
4.13.1	Généralités.....	61
4.13.2	Préconditionnement particulier	61
4.13.3	Mesures initiales.....	61
4.13.4	Chaleur sèche	61
4.13.5	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle	61
4.13.6	Froid.....	61
4.13.7	Basse pression atmosphérique	62
4.13.8	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants.....	62
4.14	Chaleur humide, essai continu	63
4.14.1	Généralités.....	63
4.14.2	Préconditionnement particulier	63

4.14.3	Mesure initiale	63
4.14.4	Conditions d'essai	63
4.14.5	Reprise.....	63
4.14.6	Contrôle final, mesures et exigences	64
4.15	Endurance	64
4.15.1	Généralités	64
4.15.2	Préconditionnement particulier	64
4.15.3	Mesure initiale	64
4.15.4	Conditions d'essai	64
4.15.5	Reprise.....	65
4.15.6	Contrôle final, mesures et exigences	65
4.16	Résistance du composant aux solvants (si applicable)	65
4.17	Résistance au solvant du marquage (le cas échéant).....	65
Annexe A (informative)	Vieillessement en capacité des condensateurs fixes à diélectrique en céramique, Classe 2	66
A.1	Généralités	66
A.2	Loi du vieillissement de capacité.....	66
A.3	Mesures de capacité et tolérance de capacité (voir 4.4.1).....	67
A.4	Préconditionnement particulier (voir 4.2).....	67
Bibliographie.....		69
Tableau 1 – Tolérance préférentielle sur la capacité nominale		45
Tableau 2 – Valeurs préférentielles de caractéristiques de température.....		46
Tableau 3 – Plan d'échantillonnage avec des éléments non conformes admissibles pour des essais d'homologation, niveau d'assurance EZ		48
Tableau 4 – Programme d'essai pour homologation		49
Tableau 5 – Inspection lot par lot		53
Tableau 6 – Essais périodiques		54
Tableau 7 – Conditions de mesure.....		55
Tableau 8 – Exigences relatives à la résistance d'isolement		56
Tableau 9 – Tensions d'essai.....		57
Tableau 10 – Détails des conditions de mesure		57
Tableau 11 – Variation de capacité maximale		58
Tableau 12 – Sévérités préférentielles (de choc non répétitif)		61
Tableau 13 – Variation de capacité maximale		61
Tableau 14 – Nombre de cycles de chaleur humide		62
Tableau 15 – Contrôle final, mesures et exigences		63
Tableau 16 – Conditions d'essai continu de chaleur humide		63
Tableau 17 – Contrôle final, mesures et exigences		64
Tableau 18 – Conditions d'essai d'endurance		64
Tableau 19 – Contrôle final, mesures et exigences		65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS
DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 9: Spécification intermédiaire:
Condensateurs fixes à diélectrique en céramique, Classe 2**

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 60384-9 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 parue en 2005. Cette quatrième édition est le résultat des activités de maintenance relatives à l'édition précédente. Toutes les modifications acceptées peuvent être classées comme des révisions mineures.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2339/FDIS	40/2364/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.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-9:2015

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 9: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en céramique, Classe 2

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

Cette partie de l'IEC 60384 est applicable aux condensateurs fixes en céramique diélectrique avec un coefficient de température défini (diélectrique de Classe 2), destinés à être utilisés dans des équipements électroniques, y compris les condensateurs sans plomb et à l'exclusion des condensateurs multicouches montés en surface fixe en céramique diélectrique, qui sont couverts par l'IEC 60384-22 (Classe 2).

Les condensateurs d'antiparasitage ne sont pas inclus, mais sont couverts par l'IEC 60384-14.

1.2 Objet

La présente Norme a pour objet de prescrire les valeurs assignées et caractéristiques préférentielles, de sélectionner, en se référant à la Norme IEC 60384-1:2008, les procédures d'assurance qualité appropriées, les essais et les méthodes de mesure et de donner les exigences de performances générales pour ce type de condensateur. Les sévérités et les exigences d'essai prescrites dans les spécifications particulières se rapportant à cette spécification intermédiaire doivent présenter des niveaux de performances supérieurs ou égaux, parce que les niveaux de performance inférieurs ne sont pas autorisés.

1.3 Références normatives

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

IEC 60063:1963, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs*

IEC 60063:1963/AMD1:1967

IEC 60063:1963/AMD2:1977

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

IEC 60384-1:2008, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique*

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

ISO 3:1973, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

1.4 Informations devant être données dans une spécification particulière

1.4.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent dériver de la spécification particulière-cadre applicable.

Les spécifications particulières ne doivent pas spécifier d'exigences inférieures à celles de la spécification générique, de la spécification intermédiaire ou de la spécification particulière-cadre. Quand des exigences plus sévères sont incluses, on doit les énumérer en 1.9 de la spécification particulière et les indiquer dans les programmes d'essai, par exemple par un astérisque.

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

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

1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Une illustration du condensateur doit être incluse pour identifier facilement le condensateur et le comparer à d'autres.

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

Les valeurs numériques doivent normalement être indiquées pour la longueur, la largeur et la taille du corps et l'espacement des conducteurs, les types cylindriques, le diamètre du corps et la longueur et le diamètre des sorties. Si nécessaire, lorsqu'un certain nombre d'éléments (valeurs de capacité/gamme de tensions) 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 autre que celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit stipuler ces informations dimensionnelles, afin de décrire correctement les condensateurs. Lorsque le condensateur n'est pas destiné à être utilisé sur des cartes imprimées, cette information doit être clairement indiquée dans la spécification particulière.

1.4.3 Montage

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

1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.4.4.1 Généralités

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

1.4.4.2 Gamme de capacités nominales

Voir 2.2.4.1.

Il convient d'ajouter l'énoncé suivant lorsque les produits conformes à la spécification particulière possèdent différentes gammes: "La gamme des valeurs des capacités disponibles dans chaque gamme de tensions est donnée dans le registre des agréments".

1.4.4.3 Caractéristiques particulières

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

1.4.4.4 Brasage

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

1.4.5 Marquage

La spécification particulière doit spécifier la teneur du marquage sur le condensateur et sur l'emballage. Tout écart par rapport à 1.6 doit être indiqué de manière spécifique.

1.5 Termes et définitions

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

1.5.1

condensateurs fixes, diélectrique en céramique, Classe 2

condensateur doté d'un diélectrique à permittivité élevée et adapté pour des applications de contournement et de couplage ou pour des circuits discriminateurs de fréquence lorsque de faibles pertes et une stabilité élevée de capacité ne sont pas de première importance

Note 1 à l'article: Le diélectrique en céramique est caractérisé par la variation non linéaire de capacité sur la gamme de température de la catégorie (voir Tableau 2).

1.5.2

sous-classe

variation maximale en pourcentage de capacité à l'intérieur de la gamme de température de la catégorie par rapport à la capacité à 20 °C

Note 1 à l'article: La sous-classe peut être exprimée sous forme de code (voir Tableau 2).

1.5.3

tension assignée

U_R

tension continue maximale qui peut être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur utilisé à la température assignée

Note 1 à l'article: La tension continue maximale est la somme de la tension continue et de la tension alternative de crête ou de la tension d'impulsion de crête appliquée au condensateur.

[SOURCE: IEC 60384-1:2008, 2.2.25, modifiée ("nominale" remplacé par "assignée" et addition de "aux bornes de")]

1.6 Marquage

1.6.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 2.4, avec les détails suivants:

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

- la capacité nominale;
- la tension assignée (la tension continue peut être représentée par — ou ---);
- la tolérance de la capacité nominale;

- d) la sous-classe diélectrique, voir Tableau 2;
- e) l'année et le mois (ou la semaine) de fabrication;
- f) le nom du fabricant ou sa marque commerciale;
- g) la catégorie climatique;
- h) la désignation du modèle par le fabricant;
- i) la référence à la spécification particulière.

Les informations exigées en b) et d) peuvent être données sous forme de code selon des désignations de modèle ou de type, nationales ou du fabricant.

1.6.2 Marquage effectué sur le corps

Le condensateur doit comporter lisiblement les informations en a), b) et c) de 1.6.1 et autant des autres informations que possible si elles sont considérées nécessaires. Il convient d'éviter toute duplication d'informations dans le marquage du condensateur.

1.6.3 Marquage de l'emballage

L'emballage contenant le ou les condensateurs doit être clairement identifié avec toutes les informations énumérées en 1.6.1.

1.6.4 Marquage supplémentaire

Tout marquage supplémentaire doit être apposé de façon à ce qu'aucune confusion ne soit possible.

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

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

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

Les températures minimales et maximales de catégorie ainsi que la durée de l'essai continu de chaleur humide doivent être sélectionnées parmi les suivantes:

- tension minimale de catégorie: -55 °C , -40 °C , -25 °C et -10 °C
- température maximale de catégorie: $+70\text{ °C}$, $+85\text{ °C}$, $+100\text{ °C}$ et $+125\text{ °C}$
- durée de l'essai continu de chaleur humide (40 °C , 93 % HR): 4, 10, 21 et 56 jours

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

2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées

2.2.1 Température assignée

Pour les condensateurs couverts par la présente norme, la température assignée est égale à la température maximale de catégorie.

2.2.2 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles de la tension assignée sont: 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1 000, 1 600, 2 500, 4 000 et 6 300 V. Ces valeurs sont conformes à la série de base des valeurs préférentielles R5 de l'ISO 3. Si d'autres valeurs sont nécessaires, elles doivent être choisies dans la série R10.

Il convient que la somme de la tension en courant continu et de la tension crête en courant alternatif appliquée au condensateur ne dépasse pas la tension assignée. Il convient que la valeur de la tension alternative de crête ne dépasse pas la valeur déterminée par la puissance réactive admissible.

2.2.3 Tension de catégorie (U_C)

Puisque la température assignée est définie comme la température de catégorie supérieure, la tension de la catégorie est égale à la tension assignée, telle qu'elle est définie dans l'IEC 60384-1:2008, 2.2.5.

2.2.4 Valeurs préférentielles de capacité nominale et valeurs de tolérance associées

2.2.4.1 Valeurs préférentielles de capacité nominale

Les valeurs de capacité nominale doivent de préférence provenir des séries E3, E6 et E12 données dans l'IEC 60063.

2.2.4.2 Tolérance préférentielle sur la capacité nominale

Le Tableau 1 présente les valeurs préférentielles de tolérance sur la capacité nominale.

Tableau 1 – Tolérance préférentielle sur la capacité nominale

Série préférentielle	Tolérances %	Code littéral
E3 et E6	–20/+80	Z
	–20/+50	S
E6	±20	M
E6 et E12	±10	K

2.2.5 Caractéristiques de température de capacité

Le Tableau 2 indique par une croix les valeurs préférentielles des caractéristiques de température avec et sans application de tension continue. La méthode de codage de la sous-classe est également fournie; par exemple, un diélectrique avec un changement de pourcentage de ±20 % sans tension CC appliquée sur la plage de températures entre -55 °C et +125 °C sera défini comme un diélectrique de Classe 2C1.

Tableau 2 – Valeurs préférentielles de caractéristiques de température

Code littéral de sous-classe	Variation maximale de capacité en pourcentage dans la plage de températures de catégorie par rapport à la capacité à 20 °C mesurée avec et sans application de tension continue		Plage de températures de catégorie et code numéral correspondant				
			-55/+125 °C	-55/+85 °C	-40/+85 °C	-25/+85 °C	-10/+85 °C
	Sans application de tension CC	Avec application de tension CC ^a	1	2	3	4	6
2B	±10	Comme indiqué dans la spécification particulière	-	x	x	x	-
2C	±20		x	x	x	-	-
2D	+20/-30		-	-	-	x	-
2E	+22/-56		-	x	x	x	x
2F	+30/-80		-	x	x	x	x
2R	±15		x	-	-	-	-
2X	±15	+15/-25	x	-	-	-	-
NOTE x indique: appliqué; – indique: non appliqué. ^a La tension appliquée est la tension CC assignée ou celle spécifiée dans la spécification particulière.							

La plage de températures pour laquelle est définie la caractéristique de température du diélectrique est la même que la plage de températures de catégorie.

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Etape initiale de fabrication

Pour les condensateurs monocouches, l'étape initiale de fabrication est la métallisation du diélectrique pour former l'électrode. Pour les condensateurs multicouches, l'étape initiale est le premier allumage commun de l'ensemble diélectrique-électrode.

3.2 Composants associables

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

3.3 Rapports d'essai certifiés pour lots commercialisés

Les informations exigées en Q.9 de l'IEC 60384-1:2008 doivent être rendues disponibles, lorsqu'elles sont prescrites dans la spécification particulière et lorsqu'elles sont demandées par un client. Après l'essai d'endurance, les paramètres sur les variables pour lesquelles des informations sont exigées sont la variation de capacité, le $\tan \delta$ et la résistance d'isolement.

3.4 Homologation

3.4.1 Généralités

Les procédures des essais d'homologation sont présentées en Q.5 de l'IEC 60384-1:2008.

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

3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillons fixe

La procédure d'homologation sur un échantillon d'effectif fixe est décrite dans l'IEC 60384-1:2008, Q.5.3 b). L'échantillon doit être représentatif de la gamme des condensateurs pour lesquels l'homologation est demandée. Il peut ou il peut ne pas s'agir de la gamme complète couverte par la spécification particulière.

Les échantillons doivent être constitués de spécimens possédant les tensions les plus basses et les plus hautes et, pour ces tensions, les valeurs de capacité les plus basses et les plus élevées. En présence de plus de quatre tensions assignées, une tension intermédiaire doit également faire l'objet d'essais. Ainsi, pour homologuer une gamme, un essai est exigé sur quatre ou six valeurs (combinaisons capacité/tension). Lorsque la gamme comprend moins de quatre valeurs, le nombre de spécimens à soumettre aux essais doit être celui qui est exigé pour quatre valeurs.

Les spécimens de rechange sont permis selon les modalités suivantes:

Deux (pour six valeurs) ou trois (pour quatre valeurs) par valeur peuvent être utilisés comme rechange pour les spécimens qui ne sont pas conformes à cause d'incidents non imputables 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 dans le programme d'essai d'homologation, le nombre de spécimens exigé pour le Groupe 0 doit être augmenté du même nombre que celui exigé aux groupes supplémentaires.

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

3.4.3 Essais

Les séries complètes d'essais spécifiés aux Tableaux 3 et 4 sont exigées pour l'approbation des condensateurs couverts par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre donné.

La totalité des échantillons doit être soumise aux essais du Groupe 0 et ensuite divisée pour les autres groupes.

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

On comptabilise "un élément non conforme" lorsqu'un condensateur n'a pas satisfait à tout ou partie des essais d'un groupe.

L'approbation est accordée quand le nombre d'éléments non conformes est égal à zéro.

Les Tableaux 3 et 4 forment le programme d'essai d'effectif d'échantillons fixe pour lequel le Tableau 3 inclut les détails de l'échantillonnage et des éléments non conformes permis pour les différents essais ou groupes d'essais, tandis que le Tableau 4 accompagné des détails de l'essai contenus dans l'Article 4 fournit un récapitulatif complet des conditions d'essai et des exigences de performances et indique là où un choix doit être effectué dans la spécification particulière concernant les méthodes ou les conditions d'essai.

Les conditions d'essai et les exigences de performances pour le programme d'essais avec une taille d'échantillons fixe doivent être identiques à celles prescrites dans la spécification particulière pour le contrôle de conformité de la qualité.

Tableau 3 – Plan d'échantillonnage avec des éléments non conformes admissibles pour des essais d'homologation, niveau d'assurance EZ

Groupe N°	Essai	Paragraphe de la présente publication	Nombre de spécimens n^b	Nombre admissible d'éléments non conformes c^d
0	Examen visuel Dimensions Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement Tenue en tension Spécimens de rechange	4.3 4.3 4.4.1 4.4.2 4.4.3 4.4.4	108 8	0
1A	Robustesse des sorties Résistance à la chaleur de brasage Résistance au solvant des composants ^c	4.6 4.7 4.16	12	0
1B	Brasabilité Résistance au solvant du marquage ^c Variations rapides de température ^a Vibrations Secousses ou chocs ^a	4.8 4.17 4.9 4.10 4.11 ou 4.12	24	0
1	Séquence climatique	4.13	36	0
2	Chaleur humide, essai continu	4.14	24	0
3	Endurance	4.15	36	0
4	Caractéristiques de température de capacité	4.5	12	0
^a Si exigé dans la spécification particulière. ^b Voir 3.4.1 pour les combinaisons capacité/tension. ^c Si exigé dans la spécification particulière. ^d Il s'agit du critère d'acceptation, non dépassé pour acceptation.				

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

Numéro de paragraphe et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre d'éléments non conformes permis (<i>c</i>) ^c	Performances exigences ^a
Groupe 0	ND		Voir Tableau 3 ↓	
4.3 Examen visuel				Comme en 4.3
4.3 Dimensions (détail)				Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière
4.4.1 Capacité		Fréquence: ... kHz ou MHz Tension de mesure: ... V		Voir la spécification particulière
4.4.2 Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)		Fréquence et tension de mesure (voir 4.4.1)		Dans la tolérance spécifiée
4.4.3 Résistance d'isolement		Voir la spécification particulière pour la méthode		Selon 4.4.2.3
4.4.4 Epreuve de tension		Voir la spécification particulière pour la méthode		Selon 4.4.3.3
				Ni claquage ni contournement
Groupe 1A	D		Voir Tableau 3 ↓	
4.6 Robustesse des connexions		Examen visuel		Aucune dégradation visible
4.7.3 Mesures initiales		Capacité		
4.7 Résistance à la chaleur de brasage		Préconditionnement particulier comme en 4.2 Voir la spécification particulière pour la méthode		
4.7.5 Mesures finales		Examen visuel		Aucune dégradation visible
		Capacité		Marquage lisible
4.16 Résistance du composant aux solvants (si applicable)		Solvant: ... Temp solvant: ... Méthode 2 Rétablissement: ...		$\Delta C/C$ comme en 4.7.5
				Voir la spécification particulière

Tableau 4 (2 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes permis (c) ^c	Performances exigences ^a
Groupe 1B 4.8 Brasabilité 4.17 Résistance au solvant du marquage (le cas échéant) 4.9 Variation rapide de température 4.9.3 Mesure initiale 4.10 Vibration 4.10.3 Inspection intermédiaire 4.11 Secousse (ou choc, voir 4.12) 4.12 Choc (ou secousse, voir 4.11) 4.11.4 Mesures finales ou 4.12.4	D	Voir la spécification particulière pour la méthode Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 1 Matériau de frottement: ouate Rétablissement: ... Préconditionnement particulier comme en 4.2 Capacité T_A = Température minimale de catégorie T_B = Température maximale de catégorie Cinq cycles Durée $t_1 = 30$ min Rétablissement: $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ Examen visuel Pour la méthode de montage, voir la spécification particulière Plage de fréquences: de ... Hz à ... Hz Amplitude: 0,75 mm ou accélération 100 m/s^2 (le moins sévère des deux) Durée totale: 6 h Examen visuel Pour la méthode de montage, voir la spécification particulière Nombre de secousses: ... Accélération: ... m/s^2 Durée d'impulsion: ... ms Pour la méthode de montage, voir la spécification particulière Accélération: ... m/s^2 Durée d'impulsion: ... ms Examen visuel Capacité	Voir Tableau 3 	Etamage satisfaisant comme le prouve l'écoulement fluide de la brasure avec une humidification des bornes ou voir la spécification particulière pour la méthode de la balance de mouillage Marquage lisible Aucune dégradation visible Aucune dégradation visible Aucun dommage visible Marquage lisible $\Delta C/C$ comme en 4.12.4

Tableau 4 (3 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre d'éléments non conformes permis (<i>c</i>) ^c	Performances exigences ^a
Groupe 1	D		Voir Tableau 3	
4.13 Séquence climatique		Préconditionnement particulier comme en 4.2		
4.13.3 Mesure initiale		Capacité		
4.13.4 Chaleur sèche		Température: température maximale de catégorie Durée: 16 h		
4.13.5 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle				
4.13.6 Froid		Température: température de la catégorie inférieure Durée: 2 h		Aucune dégradation visible
4.13.7 Basse pression d'air (si exigé par la spécification particulière)		Examen visuel Pression d'air: 8 kPa		
4.13.7.4 Inspection intermédiaire		Examen visuel		Ni claquage ni contournement
4.13.8 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants		Rétablissement: 24 h ± 2 h		
4.13.8.4 Mesures finales		Examen visuel		Aucun dommage visible Marquage lisible
		Capacité		$\Delta C/C$ comme dans 4.13.8.4
		Tangente de l'angle de perte		Selon 4.13.8.4
		Résistance d'isolement		Selon 4.13.8.4
Groupe 2	D		Voir Tableau 3	
4.14 Chaleur humide, régime permanent		Préconditionnement particulier comme en 4.2		
4.14.3 Mesures initiales		Capacité		
		Rétablissement: 24 h ± 2 h		
4.14.6 Mesures finales		Examen visuel		Aucun dommage visible Marquage lisible
		Capacité		$\Delta C/C$ comme en 4.14.6
		Tangente de l'angle de perte		Comme en 4.14.6
		Résistance d'isolement		Comme en 4.14.6

Tableau 4 (4 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre d'éléments non conformes permis (<i>c</i>) ^c	Performances exigences ^a
Groupe 3 4.15 Endurance 4.15.3 Mesure initiale 4.15.6 Mesures finales	D	Préconditionnement particulier comme en 4.2 Tension: V Durée: h Capacité Rétablissement: 24 h ± 2 h Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	Voir Tableau 3 ↓	Aucun dommage visible Marquage lisible $\Delta C/C$ comme en 4.15.6 Comme en 4.15.6 Comme en 4.15.6
Groupe 4 4.5 Caractéristiques de température de capacité	ND	Préconditionnement particulier comme en 4.2	Voir Tableau 3 ↓	$\Delta C/C$ comme en 4.5.3
^a Les numéros de paragraphe des exigences d'essai et de performances font référence à l'Article 4. ^b Dans ce tableau: D = destructif, ND = non destructif. ^c Critère d'acceptation, non dépassé pour acceptation.				

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

3.5.1 Constitution des lots de contrôle

3.5.1.1 Contrôle des Groupes A et B

Ces essais doivent être effectués sur la base d'essais lot par lot.

Un fabricant peut rassembler la production actuelle en lots de contrôle sous couvert des mesures de protection suivantes:

- Le lot d'inspection doit être constitué de condensateurs de structure similaire (voir 3.2);
- Pour le Groupe A, l'échantillon soumis à un essai doit être constitué de chacune des valeurs et de chacune des dimensions présentes dans le lot d'inspection:
 - en fonction de leur nombre;
 - avec un minimum de cinq de l'une quelconque des valeurs.

Pour le sous-groupe B2, l'échantillon doit inclure des condensateurs de chaque caractéristique de température représentée dans le lot.

- Si l'échantillon contient moins de cinq valeurs, le prélèvement des échantillons doit faire l'objet d'un accord avec le fabricant et l'Organisme de Certification (OC).

3.5.1.2 Contrôle du groupe C

Ces essais doivent être effectués de façon périodique.

Les échantillons doivent être représentatifs de la production actuelle pour les périodes spécifiées et doivent être divisés en hautes, moyennes et basses valeurs de capacité. Pour les périodes suivantes, les essais doivent porter sur différentes valeurs assignées de tension et valeurs de capacité en production pour couvrir toute la gamme.

3.5.2 Programme d'essai

Le programme pour les essais lot par lot et périodiques pour le contrôle de conformité de la qualité est donné à l'Article 2, dans le Tableau 5 de la spécification particulière-cadre.

3.5.3 Livraison différée

Si, conformément aux procédures de Q.10 de l'IEC 60384-1:2008, une autre inspection doit être effectuée, la brasabilité et la capacité doivent être contrôlées comme cela est spécifié dans l'inspection des groupes A et B.

3.5.4 Niveaux d'assurance de la qualité

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

Tableau 5 – Inspection lot par lot

Sous-groupe d'inspection ^c	EZ		
	IL	<i>n</i>	<i>c</i>
A0	100 % ^a		
A1	S-4	<i>b</i>	0
A2	S-3	<i>b</i>	0
B1	S-3	<i>b</i>	0
B2	S-2	<i>b</i>	0
IL = niveau d'inspection (<i>inspection level</i>); <i>n</i> = taille de l'échantillon; <i>c</i> = nombre admissible d'éléments non conformes. ^a Le contrôle doit avoir lieu après le retrait des éléments non conformes par les essais à 100 % au cours du processus de fabrication. Que le lot ait été ou non accepté, tous les échantillons pour inspection des échantillons doivent être inspectés afin de surveiller le niveau de qualité en sortie par nombre d'éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$). Le niveau d'échantillonnage doit être établi par le fabricant, de préférence conformément à l'IEC 61193-2:2007, Annexe A. Si un échantillon contient un ou plusieurs éléments non conformes, ce lot doit être rejeté; mais tous les éléments non conformes doivent être comptés pour le calcul des valeurs de niveau de la qualité. Le niveau de qualité obtenu en donnant les éléments non conformes en valeurs de pourcentage par million ($\times 10^{-6}$) doit être calculé en cumulant les données de contrôle, selon la méthode fournie dans l'IEC 61193-2:2007, 6.2. ^b Nombre à soumettre à l'essai: Le nombre d'échantillons doit être déterminé conformément à l'IEC 61193-2:2007, 4.3.2. ^c Le contenu du sous-groupe d'inspection est décrit à l'Article 2 de la spécification particulière-cadre applicable.			

Tableau 6 – Essais périodiques

Sous-groupe d'inspection ^a	EZ		
	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>c</i>
C1A	6	9	0
C1B	6	18	0
C1	6	27	0
C2	6	15	0
C3	3	15	0
C4	12	9	0
<i>p</i> = périodicité en mois; <i>n</i> = taille de l'échantillon; <i>c</i> = nombre admissible d'éléments non conformes. ^a Le contenu du sous-groupe d'inspection est décrit à l'Article 2 de la spécification particulière-cadre applicable.			

4 Procédures d'essai et de mesure

4.1 Généralités

Cet article complète les informations données à l'Article 4 de l'IEC 60384-1:2008.

4.2 Préconditionnement particulier

Sauf indication contraire de la spécification particulière, le preconditionnement particulier lorsqu'il est spécifié dans cette spécification intermédiaire avant un essai ou une séquence d'essais, doit être effectué dans les conditions suivantes: Exposition à la température maximale de catégorie ou à une température supérieure, telle qu'elle peut figurer dans la spécification particulière, pendant 1 heure, suivie par le rétablissement pendant 24 heures $\pm$ 1 heure dans les conditions atmosphériques normales pour les essais.

NOTE Les condensateurs de classe 2 perdent leur capacité en continu avec le temps selon une loi logarithmique (c'est ce que l'on désigne par vieillissement). Toutefois, si le condensateur est chauffé à une température supérieure au point de Curie, une "régénération" se produit, c'est-à-dire que la capacité perdue du fait du "vieillissement" est récupérée et que le "vieillissement" reprend à partir du moment où le condensateur refroidit.

L'objet du preconditionnement particulier est d'amener le condensateur à une étape définie, quel que soit son historique antérieur (voir Article A.4 pour plus d'informations).

4.3 Examen visuel et contrôle des dimensions

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.4.

4.4 Essais électriques

4.4.1 Capacité

4.4.1.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.7, avec les détails suivants:

4.4.1.2 Conditions de mesure

La capacité doit être mesurée conformément au Tableau 7 et aux détails suivants:

Tableau 7 – Conditions de mesure

Sous-classe	Tension de mesure	Tension de référence ^a
2B, 2C, 2X	$1,0 \pm 0,2 \text{ V}$	$1,0 \pm 0,02 \text{ V}$
2D, 2E, 2F, 2R	$0,3 \pm 0,2 \text{ V}$ ou comme indiqué dans la spécification particulière	$0,3 \pm 0,02 \text{ V}$ ou comme indiqué dans la spécification particulière
^a En cas de litige sur les résultats des mesures, la tension de référence est appliquée.		

Fréquence: $C_N < 100 \text{ pF}$ $f = 1 \text{ MHz}$ sauf indication contraire dans la spécification particulière

$C_N \geq 100 \text{ pF}$ $f = 1 \text{ kHz} \pm 20 \%$ à des fins de mesure et
1 kHz pour les essais de référence.

4.4.1.3 Exigences

La valeur de la capacité doit correspondre à la valeur assignée en tenant compte de la tolérance spécifiée.

S'agissant des mesures de référence, la valeur de capacité doit être la valeur extrapolée à une durée de vieillissement de 1 000 heures, sauf indication contraire dans la spécification particulière (voir les explications dans l'Annexe A).

Si l'on applique une durée de vieillissement autre que 1 000 h, celle-ci peut être indiquée dans la spécification particulière.

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

4.4.2.1 Généralités

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

4.4.2.2 Conditions de mesure

Voir 4.4.1.

4.4.2.3 Précision

La précision des instruments de mesure doit être telle que l'erreur de mesure ne dépasse pas 0,001.

4.4.2.4 Exigences

La tangente de l'angle de perte ne doit pas dépasser 0,035; une valeur inférieure peut être donnée dans la spécification particulière.

4.4.3 Résistance d'isolement (R_i)

4.4.3.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.5, avec les détails suivants:

4.4.3.2 Conditions de mesure

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.5.2, avec les détails suivants:

Pour $U_R < 100$ V, la tension de mesure peut prendre n'importe quelle valeur ne dépassant pas U_R , la tension de référence étant U_R .

La tension doit être appliquée immédiatement à la valeur spécifiée pendant 1 minute $\pm$ 5 secondes pour les essais d'homologation et les essais périodiques (Groupe C). Pour les essais lot par lot (Groupe A), l'essai peut durer moins longtemps, si la valeur de la résistance d'isolement exigée est atteinte.

Le produit de la résistance interne de la source de tension et de la capacité nominale du condensateur ne doit pas dépasser 1 seconde, sauf prescription contraire figurant dans la spécification particulière.

Le courant de charge ne doit pas dépasser 0,05 A.

La résistance d'isolement (R_i) doit être mesurée à la fin de la période de 1 minute.

4.4.3.3 Exigences

La résistance d'isolation (R_i) doit satisfaire aux exigences données dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Exigences relatives à la résistance d'isolement

Modèle	Points de mesure	$C_N \leq 25$ nF	$C_N > 25$ nF
		R_i	$R_i \times C_N$
Isolé	1a et 1c	$\geq 4\,000$ M Ω	≥ 100 s
Non isolé	1a		

4.4.4 Tenue en tension

4.4.4.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.6, avec les détails suivants:

4.4.4.2 Conditions d'essai

Le produit de R_i et de la capacité nominale C_x doit être inférieur ou égal à 1 seconde.

Le courant de charge ne doit pas dépasser 0,05 A.

4.4.4.3 Tension d'essai

Les tensions du Tableau 9 doivent être appliquées entre les points de mesures du Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2008, pendant une période de 1 minute pour les essais d'homologation et pendant une période de 1 seconde pour les essais de conformité de la qualité lot par lot.

Tableau 9 – Tensions d'essai

Type	Tension assignée V	Tension d'essai V
Condensateurs en céramique multicouches	$U_R \leq 100$	$2,5 U_R$
	$100 < U_R \leq 200$	$1,5 U_R + 100$
	$200 < U_R \leq 500$	$1,3 U_R + 100$
	$500 < U_R$	$1,3 U_R$
Autres	$U_R \leq 500$	$2,5 U_R$
	$U_R > 500$	$1,5 U_R + 500$
NOTE Si $U_R > 500$ V, la tension d'essai pour l'Essai C (isolation externe) est $1,5 U_R + 500$ V ou comme indiqué dans la spécification particulière.		

4.4.4.4 Exigence

Il ne doit se produire ni claquage ni contournement pendant l'essai.

4.5 Caractéristiques de température de capacité**4.5.1 Préconditionnement particulier**

Voir 4.2.

4.5.2 Conditions de mesure

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.24.1.2 et 4.24.1.3, avec le Tableau 10.

Tableau 10 – Détails des conditions de mesure

Etape de mesure	Température °C	Application de tension continue
1	20 ± 2	-
2	$T_A \pm 3$	-
3	20 ± 2	-
4	$T_B \pm 2$	-
5	$T_B \pm 2$	x
6	20 ± 2	x
7	$T_A \pm 3$	x
8	20 ± 2	-

NOTE 1 "-" indique: aucune tension CC appliquée.

"x" indique: tension CC appliquée (si spécifié dans la spécification particulière)

NOTE 2 Des températures de mesure intermédiaires sont utilisées en garantissant les exigences de 2.2.5.

NOTE 3 La capacité de référence est la capacité mesurée à l'Etape 3.

NOTE 4 En raison des effets décrits dans la Note en 4.2, les valeurs de capacité mesurées à la référence de température, Etapes 5 à 7, comportant l'application de tension continue, sont fonction du temps. Cette dépendance au temps est comprise dans les limites données pour la variation de capacité. La variation de capacité entre la première et la dernière mesure à la référence de température, Etapes 1 et 8, indique l'importance du vieillissement concerné. En cas de litige au sujet des résultats des mesures avec l'application de la tension continue, il est conseillé de convenir d'un intervalle de temps fixe entre les mesures à la référence de température, Etapes 5 et 7 avec application de la tension continue (voir IEC 60384-1:2008, 4.24.1.3).

^a T_A = Température minimale de catégorie.

^b T_B = Température maximale de catégorie.