

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



---

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –  
Part 23: Sectional specification – Fixed metallized polyethylene naphthalate film  
dielectric surface mount d.c. capacitors**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –  
Partie 23: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour montage en  
surface pour courant continu à diélectrique en film de polynaphtalate d'éthylène  
métallisé**



## 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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](mailto: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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](mailto:csc@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –  
Part 23: Sectional specification – Fixed metallized polyethylene naphthalate film  
dielectric surface mount d.c. capacitors**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –  
Partie 23: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour montage en  
surface pour courant continu à diélectrique en film de polynaphtalate d'éthylène  
métallisé**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.060.10

ISBN 978-2-8322-2647-6

**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 Information for marking .....	9
1.6.3 Marking of capacitors .....	9
1.6.4 Marking on packaging .....	10
2 Preferred ratings and characteristics .....	10
2.1 Preferred characteristics .....	10
2.1.1 Preferred climatic categories .....	10
2.2 Preferred values of ratings .....	10
2.2.1 Nominal capacitance ( $C_N$ ) .....	10
2.2.2 Tolerance on nominal capacitance .....	10
2.2.3 Rated voltage ( $U_R$ ) .....	10
2.2.4 Category voltage ( $U_C$ ) .....	11
2.2.5 Rated temperature .....	11
3 Quality assessment procedures .....	11
3.1 Primary stage of manufacture .....	11
3.2 Structurally similar components .....	11
3.3 Certified test records of released lots .....	11
3.4 Qualification approval procedures .....	11
3.4.1 General .....	11
3.4.2 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure .....	12
3.5 Quality conformance inspection .....	19
3.5.1 Formation of inspection lots .....	19
3.5.2 Test schedule .....	20
3.5.3 Delayed delivery .....	20
3.5.4 Assessment levels .....	20
4 Test and measurement procedures .....	21
4.1 Mounting .....	21
4.2 Visual examination and check of dimensions .....	21
4.2.1 General .....	21
4.2.2 Visual examination and check of dimensions .....	21
4.2.3 Requirements .....	21
4.3 Electrical tests .....	21
4.3.1 Voltage proof .....	21

4.3.2	Capacitance .....	22
4.3.3	Tangent of loss angle ( $\tan \delta$ ) .....	22
4.3.4	Insulation resistance .....	23
4.4	Shear test .....	24
4.5	Substrate bending test .....	24
4.5.1	General .....	24
4.5.2	Initial measurement .....	24
4.5.3	Final inspections and requirements .....	24
4.6	Resistance to soldering heat .....	25
4.6.1	General .....	25
4.6.2	Initial inspections .....	25
4.6.3	Test conditions .....	25
4.6.4	Recovery .....	25
4.6.5	Final inspections and requirements .....	25
4.7	Solderability .....	25
4.7.1	General .....	25
4.7.2	Test conditions .....	25
4.7.3	Final inspections and requirements .....	25
4.8	Rapid change of temperature .....	25
4.8.1	General .....	25
4.8.2	Initial inspections .....	26
4.8.3	Test conditions .....	26
4.8.4	Final inspections and requirements .....	26
4.9	Climatic sequence .....	26
4.9.1	General .....	26
4.9.2	Initial measurements .....	26
4.9.3	Dry heat .....	26
4.9.4	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle .....	26
4.9.5	Cold .....	26
4.9.6	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles .....	26
4.9.7	Recovery .....	26
4.9.8	Final inspections and requirements .....	27
4.10	Damp heat, steady state .....	27
4.10.1	General .....	27
4.10.2	Initial inspections .....	27
4.10.3	Test conditions .....	27
4.10.4	Recovery .....	27
4.10.5	Final inspections and requirements .....	27
4.11	Endurance .....	27
4.11.1	General .....	27
4.11.2	Initial inspections .....	27
4.11.3	Test conditions .....	27
4.11.4	Final inspections and requirements .....	28
4.12	Charge and discharge .....	28
4.12.1	General .....	28
4.12.2	Initial inspections .....	28
4.12.3	Test conditions .....	28
4.12.4	Recovery .....	29
4.12.5	Final inspections and requirements .....	29

4.13	Component solvent resistance (if required) .....	29
4.14	Solvent resistance of marking (if required) .....	29
	Bibliography.....	30
Table 1	– Percentage limit of the rated voltage at a.c. voltage frequency .....	11
Table 2	– Test and sampling plan for qualification approval Assessment level EZ .....	13
Table 3	– Test schedule for qualification approval.....	14
Table 4	– Lot-by-lot inspection .....	20
Table 5	– Periodic tests .....	21
Table 6	– Test voltages.....	22
Table 7	– Tangent of loss angle limits .....	23
Table 8	– Requirements regarding insulation resistance .....	24
Table 9	– Correction factor dependent on test temperature .....	24
Table 10	– Endurance test Grade 1 and Grade 2 capacitors .....	28
Table 11	– Endurance test Grade 3 capacitors.....	28

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –****Part 23: Sectional specification – Fixed metallized polyethylene naphthalate film dielectric surface mount d.c. capacitors**

## 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 60384-23 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2005 and constitutes a technical revision.

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

- a) Revised all parts of the document based on the ISO/IEC Directives, Part 2:2011 (sixth edition) and harmonization between other similar kinds of documents.
- b) Revised tables and Clause 4 so as to prevent duplications and contradictions.

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

FDIS	Report on voting
40/2349/FDIS	40/2376/RVD

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

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

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

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.

## **FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**

### **Part 23: Sectional specification – Fixed metallized polyethylene naphthalate film dielectric surface mount d.c. capacitors**

## **1 General**

### **1.1 Scope**

This part of IEC 60384 is applicable to fixed surface mount capacitors for direct current, with metallized electrodes and polyethylene naphthalate dielectric for use in electronic equipment. These capacitors have metallized connecting pads or soldering strips and are intended to be mounted directly onto substrates for hybrid circuits or onto printed boards. These capacitors may have "self-healing properties" depending on conditions of use. They are primarily intended for applications where the a.c. component is small with respect to the rated voltage.

Capacitors for radio interference suppression are not included, they 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, 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, lower performance levels are not permitted.

### **1.3 Normative references**

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

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

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

IEC 60384-1:2008, *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, *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.

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

- width, length and height.

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

- width, length and spacing.

When necessary, for example when a number of items (sizes and capacitance/voltage ranges) is covered by a detail specification, the dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

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

#### **1.4.3 Mounting**

The detail specification shall give guidance on methods of mounting for normal use. Mounting for test and measurement purposes (when required) shall be in accordance with 4.1.

#### **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 specification, together with the following.

##### **1.4.4.2 Nominal capacitance range**

See 2.2.1.

When products approved to the detail specification have different nominal capacitance ranges, the following statement should be added: "The nominal capacitance range available in each voltage range is given on the IEC online service, [www.iecq.org/certificates](http://www.iecq.org/certificates)."

##### **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 terms and definitions given in IEC 60384-1:2008, as well as the following apply.

#### 1.5.1

##### **performance grade 1 capacitors**

<long-life> capacitors for long-life applications with stringent requirements for the electrical parameters

#### 1.5.2

##### **performance grade 2 capacitors**

<general purpose> capacitors for general application where the stringent requirements for grade 1 capacitors are not necessary

#### 1.5.3

##### **performance grade 3 capacitors**

<low temperature, miniature type> miniature type capacitors having a rated temperature of 85 °C and for which less stringent requirements than for grade 2 capacitors are acceptable

### 1.6 Marking

#### 1.6.1 General

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

#### 1.6.2 Information for marking

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:

- a) nominal capacitance (in clear or code according to IEC 60062);
- b) rated voltage (d.c. voltage may be indicated by the symbol  $\text{---}$  or  $\text{—}$ );
- c) tolerance on nominal capacitance;
- d) category voltage;
- e) year and month (or week) of manufacture;
- f) manufacturer's name or trade mark;
- g) climatic category;
- h) manufacturer's type designation;
- i) reference to the detail specification.

NOTE In item b) the first symbol has been taken from IEC 60417-5031:2002-10, symbol for "Direct current".

#### 1.6.3 Marking on capacitors

Marking on capacitors is made when necessary.

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

#### **1.6.4 Marking on packaging**

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

## **2 Preferred ratings and characteristics**

### **2.1 Preferred characteristics**

The values given in detail specifications shall preferably be selected from the following.

#### **2.1.1 Preferred climatic categories**

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

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

Lower category temperature:  $-55\text{ °C}$ ,  $-40\text{ °C}$  and  $-25\text{ °C}$ .

Upper category temperature:  $+85\text{ °C}$  (only grade 3);  $+100\text{ °C}$ ,  $+125\text{ °C}$  and  $+155\text{ °C}$ .

Duration of the damp heat, steady state test: 4, 10, 21 and 56 days.

With continuous operation at  $125\text{ °C}$  in excess of the endurance test time, accelerated ageing has to be considered (see detail specification).

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

### **2.2 Preferred values of ratings**

#### **2.2.1 Nominal capacitance ( $C_N$ )**

Preferred values of nominal capacitance shall be taken from the E6 series of IEC 60063:

1,0 – 1,5 – 2,2 – 3,3 – , 4,7 and 6,8 and their decimal multiples ( $\times 10^n$ ,  $n$ : integer).

If other values are required they shall preferably be chosen from the E12 series.

#### **2.2.2 Tolerance on nominal capacitance**

The preferred tolerances on the nominal capacitance are  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  and  $\pm 20\%$ .

#### **2.2.3 Rated voltage ( $U_R$ )**

The preferred values of rated voltage taken from R 10 series of ISO 3 are:

1,0 – 1,6 – 2,5 – 4,0 – 5,0 – 6,3 and their decimal multiples ( $\times 10^n$ ,  $n$ : integer).

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 a.c. voltage should not exceed the percentages of the rated voltage at the frequencies stated in Table 1, unless otherwise specified in the detail specification.

**Table 1 – Percentage limit of the rated voltage at a.c. voltage frequency**

AC voltage frequency Hz	Percentage limit of the rated voltage %
50	20
100	15
1 000	3
10 000	1

#### 2.2.4 Category voltage ( $U_C$ )

The category voltage for Grade 1 and Grade 2 capacitors is:

- for upper category temperature 125 °C:  $0,8 U_R$ ;
- for upper category temperature 155 °C:  $0,5 U_R$ ;

and for Grade 3 capacitors is:

- for upper category temperature 100 °C:  $0,8 U_R$ ;
- for upper category temperature 125 °C:  $0,5 U_R$ .

#### 2.2.5 Rated temperature

Grade 1 and Grade 2 capacitors:

the standard value of rated temperature is 100 °C.

Grade 3 capacitors:

the standard value of rated temperature is 85 °C.

### 3 Quality assessment procedures

#### 3.1 Primary stage of manufacture

The primary stage of manufacture is the winding of the capacitor element or the equivalent operation.

#### 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 capacitance and voltage 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 required parameters are the capacitance,  $\tan \delta$  and the insulation resistance.

#### 3.4 Qualification approval procedures

##### 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 below.

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

#### **3.4.2.1 Sampling**

The fixed sample size procedure is described in IEC 60384-1:2008, Q.5.3, list item b). The sample shall be representative of the range of capacitors for which approval is sought. The sample may be the whole or part of the range given in the detail specification.

The sample shall consist of four specimens having the maximum and minimum rated voltages, and, for these voltages, the maximum and minimum capacitances. 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 which may be used as replacements for specimens which are non-conforming because of incidents not attributable to the manufacturer.

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

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

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

#### **3.4.2.2 Tests**

The complete series of tests specified in Table 2 and Table 3 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.

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

Table 2 and Table 3 together form the fixed sample size test schedule for the qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure.

Table 2 gives the number of the samples and permissible non-conforming items for each test and test group.

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

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

**Table 2 – Test and sampling plan for qualification approval  
Assessment level EZ**

Group No.	Test	Subclause of this publication	Number of specimens <i>n</i> <sup>a</sup>	Permissible number of non-conforming items <i>c</i>
0	Visual examination	4.2	144	0
	Dimensions	4.2		
	Capacitance	4.3.2		
	Tangent of loss angle	4.3.3		
	Voltage proof	4.3.1		
	Insulation resistance	4.3.4		
	Spare specimens		12	
1A	Resistance to soldering heat	4.6	12	0
	Component solvent resistance <sup>b</sup>	4.13		
1B	Solderability	4.7	12	0
	Solvent resistance of the marking <sup>b</sup>	4.14		
2	Substrate bending test	4.5	12	0
3	Mounting	4.1	108	<sup>c</sup>
	Visual examination	4.2.1		
	Capacitance	4.3.2		
	Tangent of loss angle	4.3.3		
	Insulation resistance	4.3.4		
3.1	Shear test	4.4	24	0
	Rapid change of temperature	4.8		
	Climatic sequence	4.9		
3.2	Damp heat, steady state	4.10	24	0
3.3	Endurance	4.11	36	0
3.4	Charge and discharge	4.12	24	0
<sup>a</sup> Capacitance/voltage combinations, see 3.4.2.				
<sup>b</sup> If required by the detail specification.				
<sup>c</sup> Specimens found defective after mounting shall not be taken into account when calculating the permissible non-conforming items for the following tests. They shall be replaced by spare parts.				

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

Subclause number and test <sup>a</sup> , inspection items	D or ND <sup>b</sup>	Conditions of test <sup>a</sup> and measurements	Number of specimens ( <i>n</i> ) and number of permissible non-conforming items ( <i>c</i> )	Performance requirements <sup>a</sup>
<b>Group 0</b> 4.2.2 Visual examination 4.2 Dimensions (detail) 4.3.2 Capacitance 4.3.3 Tangent of loss angle 4.3.1 Voltage proof 4.3.4 Insulation resistance	ND	As in 4.2.2  As in 4.3.2.2 As in 4.3.3.2 As in 4.3.1.2 and 4.3.1.3 As in 4.3.4.2	See Table 2	As in 4.2.3 See detail specification Within specified tolerance As in 4.3.3.3 As in 4.3.1.4 As in 4.3.4.3
<b>Group 1A</b> 4.6 Resistance to soldering heat 4.6.2 Initial inspections Capacitance 4.6.4 Recovery 4.6.5 Final inspections Visual examination Capacitance 4.13 Component solvent resistance <sup>c, e</sup>	D	As in 4.6.3  As in 4.6.2  As in 4.6.4  As in 4.6.5  As in 4.13 Method 2	See Table 2	As in 4.6.5  $ \Delta C/C  \leq 3\%$ for Grade 1 and Grade 2 $\leq 5\%$ for Grade 3 of the value measured in 4.6.2 As in 4.13

**Table 3** (2 of 6)

Subclause number and test <sup>a</sup> , inspection items	D or ND <sup>b</sup>	Conditions of test <sup>a</sup> and measurements	Number of specimens ( <i>n</i> ) and number of permissible non-conforming items ( <i>c</i> )	Performance requirements <sup>a</sup>
<b>Group 1B</b>	D		See Table 2	
4.7 Solderability		As in 4.7.2		
4.7.3 Final inspections Visual examination		As in 4.7.3		As in 4.7.3
4.14 Solvent resistance of the marking <sup>c, e</sup>		As in 4.14 Method 1		Legible marking As in 4.14
<b>Group 2</b>	D		See Table 2	
4.5 Substrate bending test		See IEC 60384-1:2008,4.35		
4.5.2 Initial inspections Capacitance		As in 4.5.2		
4.5. Final inspections Visual examination Capacitance		As in 4.2.2  As in 4.3.2.2		No visible damage  $ \Delta C/C  \leq 2\%$ for Grade 1 and Grade 2 $\leq 5\%$ for Grade 3 of the value measured in 4.5.2.
<b>Group 3</b>	D		See Table 2	
4.1 Mounting		Substrate material: ... <sup>d</sup>		
4.2.2 Final inspections Visual examination Capacitance		As in 4.2.2  As in 4.3.2.2		See detail specification  $ \Delta C/C  \leq 2\%$ of value measured in 4.3.2.
Tangent of loss angle		As in 4.3.3.2		See detail specification.
Insulation resistance		As in 4.3.4.2		See detail specification.

**Table 3 (3 of 6)**

Subclause number and test <sup>a</sup> , inspection items	D or ND <sup>b</sup>	Conditions of test <sup>a</sup> and measurements	Number of specimens ( <i>n</i> ) and number of permissible non-conforming items ( <i>c</i> )	Performance requirements <sup>a</sup>
<b>Group 3.1</b>	D		See Table 2	
4.4 Shear test		As in 4.4		
4.8 Rapid change of temperature		As in 4.8.3 $T_L$ = Lower category temperature $T_U$ = Upper category temperature		
4.8.2 Initial inspections Capacitance Tangent of loss angle		As in 4.8.2		
4.8.4 Final inspections Visual examination Capacitance Tangent of loss angle		As in 4.2.2  As in 4.3.2.2 As in 4.3.3.2		No visible damage  See detail specification See detail specification
4.9 Climatic sequence				
4.9.2 Initial inspections Capacitance Tangent of loss angle		As in 4.9.2		
4.9.3 Dry heat		As in 4.9.3 Temperature: upper category temperature Duration: 16 h		
4.9.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle		As in 4.9.4		
4.9.5 Cold		As in 4.9.5 Temperature: lower category temperature Duration: 2 h		
4.9.6 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles		As in 4.9.6		
4.9.7 Recovery		As in 4.9.7		

Table 3 (4 of 6)

Subclause number and test <sup>a</sup> , inspection items	D or ND <sup>b</sup>	Conditions of test <sup>a</sup> and measurements	Number of specimens ( <i>n</i> ) and number of permissible non-conforming items ( <i>c</i> )	Performance requirements <sup>a</sup>
4.9.8 Final inspections Visual examination Capacitance Tangent of loss angle: at 10 kHz for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ at 1 kHz for $C_N > 1 \mu\text{F}$ Insulation resistance		As in 4.2.2 As in 4.3.2.2 As in 4.3.3.4 As in 4.3.3.2 As in 4.3.4.2		No visible damage Legible marking $ \Delta C/C  \leq 3\%$ for Grade 1 and Grade 2 $\leq 5\%$ for Grade 3 of the value measured in 4.9.2 Increase of $\tan \delta$ : $\leq 0,0025$ for Grade 1 $\leq 0,004$ for Grade 2 $\leq 0,007$ for Grade 3 compared to values measured in 4.9.2 $\leq 0,003$ for Grade 1 $\leq 0,005$ for Grade 2 $\leq 0,007$ for Grade 3 compared to values measured in 4.9.2 $\geq 50\%$ of values in 4.3.4.3 for Grade 1 and Grade 2 $\geq 25\%$ of values in 4.3.4.3 for Grade 3
<b>Group 3.2</b> 4.10 Damp heat, steady state 4.10.2 Initial inspections Capacitance Tangent of loss angle 4.10.4 Recovery 4.10.5 Final inspections Visual examination Capacitance	D	As in 4.10.3 As in 4.10.2 As in 4.10.4 As in 4.2.2 As in 4.3.2.2	See Table 2	No visible damage $ \Delta C/C  \leq 7\%$ for Grade 1 and Grade 2 $\leq 10\%$ for Grade 3 of the values measured in 4.10.2

**Table 3 (5 of 6)**

Subclause number and test <sup>a</sup> , inspection items	D or ND <sup>b</sup>	Conditions of test <sup>a</sup> and measurements	Number of specimens ( <i>n</i> ) and number of permissible non-conforming items ( <i>c</i> )	Performance requirements <sup>a</sup>
<p>Tangent of loss angle at 1 kHz</p> <p>Insulation resistance</p>	D	<p>As in 4.3.3.2</p> <p>As in 4.3.4.2</p>		<p>Increase of tan <math>\delta</math>:</p> <p><math>\leq 0,005</math> for Grade 1 and Grade 2</p> <p><math>\leq 0,007</math> for Grade 3 compared to values measured in 4.10.2</p> <p><math>\geq 50</math> % of values in 4.3.4.3 for Grade 1 and Grade 2</p> <p><math>\geq 25</math> % of values in 4.3.4.3 for Grade 3</p>
<p><b>Group 3.3</b></p> <p>4.11 Endurance</p> <p>4.11.2 Initial inspections</p> <p>Capacitance</p> <p>Tangent of loss angle</p> <p>4.11.4 Final inspections</p> <p>Visual examination</p> <p>Capacitance</p> <p>Tangent of loss angle:</p> <p>at 10 kHz for <math>C_N \leq 1 \mu\text{F}</math></p> <p>at 1 kHz for <math>C_N &gt; 1 \mu\text{F}</math></p> <p>Insulation resistance</p>	D	<p>As in 4.11.3</p> <p>As in 4.11.2</p> <p>As in 4.2.2</p> <p>As in 4.3.2.2</p> <p>As in 4.3.3.4</p> <p>As in 4.3.3.2</p> <p>As in 4.3.4.2</p>	See Table 2	<p>No visible damage</p> <p>Legible marking</p> <p><math> \Delta C/C  \leq 5</math> % for Grade 1</p> <p><math>\leq 8</math> % for Grade 2 and Grade 3 of the values measured in 4.11.2</p> <p>Increase of tan <math>\delta</math>:</p> <p><math>\leq 0,003</math> for Grade 1</p> <p><math>\leq 0,005</math> for Grade 2</p> <p><math>\leq 0,007</math> for Grade 3 compared to values measured in 4.11.2.</p> <p><math>\leq 0,002</math> for Grade 1</p> <p><math>\leq 0,003</math> for Grade 2</p> <p><math>\leq 0,005</math> for Grade 3 compared to values measured in 4.11.2</p> <p><math>\geq 50</math> % of values in 4.3.4.3 for Grade 1 and Grade 2</p> <p><math>\geq 25</math> % of values in 4.3.4.3 for Grade 3</p>
<p><b>Group 3.4</b></p> <p>4.12 Charge and discharge</p> <p>4.12.2 Initial inspections</p> <p>Capacitance</p> <p>Tangent of loss angle</p>	D	<p>As in 4.12.3</p> <p>As in 4.12.2</p>	See Table 2	

**Table 3 (6 of 6)**

Subclause number and test <sup>a</sup> , inspection items	D or ND <sup>b</sup>	Conditions of test <sup>a</sup> and measurements	Number of specimens ( <i>n</i> ) and number of permissible non-conforming items ( <i>c</i> )	Performance requirements <sup>a</sup>
4.12.4 Recovery 4.12.5 Final inspections Capacitance  Tangent of loss angle: at 10 kHz for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$  at 1 kHz for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$  Insulation resistance		As in 4.12.4 As in 4.3.2.2  As in 4.3.3.4 As in 4.3.3.2 As in 4.3.4.2		$ \Delta C/C  \leq 5\%$ for Grade 1 $\leq 8\%$ for Grade 2 $\leq 10\%$ for Grade 3 of the values measured in 4.12.2  Increase of $\tan \delta$ :  $\leq 0,003$ for Grade 1 $\leq 0,005$ for Grade 2 $\leq 0,007$ for Grade 3  $\leq 0,002$ for Grade 1 $\leq 0,003$ for Grade 2 $\leq 0,005$ for Grade 3 compared to values measured in 4.12.2  $\geq 50\%$ of values in 4.3.4.3 for Grade 1 and Grade 2 $\geq 25\%$ of values in 4.3.4.3 for Grade 3
<p><sup>a</sup> Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4.</p> <p><sup>b</sup> In this table: D = destructive, ND = non-destructive.</p> <p><sup>c</sup> This test may be carried out on surface mount capacitors mounted on a substrate.</p> <p><sup>d</sup> When different substrate materials are used for the individual groups of 3.1 to 3.4, the detail specification should indicate which substrate material is used in the groups 3.1 to 3.4.</p> <p><sup>e</sup> If required.</p>				

### 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);
- the sample tested shall be representative of the values and dimensions contained in the inspection lot:
  - in relation to their number;
  - with a minimum of five of any one value.
- 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 a certification body (CB).

##### 3.5.1.2 Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

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

**3.5.2 Test schedule**

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

**3.5.3 Delayed delivery**

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

**3.5.4 Assessment levels**

The assessment level EZ is stated in Table 4 and Table 5.

**Table 4 – Lot-by-lot inspection**

Inspection subgroup <sup>b</sup>	EZ		
	IL <sup>a</sup>	<i>n</i> <sup>a</sup>	<i>c</i> <sup>a</sup>
A0	100 % <sup>c</sup>		
A1	S-4	<i>d</i>	0
A2	S-3	<i>d</i>	0
B1	S-3	<i>d</i>	0
B2	S-3	<i>d</i>	0

<sup>a</sup> IL = inspection level  
*n* = sample size  
*c* = permissible number of non-conforming items

<sup>b</sup> The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the blank detail specification.

<sup>c</sup> The inspection shall be performed after removal of non-conforming items by 100 % testing during the manufacturing process. The sampling level shall be established by the manufacturer, preferably according to IEC 61193-2:2007, Annex A.  
 Whether the lot was accepted or not, all samples for sampling inspection shall be inspected in order to monitor outgoing quality level by non-conforming items per million ( $\times 10^{-6}$ ).  
 In case one or more non-conforming items occur in a sample, this lot shall be rejected but all non-conforming items shall be counted for the calculation of quality level values.  
 Outgoing quality level by non-conforming items per million ( $\times 10^{-6}$ ) values shall be calculated by accumulating inspection data according to the method given in IEC 61193-2:2007, 6.2.

<sup>d</sup> Number to be tested: Sample size shall be determined according to IEC 61193-2:2007, 4.3.2.

**Table 5 – Periodic tests**

Inspection subgroup <sup>b</sup>	EZ		
	$p^a$	$n^a$	$c^a$
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3.1	6	27	0
C3.2	6	15	0
C3.3	3	15	0
C3.4	6	9	0
<sup>a</sup> $p$ = periodicity in months $n$ = sample size $c$ = permissible number of non-conforming items <sup>b</sup> The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the blank details specification.			

## 4 Test and measurement procedures

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

### 4.1 Mounting

See IEC 60384-1:2008, 4.33.

### 4.2 Visual examination and check of dimensions

#### 4.2.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.4 with the following details:

#### 4.2.2 Visual examination and check of dimensions

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

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

#### 4.2.3 Requirements

The capacitors shall be examined to verify that the materials, design, construction, physical dimensions and workmanship are in accordance with the applicable requirements given in the detail specification.

### 4.3 Electrical tests

#### 4.3.1 Voltage proof

##### 4.3.1.1 General

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

##### 4.3.1.2 Test circuit

Delete the capacitor  $C_1$ .

The product of  $R_1$  and the nominal capacitance of the capacitor under test ( $C_X$ ) shall be smaller than or equal to 1 s and greater than 0,01 s.

$R_1$  includes the internal resistance of the power supply.

$R_2$  shall limit the discharge current to a value equal to or less than 1 A.

#### 4.3.1.3 Test conditions

The voltages given in Table 6 shall be applied between terminals, the measuring points 1a) of IEC 60384-1:2008, Table 3 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 6 – Test voltages**

Measuring point	Test voltage
1a)	Grade 1: 1,6 $U_R$
	Grade 2: 1,4 $U_R$
	Grade 3: 1,4 $U_R$

#### 4.3.1.4 Requirement

There shall be no breakdown or flashover during the test.

NOTE The occurrence of self-healing breakdowns during the application of the test voltages is allowed.

### 4.3.2 Capacitance

#### 4.3.2.1 General

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

#### 4.3.2.2 Measuring conditions

The capacitance shall be measured at, or corrected to, a frequency of 1 000 Hz. For nominal capacitance values  $>10 \mu\text{F}$ , 50 Hz to 120 Hz may be used.

The applied peak voltage at 1 000 Hz shall not exceed 3 % of the rated voltage, and the applied peak voltage at 50 Hz to 120 Hz shall not exceed 20 % of the rated voltage with a maximum of 100 V (70 V r.m.s.)

#### 4.3.2.3 Requirements

The capacitance shall be within the specified tolerance.

### 4.3.3 Tangent of loss angle ( $\tan \delta$ )

#### 4.3.3.1 General

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

#### 4.3.3.2 Measuring conditions for measurements at 1 000 Hz

The test conditions are as follows:

- Frequency: 1 000 Hz;
- Peak voltage:  $\leq 3$  % of the rated voltage;

- Inaccuracy:  $\leq 10 \times 10^{-4}$  (absolute value).

#### 4.3.3.3 Requirement for measurements at 1 000 Hz

Tan  $\delta$  shall not exceed the applicable values shown in Table 7.

**Table 7 – Tangent of loss angle limits**

Nominal capacitance $\mu\text{F}$	Tan $\delta$ (absolute value)		
	Grade 1 capacitors	Grade 2 capacitors	Grade 3 capacitors
$\leq 1$	0,006	0,008	0,010
$> 1$	0,007	0,008	0,010

#### 4.3.3.4 Measuring conditions for measurements at 10 kHz

For capacitors with  $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ , tan  $\delta$  shall be measured as follows when required in Table 2 for certain tests:

- Frequency: 10 kHz;
- Voltage: 1 V r.m.s.;
- Inaccuracy:  $\leq 10 \times 10^{-4}$  (absolute value).

#### 4.3.4 Insulation resistance

##### 4.3.4.1 General

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

##### 4.3.4.2 Measuring conditions

Prior to the test, capacitors shall be carefully cleaned to remove any contamination. Care shall be taken to maintain cleanliness in the test chambers and during post-test measurements.

Before the measurement, the capacitors shall be fully discharged. The product of the resistance of the discharge circuit and the nominal capacitance of the capacitor under test shall be  $\geq 0,01$  s or any other value prescribed in the detail specification.

The measuring voltage shall be in accordance with IEC 60384-1:2008, 4.5.2. The measuring points shall be in accordance with IEC 60384-1:2008, Table 3.

The voltage shall be applied immediately at the correct value through the internal resistance of the voltage source.

The product of the internal resistance and the nominal capacitance of the capacitor shall be smaller than 1 s or any other value prescribed in the detail specification.

##### 4.3.4.3 Requirements

The insulation resistance shall meet the requirements of Table 8.

**Table 8 – Requirements regarding insulation resistance**

Minimum RC product (R = insulation resistance between the terminations, C = nominal capacitance C <sub>N</sub> )				Minimum insulation resistance between the terminations			
s				MΩ			
C <sub>N</sub> > 0,33 μF				C <sub>N</sub> ≤ 0,33 μF			
Rated voltage:							
>100 V		≤100 V		>100 V		≤100 V	
Grade:							
1	2, 3	1	2, 3	1	2, 3	1	2, 3
10 000	400	5 000	400	30 000	1 000	15 000	1 000

When the test is carried out at a temperature other than 20 °C, the result shall, when necessary, be corrected to 20 °C by multiplying the result of the measurement by the appropriate correction factor. In case of doubt, measurement at 20 °C is decisive. The correction factors given in Table 9 can be considered as an average for metallized polyethylene naphthalate film capacitors.

**Table 9 – Correction factor dependent on test temperature**

Temperature °C	Correction factor
15	0,75
20	1,00
23	1,15
27	1,35
30	1,50
35	1,75

**4.4 Shear test**

See IEC 60384-1:2008, 4.34.

**4.5 Substrate bending test**

**4.5.1 General**

See IEC 60384-1:2008, 4.35.

**4.5.2 Initial inspection**

Capacitance shall be measured according to 4.3.2.

**4.5.3 Final inspections and requirements**

The capacitance in the board bending position shall be measured.

The capacitance value and visual examination shall meet the requirements shown in Table 3.

## **4.6 Resistance to soldering heat**

### **4.6.1 General**

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

### **4.6.2 Initial inspection**

The capacitance shall be measured according to 4.3.2.

### **4.6.3 Test conditions**

Test conditions are as follows:

- Method: Method 1 or 2, unless otherwise specified in detail specification;
- Duration: 5 s  $\pm$  0,5 s or 10 s  $\pm$  1 s, unless otherwise specified in detail specification.

If Method 1 is applied, immersion and withdrawal speed shall be 25 mm/s  $\pm$  2,5 mm/s.

### **4.6.4 Recovery**

The recovery period shall be 24 h  $\pm$  2 h.

### **4.6.5 Final inspections and requirements**

After recovery the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the following requirements.

Under normal lighting and approximately 10 $\times$  magnification, there shall be no signs of damage such as cracks.

The capacitance shall be measured according to 4.3.2 and shall meet the requirements given in Table 3.

## **4.7 Solderability**

### **4.7.1 General**

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

### **4.7.2 Test conditions**

The test conditions shall be specified in the detail specification. Preconditioning or ageing, is not required, unless otherwise specified in the detail specification.

### **4.7.3 Final inspections and requirements**

The capacitor shall then be visually examined under normal lighting and approximately 10 $\times$  magnification. There shall be no signs of damage.

The areas to be soldered shall be covered with a smooth and bright solder coating with no more than a small amount of scattered imperfections such as pinholes or un-wetted or de-wetted areas. These imperfections shall not be concentrated in one area.

## **4.8 Rapid change of temperature**

### **4.8.1 General**

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

The capacitors shall be mounted according to 4.1.

#### **4.8.2 Initial inspections**

The capacitance shall be measured according to 4.3.2.

The tangent of loss angle shall be measured according to 4.3.3.

#### **4.8.3 Test conditions**

Test conditions are as follows:

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

#### **4.8.4 Final inspections and requirements**

The capacitors shall be visually examined and shall meet the requirements given in Table 3.

### **4.9 Climatic sequence**

#### **4.9.1 General**

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

The capacitors shall be mounted according to 4.1.

#### **4.9.2 Initial inspections**

The capacitance shall be measured according to 4.3.2.

The tangent of loss angle shall be measured according to 4.3.3.

#### **4.9.3 Dry heat**

See IEC 60384-1:2008, 4.21.2.

#### **4.9.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle**

See IEC 60384-1:2008, 4.21.3.

#### **4.9.5 Cold**

See IEC 60384-1:2008, 4.21.4.

#### **4.9.6 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles**

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

Within 15 min after removal from the damp heat test, the rated voltage shall be applied for 1 min at measuring point 1a) using the test circuit conditions as given in 4.3.1.

#### **4.9.7 Recovery**

The recovery period shall be 1 h to 2 h, unless otherwise specified in the detail specification.

#### **4.9.8 Final inspections and requirements**

After recovery, the surface mount capacitors shall be visually examined and measured and meet the requirements given in Table 3.

#### **4.10 Damp heat, steady state**

##### **4.10.1 General**

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

The capacitors shall be mounted according to 4.1.

##### **4.10.2 Initial inspections**

The capacitance shall be measured according to 4.3.2.

The tangent of loss angle shall be measured according to 4.3.3.

##### **4.10.3 Test conditions**

Test conditions are as follows:

- Temperature: 40 °C ± 2 °C;
- Relative humidity: (93 ± 3) %;
- Applied voltage: No voltage shall be applied;
- Duration: 4, 10, 21 or 56 days.

##### **4.10.4 Recovery**

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

##### **4.10.5 Final inspections and requirements**

After recovery, the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in Table 3.

#### **4.11 Endurance**

##### **4.11.1 General**

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

The capacitors shall be mounted according to 4.1.

##### **4.11.2 Initial inspections**

The capacitance shall be measured according to 4.3.2.

The tangent of loss angle shall be measured according to 4.3.3.

##### **4.11.3 Test conditions**

Grade 1 capacitors shall be tested for 2 000 h, Grade 2 and Grade 3 capacitors for 1 000 h, as given in Table 10 and Table 11.

**Table 10 – Endurance test Grade 1 and Grade 2 capacitors**

Category	-/100/-	-/125/-		-/155/-	
Temperature	100 °C	125 °C	100 °C	155 °C	100 °C
Voltage (d.c.)	1,25 $U_R$	1,25 $U_C$	1,25 $U_R$	1,25 $U_C$	1,25 $U_R$
Sample part divided into	1 part	2 parts		2 parts	

**Table 11 – Endurance test Grade 3 capacitors**

Category	-/85/-	-/100/-		-/125/-	
Temperature	85 °C	100 °C	85 °C	125 °C	85 °C
Voltage (d.c.)	1,25 $U_R$	1,25 $U_C$	1,25 $U_R$	1,25 $U_C$	1,25 $U_R$
Sample part divided into	1 part	2 parts		2 parts	

The test voltage shall be applied to each capacitor individually through a resistor whose value  $R$  is equal to  $0,022/C_N$  ( $\Omega$ ), where  $C_N$  is the nominal capacitance in farad.  $R$  shall be within 30 % of the calculated value with a maximum of 2 M $\Omega$ .

After the specified period the capacitors shall be allowed to recover and shall then be discharged across the same resistor  $R$  as defined in above.

#### 4.11.4 Final inspections and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in Table 3.

### 4.12 Charge and discharge

#### 4.12.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.27 with the following details:

The capacitors shall be mounted according to 4.1.

#### 4.12.2 Initial inspections

The capacitance shall be measured according to 4.3.2.

The tangent of loss angle shall be measured according to 4.3.3.

#### 4.12.3 Test conditions

The capacitors shall be subjected to 10 000 cycles of charge and discharge at a rate of approximately one cycle per second. Each cycle shall consist of charging and discharging the capacitor. Each capacitor shall be individually charged with the rated voltage through a resistor with a value

$$(220 \times 10^{-6})/C_N \quad (\Omega)$$

where  $C_N$  is the nominal capacitance in farad, or the value required to limit the charge current to 1 A (or to the higher current value given in the detail specification), whichever resistance value is the greater.

Each capacitor shall be individually discharged through a resistor with a value of

$$(10 \times 10^{-6})/C_N \quad (\Omega)$$

with a minimum of 20  $\Omega$ , or a lower value when prescribed in the detail specification.

#### **4.12.4 Recovery**

The recovery shall be 1 h to 2 h.

#### **4.12.5 Final inspections and requirements**

After recovery, the capacitors shall be measured and shall meet the requirements given in Table 3.

#### **4.13 Component solvent resistance (if required)**

See IEC 60384-1:2008, 4.31.

#### **4.14 Solvent resistance of marking (if required)**

See IEC 60384-1:2008, 4.32.

## Bibliography

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*<sup>1</sup>

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 60384-23-1, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 23-1: Blank detail specification – Fixed surface mount metallized polyethylene naphthalate film dielectric DC capacitors – Assessment level EZ*

---

---

<sup>1</sup> For the tests in the IEC 60068 series of standards, the editions referenced in the applicable test clauses of the generic specification are used.



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	35
1 Généralités.....	37
1.1 Domaine d'application.....	37
1.2 Objet.....	37
1.3 Références normatives.....	37
1.4 Informations devant figurer dans la spécification particulière.....	38
1.4.1 Généralités.....	38
1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions.....	38
1.4.3 Montage.....	38
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques.....	38
1.4.5 Marquage.....	39
1.5 Termes et définitions.....	39
1.6 Marquage.....	39
1.6.1 Généralités.....	39
1.6.2 Informations du marquage.....	39
1.6.3 Marquage des condensateurs.....	40
1.6.4 Marquage de l'emballage.....	40
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles.....	40
2.1 Caractéristiques préférentielles.....	40
2.1.1 Catégories climatiques préférentielles.....	40
2.2 Valeurs assignées préférentielles.....	40
2.2.1 Capacité nominale ( $C_N$ ).....	40
2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale.....	41
2.2.3 Tension assignée ( $U_R$ ).....	41
2.2.4 Tension de la catégorie ( $U_C$ ).....	41
2.2.5 Température assignée.....	41
3 Procédures d'assurance de la qualité.....	42
3.1 Étape initiale de fabrication.....	42
3.2 Modèles associables.....	42
3.3 Rapports certifiés d'essais des lots acceptés.....	42
3.4 Procédures d'homologation.....	42
3.4.1 Généralités.....	42
3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillon fixe.....	42
3.5 Contrôle de conformité de la qualité.....	50
3.5.1 Formation des lots de contrôle.....	50
3.5.2 Programme d'essais.....	51
3.5.3 Livraison différée.....	51
3.5.4 Niveaux d'assurance.....	51
4 Procédures d'essai et de mesure.....	52
4.1 Montage.....	52
4.2 Examen visuel et contrôle des dimensions.....	52
4.2.1 Généralités.....	52
4.2.2 Examen visuel et contrôle des dimensions.....	52
4.2.3 Exigences.....	52
4.3 Essais électriques.....	52
4.3.1 Tenue en tension.....	52

4.3.2	Capacité .....	53
4.3.3	Tangente de l'angle de perte ( $\tan \delta$ ) .....	53
4.3.4	Résistance d'isolement .....	54
4.4	Essai de cisaillement .....	55
4.5	Essai de courbure du substrat.....	55
4.5.1	Généralités .....	55
4.5.2	Mesure initiale .....	55
4.5.3	Contrôles et exigences finales .....	55
4.6	Résistance à la chaleur de brasage .....	55
4.6.1	Généralités .....	55
4.6.2	Contrôles initiaux.....	56
4.6.3	Conditions d'essai .....	56
4.6.4	Rétablissement.....	56
4.6.5	Contrôles et exigences finales .....	56
4.7	Brasabilité.....	56
4.7.1	Généralités .....	56
4.7.2	Conditions d'essai .....	56
4.7.3	Contrôles et exigences finales .....	56
4.8	Variations rapides de température .....	56
4.8.1	Généralités .....	56
4.8.2	Contrôles initiaux.....	57
4.8.3	Conditions d'essai .....	57
4.8.4	Contrôles et exigences finales .....	57
4.9	Séquence climatique.....	57
4.9.1	Généralités .....	57
4.9.2	Mesures initiales.....	57
4.9.3	Chaleur sèche .....	57
4.9.4	Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle .....	57
4.9.5	Froid.....	57
4.9.6	Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants.....	57
4.9.7	Rétablissement.....	57
4.9.8	Contrôles et exigences finales .....	58
4.10	Chaleur humide, essai continu .....	58
4.10.1	Généralités .....	58
4.10.2	Contrôles initiaux.....	58
4.10.3	Conditions d'essai .....	58
4.10.4	Rétablissement.....	58
4.10.5	Contrôles et exigences finales .....	58
4.11	Endurance .....	58
4.11.1	Généralités .....	58
4.11.2	Contrôles initiaux.....	58
4.11.3	Conditions d'essai .....	58
4.11.4	Contrôles et exigences finales .....	59
4.12	Charge et décharge .....	59
4.12.1	Généralités .....	59
4.12.2	Contrôles initiaux.....	59
4.12.3	Conditions d'essai .....	59
4.12.4	Rétablissement.....	60
4.12.5	Contrôles et exigences finales .....	60

4.13	Résistance au solvant des composants (si nécessaire) .....	60
4.14	Résistance au solvant du marquage (si nécessaire) .....	60
	Bibliographie.....	61
	Tableau 1 – Limite en pourcentage de la tension assignée en fonction de la fréquence de la tension alternative.....	41
	Tableau 2 – Essais et plans d'échantillonnage pour homologation Niveau d'assurance EZ ...	44
	Tableau 3 – Programme d'essai pour homologation .....	45
	Tableau 4 – Contrôle lot par lot.....	51
	Tableau 5 – Essais périodiques .....	52
	Tableau 6 – Tensions d'essai.....	53
	Tableau 7 – Limites de la tangente de l'angle de pertes .....	54
	Tableau 8 – Exigences relatives à la résistance d'isolement .....	55
	Tableau 9 – Facture de correction en fonction de la température d'essai .....	55
	Tableau 10 – Essai d'endurance des condensateurs de Classe 1 et de Classe 2 .....	59
	Tableau 11 – Essai d'endurance des condensateurs de Classe 3 .....	59

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS  
DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 23: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes  
pour montage en surface pour courant continu à diélectrique  
en film de polynaphtalate d'éthylène métallisé**

## 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 60384-23 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2005, dont elle constitue une révision technique.

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

- a) Révision de toutes les parties du document en se basant sur les Directives ISO/IEC, Partie 2 :2011 (sixième édition) et sur l'harmonisation d'autres types de documents similaires.
- b) Révision des tableaux et de l'Article 4 pour éviter les duplications et les contradictions.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2349/FDIS	40/2376/RVD

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

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

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

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

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

## CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

### Partie 23: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour montage en surface pour courant continu à diélectrique en film de polynaphtalate d'éthylène métallisé

## 1 Généralités

### 1.1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60384 s'applique aux condensateurs fixes pour courant continu à électrodes métallisées et à diélectrique en polynaphtalate d'éthylène destinés aux équipements électroniques. Ces condensateurs sont équipés de contacts de connexion métallisés ou de bandes de brasure et sont destinés à être montés directement sur des substrats pour circuits hybrides ou sur des cartes imprimées. Ces condensateurs peuvent avoir des propriétés d'autorégénération en fonction des conditions d'utilisation. Ils sont principalement destinés à des applications dans lesquelles la composante alternative est petite par rapport à la tension assignée.

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

### 1.2 Objet

La présente Norme a pour objet de prescrire les valeurs assignées et les caractéristiques préférentielles, de sélectionner, en se référant à l'IEC 60384-1, les procédures d'assurance de la qualité appropriées, les essais et les méthodes de mesure et de donner les exigences de performances générales pour ce type de condensateur. Les sévérités et les exigences d'essai prescrites dans les spécifications particulières se rapportant à 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 60062, *Codes de marquage pour résistances et condensateurs*

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

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

IEC 60384-1:2008, *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, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

## **1.4 Informations devant figurer dans la spécification particulière**

### **1.4.1 Généralités**

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

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

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

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

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

- largeur, longueur et hauteur.

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

- largeur, longueur et espacement.

Si nécessaire, lorsqu'un certain nombre d'éléments (tailles et plages de capacités/tensions) sont couverts par une spécification particulière, les dimensions et les tolérances associées doivent être placées dans un tableau sous le dessin.

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

### **1.4.3 Montage**

La spécification particulière doit servir de guide pour des méthodes de montage pour une utilisation normale. Tous les montages pour les essais et les mesures (si nécessaire) doivent être conformes à 4.1.

### **1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques**

#### **1.4.4.1 Généralités**

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

#### **1.4.4.2 Plage de capacités nominales**

Voir 2.2.1.

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

plage de capacités nominales disponible dans chaque plage de tensions peut être consultée sur le service en ligne de l'IEC, [www.iecq.org/certificates](http://www.iecq.org/certificates)."

#### 1.4.4.3 Caractéristiques particulières

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

#### 1.4.4.4 Brasure

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

#### 1.4.5 Marquage

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

### 1.5 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, outre les termes et définitions applicables de l'IEC 60384-1:2008, les termes et définitions suivants, s'appliquent.

#### 1.5.1

##### **condensateur de classe de performance 1**

<longue durée> condensateur pour des applications longue durée avec des exigences strictes pour les paramètres électriques

#### 1.5.2

##### **condensateur de classe de performance 2**

<usage courant> condensateur pour application courante lorsque les exigences strictes pour les condensateurs de classe 1 ne sont pas nécessaires

#### 1.5.3

##### **condensateur de classe de performance 3**

<type miniature, basse température> condensateur de type miniature ayant une température assignée inférieure à 85 °C et pour lequel des exigences moins strictes que pour les condensateurs de classe 2 sont acceptables

### 1.6 Marquage

#### 1.6.1 Généralités

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

#### 1.6.2 Informations du marquage

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

- a) capacité nominale (en claire ou codée selon l'IEC 60062);
- b) tension assignée (la tension continue peut être représentée par le symbole  $\underline{\quad}$  ou  $\text{—}$ );
- c) tolérance sur la capacité nominale;
- d) tension de catégorie;
- e) année et mois (ou semaine) de fabrication;
- f) nom du fabricant ou marque commerciale;

- g) catégorie climatique;
- h) désignation du modèle par le fabricant;
- i) référence à la spécification particulière.

NOTE Le premier symbole du point b) provient de l'IEC 60417-5031:2002-10, symbole pour "Courant continu".

### 1.6.3 Marquage de condensateurs

Les condensateurs doivent être marqués lorsque cela est nécessaire.

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

### 1.6.4 Marquage de l'emballage

Si nécessaire, il convient de marquer clairement toutes les informations données en 1.6.2 sur l'emballage contenant les condensateurs.

## 2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

### 2.1 Caractéristiques préférentielles

Les valeurs données dans les spécifications particulières doivent de préférence être choisies parmi les suivantes.

#### 2.1.1 Catégories climatiques préférentielles

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

Les températures de catégorie inférieure et supérieure et la durée de l'essai continu de chaleur humide doivent être choisies parmi les valeurs suivantes:

Température de la catégorie inférieure:  $-55\text{ °C}$ ,  $-40\text{ °C}$  et  $-25\text{ °C}$ .

Température de la catégorie supérieure:  $+85\text{ °C}$  (classe 3 uniquement);  $+100\text{ °C}$ ,  $+125\text{ °C}$  et  $+155\text{ °C}$ .

Durée de chaleur humide, essai continu: 4, 10, 21 et 56 jours.

En fonctionnement continu à  $125\text{ °C}$  au-delà de la durée d'essai d'endurance, un vieillissement accéléré doit être considéré (voir spécification particulière).

Les sévérités pour les essais de froid et de chaleur sèche sont respectivement les températures de catégorie inférieure et supérieure.

### 2.2 Valeurs assignées préférentielles

#### 2.2.1 Capacité nominale ( $C_N$ )

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

1,0 – 1,5 – 2,2 – 3,3 – 4,7 et 6,8 et leurs multiples décimaux ( $\times 10^n$ ,  $n$ : nombre entier).

Si d'autres valeurs sont exigées, elles doivent être choisies de préférence dans la série E12.

### 2.2.2 Tolérance sur la capacité nominale

Les tolérances préférentielles sur la capacité nominale sont  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  et  $\pm 20\%$ .

### 2.2.3 Tension assignée ( $U_R$ )

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

1,0, 1,6, 2,5, 4,0, 5,0 et 6,3 et leurs multiples décimaux ( $\times 10^n$ ,  $n$ : nombre entier).

Il convient que la somme de la tension en courant continu et de la tension alternative de crête appliquée au condensateur ne dépasse pas la tension assignée.

Il convient que la valeur de la tension alternative de crête ne dépasse pas les pourcentages suivants de la tension assignée aux fréquences établies comme indiqué au Tableau 1, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

**Tableau 1 – Limite en pourcentage de la tension assignée en fonction de la fréquence de la tension alternative**

Fréquence de la tension alternative Hz	Limite en pourcentage de la tension assignée %
50	20
100	15
1 000	3
10 000	1

### 2.2.4 Tension de la catégorie ( $U_C$ )

La tension de la catégorie pour condensateurs de classe 1 et de classe 2 est:

- pour la température de catégorie supérieure 125 °C:  $0,8 U_R$ ;
- pour la température de catégorie supérieure 155 °C:  $0,5 U_R$ ;

et pour condensateurs de Classe 3 est:

- pour la température de catégorie supérieure 100 °C:  $0,8 U_R$ ;
- pour la température de catégorie supérieure 125 °C:  $0,5 U_R$ .

### 2.2.5 Température assignée

Condensateurs de classe 1 et de classe 2:

la valeur normalisée de la température assignée est 100 °C.

Condensateurs de Classe 3:

la valeur normalisée de la température assignée est 85 °C.

### **3 Procédures d'assurance de la qualité**

#### **3.1 Étape initiale de fabrication**

L'étape initiale de fabrication est l'enroulement de l'élément capacitif ou l'opération équivalente.

#### **3.2 Modèles associables**

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

#### **3.3 Rapports certifiés d'essais des lots acceptés**

Les informations exigées à 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 exigés sont la capacité,  $\tan \delta$  et la résistance d'isolement.

#### **3.4 Procédures d'homologation**

##### **3.4.1 Généralités**

Les procédures d'essais d'homologation sont présentées à 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 des essais périodiques est présenté en 3.5. La procédure utilisant un programme avec une taille d'échantillon fixe est présentée en 3.4.2 ci-dessous.

##### **3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillon fixe**

###### **3.4.2.1 Echantillonnage**

La procédure utilisant une taille d'échantillon fixe est décrite en Q.5.3, point b) de l'IEC 60384-1:2008. L'échantillon doit être représentatif de la gamme de condensateurs à homologuer. L'échantillon peut être constitué de la totalité ou d'une partie de la gamme donnée dans la spécification particulière.

L'échantillon doit être constitué de quatre spécimens possédant les tensions assignées maximales et minimales, et, pour ces tensions, les capacités maximales et minimales. En présence de plus de quatre tensions assignées, une tension intermédiaire doit également faire l'objet d'essais. De ce fait, pour l'homologation d'une plage, il est nécessaire de soumettre aux essais soit quatre soit six valeurs (combinaisons capacité/tension). Lorsque la plage est composée de moins de quatre valeurs, le nombre de spécimens soumis aux essais doit être celui exigé pour quatre valeurs.

Les spécimens de rechange sont permis selon les modalités suivantes:

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

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

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

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

### **3.4.2.2 Essais**

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

L'échantillon entier doit être soumis aux essais du Groupe 0, puis être divisé pour les autres groupes.

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

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

Ensemble, le Tableau 2 et le Tableau 3 forment le programme d'essai avec une taille d'échantillon fixe pour l'homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillon fixe.

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

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

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

**Tableau 2 – Essais et plans d'échantillonnage pour homologation  
Niveau d'assurance EZ**

Groupe N°	Essai	Paragraphe de cette publication	Nombre de spécimens <i>n</i> <sup>a</sup>	Nombre admissible d'éléments non conformes <i>c</i>
0	Examen visuel	4.2	144	0
	Dimensions	4.2		
	Capacité	4.3.2		
	Tangente de l'angle de perte	4.3.3		
	Tenue en tension	4.3.1		
	Résistance d'isolement	4.3.4		
	Spécimens de rechange		12	
1A	Résistance à la chaleur de brasage	4.6	12	0
	Résistance au solvant des composants <sup>b</sup>	4.13		
1B	Brasabilité	4.7	12	0
	Résistance au solvant du marquage <sup>b</sup>	4.14		
2	Essai de courbure du substrat	4.5	12	0
3	Montage	4.1	108	<sup>c</sup>
	Examen visuel	4.2.1		
	Capacité	4.3.2		
	Tangente de l'angle de perte	4.3.3		
	Résistance d'isolement	4.3.4		
3.1	Essai de cisaillement d'adhérence	4.4	24	0
	Variations rapides de température	4.8		
	Séquence climatique	4.9		
3.2	Chaleur humide, essai continu	4.10	24	0
3.3	Endurance	4.11	36	0
3.4	Charge et décharge	4.12	24	0
<sup>a</sup> Se reporter à 3.4.2, pour les combinaisons capacité/tension. <sup>b</sup> Si la spécification particulière l'exige. <sup>c</sup> Les spécimens trouvés défectueux après le montage ne doivent pas être pris en compte pour le calcul des éléments non conformes admissibles pour les essais suivants. Ils doivent être remplacés par des pièces de rechange.				

**Tableau 3 – Programme d'essai pour homologation (1 de 6)**

Numéro de paragraphe et essai <sup>a</sup> , éléments soumis au contrôle	D ou ND <sup>b</sup>	Conditions d'essai <sup>a</sup> et mesures	Nombre de spécimens ( <i>n</i> ) et nombre admissible d'éléments non conformes ( <i>c</i> )	Exigences de performances <sup>a</sup>
<b>Groupe 0</b> 4.2.2 Examen visuel 4.2 Dimensions (détail) 4.3.2 Capacité 4.3.3 Tangente de l'angle de perte 4.3.1 Tenue en tension 4.3.4 Résistance d'isolement	ND	Selon 4.2.2  Selon 4.3.2.2  Selon 4.3.3.2  Selon 4.3.1.2 et 4.3.1.3  Selon 4.3.4.2	Voir Tableau 2	Selon 4.2.3 Se reporter à la spécification particulière Selon les tolérances spécifiées Selon 4.3.3.3 Selon 4.3.1.4 Selon 4.3.4.3
<b>Groupe 1A</b> 4.6 Résistance à la chaleur de brasage 4.6.2 Contrôles initiaux Capacité 4.6.4 Rétablissement 4.6.5 Contrôles finaux Examen visuel Capacité 4.13 Résistance au solvant des composants <sup>c, e</sup>	D	Selon 4.6.3  Selon 4.6.2  Selon 4.6.4  Selon 4.6.5  Selon 4.13 Méthode 2	Voir Tableau 2	Selon 4.6.5  $ \Delta C/C  \leq 3\%$ pour la Classe 1 et la Classe 2 $\leq 5\%$ pour la Classe 3 de la valeur mesurée en 4.6.2 Selon 4.13

**Tableau 3 (2 de 6)**

Numéro de paragraphe et essai <sup>a</sup> , éléments soumis au contrôle	D ou ND <sup>b</sup>	Conditions d'essai <sup>a</sup> et mesures	Nombre de spécimens ( <i>n</i> ) et nombre admissible d'éléments non conformes ( <i>c</i> )	Exigences de performances <sup>a</sup>
<b>Groupe 1B</b> 4.7 Brasabilité 4.7.3 Contrôles finaux Examen visuel 4.14 Résistance du marquage au solvant <sub>c, e</sub>	D	Selon 4.7.2 Selon 4.7.3 Selon 4.14 Méthode 1	Voir Tableau 2	Selon 4.7.3 Marquage lisible Selon 4.14
<b>Groupe 2</b> 4.5 Essai de courbure du substrat 4.5.2 Contrôles initiaux Capacité Capacité 4.5. Contrôles finaux Examen visuel	D	Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.35 Selon 4.5.2 Selon 4.3.2.2 Selon 4.2.2	Voir Tableau 2	$ \Delta C/C  \leq 2\%$ pour la Classe 2 et la Classe 2 $\leq 5\%$ pour la Classe 3 de la valeur mesurée en 4.5.2 Aucun dommage visible
<b>Groupe 3</b> 4.1 Montage 4.2.2 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	D	Matériau du substrat: ... <sup>d</sup> Selon 4.2.2 Selon 4.3.2.2 Selon 4.3.3.2 Selon 4.3.4.2	Voir Tableau 2	Se reporter à la spécification particulière $ \Delta C/C  \leq 2\%$ de la valeur mesurée en 4.3.2 Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière

Tableau 3 (3 de 6)

Numéro de paragraphe et essai <sup>a</sup> , éléments soumis au contrôle	D ou ND <sub>b</sub>	Conditions d'essai <sup>a</sup> et mesures	Nombre de spécimens ( <i>n</i> ) et nombre admissible d'éléments non conformes ( <i>c</i> )	Exigences de performances <sup>a</sup>
<b>Groupe 3.1</b>  4.4 Essai de cisaillement  4.8 Variations rapides de température  4.8.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte  4.8.4 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte  4.9 Séquence climatique 4.9.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte  4.9.3 Chaleur sèche  4.9.4 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle  4.9.5 Froid  4.9.6 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants  4.9.7 Rétablissement	D	Selon 4.4  Selon 4.8.3 $T_A$ = Température de catégorie inférieure $T_B$ = température de catégorie supérieure  Selon 4.8.2  Selon 4.2.2  Selon 4.3.2.2  Selon 4.3.3.2  Selon 4.9.2  Selon 4.9.3  Température: température de catégorie supérieure Durée: 16 h  Selon 4.9.4  Selon 4.9.5  Température: température de catégorie inférieure  Durée: 2 h  Selon 4.9.6  Selon 4.9.7	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible  Se reporter à la spécification particulière  Se reporter à la spécification particulière

**Tableau 3 (4 de 6)**

Numéro de paragraphe et essai <sup>a</sup> , éléments soumis au contrôle	D ou ND <sub>b</sub>	Conditions d'essai <sup>a</sup> et mesures	Nombre de spécimens ( <i>n</i> ) et nombre admissible d'éléments non conformes ( <i>c</i> )	Exigences de performances <sup>a</sup>
4.9.8 Contrôles finaux Examen visuel  Capacité  Tangente de l'angle de perte: à 10 kHz pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$  à 1 kHz pour $C_N > 1 \mu\text{F}$  Résistance d'isolement		Selon 4.2.2  Selon 4.3.2.2   Selon 4.3.3.4   Selon 4.3.3.2   Selon 4.3.4.2		Aucun dommage visible Marquage lisible  $ \Delta C/C  \leq 3\%$ pour la Classe 1 et la Classe 2 $\leq 5\%$ pour la Classe 3 de la valeur mesurée en 4.9.2  Augmentation de $\tan \delta$ : $\leq 0,0025$ pour la Classe 1 $\leq 0,004$ pour la Classe 2 $\leq 0,007$ pour la Classe 3 par rapport aux valeurs mesurées en 4.9.2  $\leq 0,003$ pour la Classe 1 $\leq 0,005$ pour la Classe 2 $\leq 0,007$ pour la Classe 3 par rapport aux valeurs mesurées en 4.9.2  $\geq 50\%$ des valeurs de 4.3.4.3 pour la Classe 1 et la Classe 2 $\geq 25\%$ des valeurs de 4.3.4.3 pour la Classe 3
<b>Groupe 3.2</b> 4.10 Essai continu de chaleur humide  4.10.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte 4.10.4 Rétablissement 4.10.5 Contrôles finaux Examen visuel Capacité	D	Selon 4.10.3  Selon 4.10.2  Selon 4.10.4  Selon 4.2.2  Selon 4.3.2.2	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible  $ \Delta C/C  \leq 7\%$ pour la Classe 1 et la Classe 2 $\leq 10\%$ pour la Classe 3 des valeurs mesurées en 4.10.2

Tableau 3 (5 de 6)

Numéro de paragraphe et essai <sup>a</sup> , éléments soumis au contrôle	D ou ND <sup>b</sup>	Conditions d'essai <sup>a</sup> et mesures	Nombre de spécimens ( <i>n</i> ) et nombre admissible d'éléments non conformes ( <i>c</i> )	Exigences de performances <sup>a</sup>
Tangente de l'angle de perte à 1 kHz  Résistance d'isolement	D	Selon 4.3.3.2  Selon 4.3.4.2		Augmentation de $\tan \delta$ : $\leq 0,005$ pour la Classe 1 et la Classe 2 $\leq 0,007$ pour la Classe 3 par rapport aux valeurs mesurées en 4.10.2  $\geq 50$ % des valeurs de 4.3.4.3 pour la Classe 1 et la Classe 2 $\geq 25$ % des valeurs de 4.3.4.3 pour la Classe 3
<b>Groupe 3.3</b> 4.11 Endurance 4.11.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte 4.11.4 Contrôles finaux Examen visuel Capacité  Tangente de l'angle de perte: à 10 kHz pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$  à 1 kHz pour $C_N > 1 \mu\text{F}$  Résistance d'isolement	D	Selon 4.11.3 Selon 4.11.2  Selon 4.2.2  Selon 4.3.2.2  Selon 4.3.3.4  Selon 4.3.3.2  Selon 4.3.4.2	Voir Tableau 2	Aucun dommage visible Marquage lisible  $ \Delta C/C  \leq 5$ % pour la Classe 1 $\leq 8$ % pour la Classe 2 et la Classe 3 des valeurs mesurées en 4.11.2  Augmentation de $\tan \delta$ : $\leq 0,003$ pour la Classe 1 $\leq 0,005$ pour la Classe 2 $\leq 0,007$ pour la Classe 3 par rapport aux valeurs mesurées en 4.11.2  $\leq 0,002$ pour la Classe 1 $\leq 0,003$ pour la Classe 2 $\leq 0,005$ pour la Classe 3 par rapport aux valeurs mesurées en 4.11.2  $\geq 50$ % des valeurs de 4.3.4.3 pour la Classe 1 et la Classe 2 $\geq 25$ % des valeurs de 4.3.4.3 pour la Classe 3
<b>Groupe 3.4</b> 4.12 Charge et décharge 4.12.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Selon 4.12.3 Selon 4.12.2	Voir Tableau 2	

**Tableau 3 (6 de 6)**

Numéro de paragraphe et essai <sup>a</sup> , éléments soumis au contrôle	D ou ND <sup>b</sup>	Conditions d'essai <sup>a</sup> et mesures	Nombre de spécimens ( <i>n</i> ) et nombre admissible d'éléments non conformes ( <i>c</i> )	Exigences de performances <sup>a</sup>
4.12.4 Rétablissement 4.12.5 Contrôles finaux Capacité  Tangente de l'angle de perte: à 10 kHz pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$  à 1 kHz pour $C_N > 1 \mu\text{F}$  Résistance d'isolement		Selon 4.12.4  Selon 4.3.2.2   Selon 4.3.3.4  Selon 4.3.3.2   Selon 4.3.4.2		$ \Delta C/C  \leq 5\%$ pour la Classe 1 $\leq 8\%$ pour la Classe 2 $\leq 10\%$ pour la Classe 3 des valeurs mesurées en 4.12.2  Augmentation de $\tan \delta$ :  $\leq 0,003$ pour la Classe 1 $\leq 0,005$ pour la Classe 2 $\leq 0,007$ pour la Classe 3  $\leq 0,002$ pour la Classe 1 $\leq 0,003$ pour la Classe 2 $\leq 0,005$ pour la Classe 3 par rapport aux valeurs mesurées en 4.12.2  $\geq 50\%$ des valeurs de 4.3.4.3 pour la Classe 1 et la Classe 2 $\geq 25\%$ des valeurs de 4.3.4.3 pour la Classe 3
<p><sup>a</sup> Les numéros des paragraphes des essais et des exigences de performances font référence à l'Article 4.</p> <p><sup>b</sup> Dans ce tableau: D = destructif, ND = non destructif.</p> <p><sup>c</sup> Cet essai peut être effectué sur des condensateurs pour montage en surface montés sur un substrat.</p> <p><sup>d</sup> Lorsque différents matériaux du substrat sont utilisés pour les groupes 3.1 à 3.4 individuellement, il convient que la spécification particulière indique quel matériau du substrat est utilisé dans les groupes 3.1 à 3.4.</p> <p><sup>e</sup> Si nécessaire.</p>				

### 3.5 Contrôle de conformité de la qualité

#### 3.5.1 Formation des lots de contrôle

##### 3.5.1.1 Contrôle des Groupes A et B

Ces essais doivent être effectués lot par lot.

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

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

##### 3.5.1.2 Contrôle du Groupe C

Ces essais doivent être effectués périodiquement.

Les échantillons doivent être représentatifs de la production actuelle pour les périodes spécifiées et doivent être divisés en tailles petites, moyennes et grandes. Pour couvrir la plage d'approbation sur n'importe quelle période, l'essai à une tension doit être effectué dans chaque groupe de tailles. Pour les périodes suivantes, les essais doivent porter sur d'autres tailles et/ou d'autres valeurs assignées de tension en production pour couvrir toute la plage.

### 3.5.2 Programme d'essais

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

### 3.5.3 Livraison différée

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

### 3.5.4 Niveaux d'assurance

Le niveau d'assurance est EZ est indiqué au Tableau 4 et au Tableau 5.

**Tableau 4 – Contrôle lot par lot**

Sous-groupe de contrôle <sup>b</sup>	EZ		
	NC <sup>a</sup>	<i>n</i> <sup>a</sup>	<i>c</i> <sup>a</sup>
A0	100 % <sup>c</sup>		
A1	S-4	<i>d</i>	0
A2	S-3	<i>d</i>	0
B1	S-3	<i>d</i>	0
B2	S-3	<i>d</i>	0

<sup>a</sup> NC est le niveau de contrôle

*n* est la taille d'échantillon

*c* est le nombre admissible d'éléments non conformes

<sup>b</sup> Le contenu du sous-groupe de contrôle est décrit à l'Article 2 de la spécification particulière cadre.

<sup>c</sup> Le contrôle doit être effectué après retrait des éléments non conformes par un essai à 100 % durant le processus de fabrication. Le niveau d'échantillonnage doit être défini par le fabricant, de préférence selon l'IEC 61193-2:2007, Annexe A.

Que le lot soit accepté ou non, tous les échantillons pour le contrôle par échantillonnage doivent être inspectés afin de contrôler le niveau de qualité de sortie par éléments non conformes par million ( $\times 10^{-6}$ ).

Dans le cas où un ou plusieurs éléments non conformes apparaissent dans un échantillon, ce lot doit être rejeté, mais tous les éléments non conformes doivent être comptés dans le calcul des valeurs de niveau de qualité.

Les valeurs du niveau de qualité après contrôle par éléments non conformes par million ( $\times 10^{-6}$ ) doivent être calculées en accumulant les données de contrôle selon la méthode donnée en 6.2 de l'IEC 61193-2:2007.

<sup>d</sup> Nombre à soumettre à un essai: la taille d'échantillon doit être déterminée conformément à 4.3.2 de l'IEC 61193-2:2007.

**Tableau 5 – Essais périodiques**

Sous-groupe de contrôle <sup>b</sup>	EZ		
	$p$ <sup>a</sup>	$n$ <sup>a</sup>	$c$ <sup>a</sup>
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3.1	6	27	0
C3.2	6	15	0
C3.3	3	15	0
C3.4	6	9	0
<sup>a</sup> $p$ est la périodicité en mois $n$ est la taille d'échantillon $c$ est le nombre admissible d'éléments non conformes <sup>b</sup> Le contenu du sous-groupe de contrôle est décrit à l'Article 2 de la spécification particulière cadre.			

## 4 Procédures d'essai et de mesure

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

### 4.1 Montage

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.45.

### 4.2 Examen visuel et contrôle des dimensions

#### 4.2.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.4 avec les détails suivants:

#### 4.2.2 Examen visuel et contrôle des dimensions

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

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

#### 4.2.3 Exigences

Les condensateurs doivent être examinés pour vérifier que les matériaux, la conception, la construction, les dimensions physiques et la main d'œuvre soient conformes aux exigences applicables données dans la spécification particulière.

### 4.3 Essais électriques

#### 4.3.1 Tenue en tension

##### 4.3.1.1 Généralités

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

##### 4.3.1.2 Circuit d'essai

Supprimer le condensateur  $C_1$ .

Le produit de  $R_1$  par la capacité nominale du condensateur ( $C_X$ ) en essai doit être inférieur ou égal à 1 s et supérieur à 0,01 s.

$R_1$  inclut la résistance interne de l'alimentation.

$R_2$  doit limiter le courant de décharge à une valeur inférieure ou égale à 1 A.

#### 4.3.1.3 Conditions d'essai

Les tensions indiquées dans le Tableau 6 doivent être appliquées entre les bornes, les points de mesure 1a) du Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2008, pendant une période de 1 min pour les essais d'homologation et pendant une période d'une seconde pour les essais de conformité de la qualité lot par lot.

**Tableau 6 – Tensions d'essai**

Point de mesure	Tension d'essai
1a)	Classe 1: $1,6 U_R$ Classe 2: $1,4 U_R$ Classe 3: $1,4 U_R$

#### 4.3.1.4 Exigences

Aucun claquage ni contournement électrique ne doit être constaté pendant l'essai.

NOTE La présence de claquages autorégénérateurs pendant l'application des tensions d'essai est autorisée.

### 4.3.2 Capacité

#### 4.3.2.1 Généralités

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

#### 4.3.2.2 Conditions de mesure

La capacité doit être mesurée ou corrigée à une fréquence de 1 000 Hz. Pour les valeurs de capacité nominales supérieures à 10  $\mu\text{F}$ , les fréquences 50 Hz ou 120 Hz peuvent être utilisées.

La tension de crête appliquée à 1 000 Hz ne doit pas dépasser 3 % de la tension assignée, et la tension de crête appliquée à des fréquences allant de 50 Hz à 120 Hz ne doit pas dépasser 20 % de la tension assignée avec un maximum de 100 V (70 V eff.).

#### 4.3.2.3 Exigences

La capacité doit se situer dans la tolérance spécifiée.

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

#### 4.3.3.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.8 avec les détails suivants:

#### 4.3.3.2 Conditions pour les mesures à 1 000 Hz

Les conditions d'essai sont les suivantes:

– Fréquence: 1 000 Hz;

- Tension de crête:  $\leq 3 \%$  de la tension assignée;
- Imprécision:  $\leq 10 \times 10^{-4}$  (valeur absolue).

**4.3.3.3 Exigences pour les mesures à 1 000 Hz**

Tan  $\delta$  ne doit pas dépasser pas les valeurs applicables indiquées dans le Tableau 7.

**Tableau 7 – Limites de la tangente de l'angle de pertes**

Capacité nominale $\mu\text{F}$	Tan $\delta$ (valeur absolue)		
	Condensateurs de Classe 1	Condensateurs de Classe 2	Condensateurs de Classe 3
$\leq 1$	0,006	0,008	0,010
$> 1$	0,007	0,008	0,010

**1.1.1.4 Conditions pour les mesures à 10 kHz**

Pour les condensateurs dont la valeur  $C_N$  est inférieure ou égale à  $1 \leq \mu\text{F}$ , tan  $\delta$  doit être mesuré de la manière suivante lorsque cela est exigé dans le Tableau 2 pour certains essais:

- Fréquence: 10 kHz;
- Tension: 1 V eff.;
- Imprécision:  $\leq 10 \times 10^{-4}$  (valeur absolue).

**4.3.4 Résistance d'isolement**

**4.3.4.1 Généralités**

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

**4.3.4.2 Conditions de mesure**

Avant l'essai, les condensateurs doivent être nettoyés avec soin pour éliminer toute contamination. Les chambres d'essai, comme les lieux dans lesquels s'effectuent les mesures après les essais, doivent être propres.

Avant la mesure, les condensateurs doivent être complètement déchargés. Le produit de la résistance du circuit de décharge par la capacité nominale du condensateur en essai doit être supérieur ou égal à 0,01 s ou à toute autre valeur prescrite dans la spécification particulière.

La tension de mesure doit être conforme à 4.5.2 de l'IEC 60384-1:2008. Les points de mesure doivent être conformes au Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2008.

La tension doit être immédiatement appliquée avec une valeur correcte à travers la résistance interne de la source de tension.

Le produit de la résistance interne par la capacité nominale du condensateur doit être inférieur à 1 s ou à toute autre valeur prescrite dans la spécification particulière.

**4.3.4.3 Exigences**

La résistance d'isolement doit satisfaire aux exigences du Tableau 8.

**Tableau 8 – Exigences relatives à la résistance d'isolement**

Produit minimal $RC$ ( $R$ = résistance d'isolement entre les sorties, $C$ = capacité nominale $C_N$ )				Résistance d'isolement minimale entre les sorties			
s				$M\Omega$			
$C_N > 0,33 \mu F$				$C_N \leq 0,33 \mu F$			
Tension assignée:							
$>100 V$		$\leq 100 V$		$>100 V$		$\leq 100 V$	
Classe:							
1	2, 3	1	2, 3	1	2, 3	1	2, 3
10 000	400	5 000	400	30 000	1 000	15 000	1 000

Lorsque l'essai est effectué à une température autre que 20 °C, le résultat doit, si nécessaire, être corrigé à 20 °C en multipliant le résultat de la mesure par le facteur de correction approprié. En cas de doute, la mesure à 20 °C est déterminante. Les facteurs de correction du Tableau 9 peuvent être considérés comme une moyenne pour les condensateurs à film de polynaphtalate d'éthylène métallisé.

**Tableau 9 – Facture de correction en fonction de la température d'essai**

Température °C	Facteur de correction
15	0,75
20	1,00
23	1,15
27	1,35
30	1,50
35	1,75

#### 4.4 Essai de cisaillement

#### 4.5 Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.34. Essai de courbure du substrat

##### 4.5.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.35.

##### 4.5.2 Contrôle initiale

La capacité doit être mesurée conformément à 4.3.2.

##### 4.5.3 Contrôles et exigences finales

La capacité doit être mesurée avec la carte en position courbée.

La valeur de la capacité et l'examen visuel doivent satisfaire aux exigences du Tableau 3.

#### 4.6 Résistance à la chaleur de brasage

##### 4.6.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.14 avec les détails suivants:

#### **4.6.2 Contrôle initiaux**

La capacité doit être mesurée conformément à 4.3.2.

#### **4.6.3 Conditions d'essai**

Les conditions d'essai sont les suivantes:

- Méthode: Méthode 1 ou 2, sauf indication contraire dans la spécification particulière;
- Durée: 5 s  $\pm$  0,5 s ou 10 s  $\pm$  1 s, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Si la méthode 1 est appliquée, la vitesse d'immersion et d'extraction doit être de 25 mm/s  $\pm$  2,5 mm/s.

#### **4.6.4 Rétablissement**

La période de rétablissement doit être de 24 h  $\pm$  2 h.

#### **4.6.5 Contrôles et exigences finales**

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences suivantes.

Sous un éclairage normal et un grossissement d'environ  $\times$  10, aucun signe de dommage, tel que des craquelures, ne doit apparaître.

La capacité doit être mesurée conformément à 4.3.2 et doit satisfaire aux exigences du Tableau 23.

### **4.7 Brasabilité**

#### **4.7.1 Généralités**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.15 avec les détails suivants:

#### **4.7.2 Conditions d'essai**

Les conditions d'essais doivent être indiquées dans la spécification particulière. Le préconditionnement et le vieillissement ne sont pas exigés, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

#### **4.7.3 Contrôles et exigences finales**

Le condensateur doit alors être inspecté visuellement sous un éclairage normal et avec un grossissement d'environ  $\times$  10. Aucun signe de dommage ne doit apparaître.

Les zones à braser doivent être recouvertes d'une couche de brasure lisse et brillante ne comportant que très peu d'imperfections isolées telles que des perforations ou des zones non mouillées ou démouillées. Ces imperfections ne doivent pas être concentrées sur une seule zone.

### **4.8 Variations rapides de température**

#### **4.8.1 Généralités**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.16 avec les détails suivants:

Les condensateurs doivent être montés conformément à 4.1.

#### **4.8.2 Contrôles initiaux**

La capacité doit être mesurée conformément à 4.3.2.

La tangente de l'angle de perte doit être mesurée conformément à 4.3.3.

#### **4.8.3 Conditions d'essai**

Les conditions d'essai sont les suivantes:

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

#### **4.8.4 Contrôles et exigences finales**

Les condensateurs doivent être examinés visuellement et doivent satisfaire aux exigences données dans le Tableau 3.

### **4.9 Séquence climatique**

#### **4.9.1 Généralités**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.21 avec les détails suivants:

Les condensateurs doivent être montés conformément à 4.1.

#### **4.9.2 Contrôle initiales**

La capacité doit être mesurée conformément à 4.3.2.

La tangente de l'angle de perte doit être mesurée conformément à 4.3.3.

#### **4.9.3 Chaleur sèche**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.21.2.

#### **4.9.4 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.21.3.

#### **4.9.5 Froid**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.21.4.

#### **4.9.6 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.21.6 avec les détails suivants:

Dans les 15 min qui suivent le retrait de l'essai de chaleur humide, on doit appliquer la tension assignée au point de mesure 1a) pendant 1 min, en utilisant les conditions du circuit d'essais comme indiqué en 4.3.1.

#### **4.9.7 Rétablissement**

La période de rétablissement doit être comprise entre 1 h et 2 h, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

#### **4.9.8 Contrôles et exigences finales**

Après rétablissement, les condensateurs pour montage en surface doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 3.

#### **4.10 Chaleur humide, essai continu**

##### **4.10.1 Généralités**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.22 avec les détails suivants:

Les condensateurs doivent être montés conformément à 4.1.

##### **4.10.2 Contrôles initiaux**

La capacité doit être mesurée conformément à 4.3.2.

La tangente de l'angle de perte doit être mesurée conformément à 4.3.3.

##### **4.10.3 Conditions d'essai**

Les conditions d'essai sont les suivantes:

- Température:  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- Humidité relative:  $(93 \pm 3) \%$ ;
- Tension appliquée: Aucune tension ne doit être appliquée;
- Durée: 4, 10, 21 ou 56 jours.

##### **4.10.4 Rétablissement**

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

##### **4.10.5 Contrôles et exigences finales**

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 23.

#### **4.11 Endurance**

##### **4.11.1 Généralités**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.23 avec les détails suivants:

Les condensateurs doivent être montés conformément à 4.1.

##### **4.11.2 Contrôles initiaux**

La capacité doit être mesurée conformément à 4.3.2.

La tangente de l'angle de perte doit être mesurée conformément à 4.3.3.

##### **4.11.3 Conditions d'essai**

Les condensateurs de Classe 1 doivent être soumis à l'essai pendant 2 000 h et les condensateurs de Classe 2 et de Classe 3 pendant 1 000 h comme indiqué dans les Tableaux 10 et 11.

**Tableau 10 – Essai d'endurance des condensateurs de Classe 1 et de Classe 2**

Catégorie	-/100/-	-/125/-		-/155/-	
Température	100 °C	125 °C	100 °C	155 °C	100 °C
Tension (continue)	$1,25 U_R$	$1,25 U_C$	$1,25 U_R$	$1,25 U_C$	$1,25 U_R$
Partie d'échantillon divisée en	1 partie	2 parties		2 parties	

**Tableau 11 – Essai d'endurance des condensateurs de Classe 3**

Catégorie	-/85/-	-/100/-		-/125/-	
Température	85 °C	100 °C	85 °C	125 °C	85 °C
Tension (continue)	$1,25 U_R$	$1,25 U_C$	$1,25 U_R$	$1,25 U_C$	$1,25 U_R$
Partie d'échantillon divisée en	1 partie	2 parties		2 parties	

La tension d'essai doit être appliquée à chaque condensateur individuellement à travers une résistance dont la valeur  $R$  est égale à  $0,022/C_N$  ( $\Omega$ ), où  $C_N$  est la capacité nominale en farads.  $R$  doit être la valeur calculée à 30 % près sans dépasser 2 M $\Omega$ .

Après la période spécifiée, on doit laisser les condensateurs se rétablir et ensuite on doit les décharger à travers la même résistance  $R$  que celle décrite ci-dessus.

#### 4.11.4 Contrôles et exigences finales

Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 3.

#### 4.12 Charge et décharge

##### 4.12.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.27 avec les détails suivants:

Les condensateurs doivent être montés conformément à 4.1.

##### 4.12.2 Contrôles initiaux

La capacité doit être mesurée conformément à 4.3.2.

La tangente de l'angle de perte doit être mesurée conformément à 4.3.3.

##### 4.12.3 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être soumis à 10 000 cycles de charge et de décharge à une cadence d'environ un cycle par seconde. Chaque cycle doit être constitué d'une charge et d'une décharge du condensateur. Chaque condensateur doit être chargé individuellement en appliquant la tension assignée par une résistance dont la valeur est

$$(220 \times 10^{-6})/C_N \text{ (}\Omega\text{)},$$

où  $C_N$  est la capacité nominale en farad, ou la valeur exigée pour limiter le courant de charge à 1 A (ou à la valeur de courant plus élevée donnée dans la spécification particulière), la plus grande des valeurs de résistance.

Chaque condensateur doit être déchargé individuellement à travers une résistance dont la valeur est

$$(10 \times 10^{-6})/C_N (\Omega)$$

et au minimum 20  $\Omega$  ou une valeur plus petite indiquée dans la spécification particulière.

#### **4.12.4 Rétablissement**

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

#### **4.12.5 Contrôles et exigences finales**

Après rétablissement, les condensateurs doivent être mesurés et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 3.

#### **4.13 Résistance au solvant des composants (si nécessaire)**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.31.

#### **4.14 Résistance au solvant du marquage (si nécessaire)**

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.32.

## Bibliographie

IEC 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*<sup>1</sup>

IEC 60384-14, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

IEC 60384-23-1, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 23-1: Spécification particulière cadre – Condensateurs fixes pour montage en surface pour courant continu à diélectrique en film de polyéthylène naphtalate métallisé – Niveau d'assurance de la qualité EZ*



---

<sup>1</sup> Pour les essais dans la série de normes IEC 60068, les éditions référencées dans les articles d'essais applicables de la spécification générique sont utilisées.





INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

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

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)