

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 16: Sectional specification – Fixed metallized polypropylene film dielectric
DC capacitors**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 16: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour courant
continu à diélectrique en film de polypropylène métallisé**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-16:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 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.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 16: Sectional specification – Fixed metallized polypropylene film dielectric
DC capacitors**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 16: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour courant
continu à diélectrique en film de polypropylène métallisé**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.30

ISBN 978-2-8322-7334-0

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

CONTENTS

FOREWORD	6
1 General	8
1.1 Scope	8
1.2 Object	8
1.3 Normative references	8
1.4 Information to be given in a detail specification	9
1.4.1 General	9
1.4.2 Outline drawing and dimensions	9
1.4.3 Mounting	9
1.4.4 Ratings and characteristics	10
1.4.5 Marking	10
1.5 Terms and definitions	10
1.6 Marking	11
1.6.1 General	11
1.6.2 Information for marking	11
1.6.3 Marking on capacitors	11
1.6.4 Marking on packaging	11
2 Preferred ratings and characteristics	12
2.1 Preferred characteristics	12
2.2 Preferred values of ratings	12
2.2.1 Nominal capacitance (C_N)	12
2.2.2 Tolerances on nominal capacitance	12
2.2.3 Nominal capacitance with associated tolerance values	12
2.2.4 Rated voltage (U_R)	12
2.2.5 Category voltage (U_C)	13
2.2.6 Rated temperature	13
3 Quality assessment procedures	13
3.1 Primary stage of manufacture	13
3.2 Structurally similar components	13
3.3 Certified records of released lots	13
3.4 Qualification approval procedures	13
3.4.1 General	13
3.4.2 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedures	13
3.5 Quality conformance inspection	20
3.5.1 Formation of inspection lots	20
3.5.2 Test schedule	21
3.5.3 Delayed delivery	21
3.5.4 Assessment levels	21
4 Test and measurement procedures	22
4.1 Visual examination and check of dimensions	22
4.1.1 General	22
4.1.2 Test conditions	22
4.1.3 Requirements	22
4.2 Electrical tests	22
4.2.1 Voltage proof	22
4.2.2 Capacitance	23

4.2.3	Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	23
4.2.4	Insulation resistance	24
4.2.5	Inductance (if required)	26
4.2.6	Characteristics depending on temperature (if required)	26
4.3	Robustness of terminations	27
4.3.1	General	27
4.3.2	Initial inspections	27
4.3.3	Test method	27
4.3.4	Final inspections	27
4.4	Resistance to soldering heat	27
4.4.1	General	27
4.4.2	Preconditioning	27
4.4.3	Test conditions	27
4.4.4	Final inspections	27
4.5	Solderability	27
4.5.1	General	27
4.5.2	Preconditioning	28
4.5.3	Test conditions	28
4.5.4	Final inspections	28
4.6	Rapid change of temperature	28
4.6.1	General	28
4.6.2	Initial inspections	28
4.6.3	Test conditions	28
4.6.4	Recovery (if required)	28
4.6.5	Final inspections	28
4.7	Vibration	28
4.7.1	General	28
4.7.2	Mounting	28
4.7.3	Test conditions	28
4.7.4	Final inspections	29
4.8	Bump (if required)	29
4.8.1	General	29
4.8.2	Mounting	29
4.8.3	Initial inspections	29
4.8.4	Test conditions	29
4.8.5	Final inspections	29
4.9	Shock (if required)	29
4.9.1	General	29
4.9.2	Mounting	29
4.9.3	Initial inspections	30
4.9.4	Test conditions	30
4.9.5	Final inspections	30
4.10	Climatic sequence	30
4.10.1	General	30
4.10.2	Initial inspections	30
4.10.3	Dry heat	30
4.10.4	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle	30
4.10.5	Cold	30
4.10.6	Low air pressure (if required)	30

4.10.7	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles	31
4.11	Damp heat, steady state	31
4.11.1	General	31
4.11.2	Initial inspections	31
4.11.3	Test conditions	31
4.11.4	Recovery (if required)	31
4.11.5	Final inspections	32
4.11.6	Humidity robustness grades	32
4.12	Endurance	32
4.12.1	General	32
4.12.2	Initial inspections	32
4.12.3	Test conditions	32
4.12.4	Recovery	32
4.12.5	Final inspections	32
4.13	Charge and discharge	32
4.13.1	General	32
4.13.2	Initial inspections	32
4.13.3	Test conditions	33
4.13.4	Recovery (if required)	34
4.13.5	Final inspections	34
4.14	Component solvent resistance	34
4.15	Solvent resistance of the marking	34
4.16	Sealing	34
Annex A (normative) Humidity robustness grades for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required		35
A.1	Scope	35
A.2	Humidity robustness grades	35
A.2.1	Standard	35
A.2.2	Grade (I) robustness under humidity	35
A.2.3	Grade (II) robustness under high humidity	35
A.2.4	Grade (III) high robustness under high humidity	35
A.3	Indication of humidity robustness grades	35
Bibliography		36
Table 1 – Preferred values		11
Table 2 – Preferred combinations of capacitance value series and tolerances		12
Table 3 – Sampling plan for qualification approval tests, assessment level EZ		15
Table 4 – Test schedule for qualification approval		16
Table 5 – Lot-by-lot inspection		21
Table 6 – Periodic inspection		22
Table 7 – Combinations of test point and test voltage		23
Table 8 – Tangent of loss angle limits, 1 kHz		24
Table 9 – Tangent of loss angle limits, 10 kHz		24
Table 10 – Insulation resistance requirements		25

Table 11 – Temperature coefficient factors	25
Table 12 – Characteristics at lower category temperature	26
Table 13 – Characteristics at upper category temperature	27
Table 14 – Preferred severities	30
Table 15 – Test conditions	32
Table 16 – Lead spacing	33

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-16:2019

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 16: Sectional specification –
Fixed metallized polypropylene film dielectric DC 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 60384-16 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

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

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

- a) revision of the structure in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2: 2016 to the extent practicable, and harmonization between other similar kinds of documents;
- b) in addition, Clause 4 and all the tables have been reviewed in order to prevent duplications and contradictions.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
40/2686/FDIS	40/2691/RVD

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

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

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

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

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

The contents of the corrigendum of December 2020 have been included in this copy.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-16:2019

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 16: Sectional specification – Fixed metallized polypropylene film dielectric DC capacitors

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 applies to fixed capacitors with metallized electrodes and polypropylene dielectric for use in electronic equipment.

These capacitors can have "self-healing properties" depending on conditions of use. They are mainly intended for use with direct voltage.

The maximum power to be applied is 500 var at 50 Hz and the maximum peak voltage is 2 500 V.

The following two grades are covered;

- a) Grade 1: for long-life application;
- b) Grade 2: for general application.

Capacitors for alternating voltage and pulse applications are not included, but are covered by IEC 60384-17.

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

Capacitors for electrical shock hazard protection (covered by IEC 60065) and fluorescent lamp and motor capacitors are also excluded.

1.2 Object

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

1.3 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

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

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

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

1.4 Information to be given in a detail specification

1.4.1 General

Detail specifications shall be derived from the blank detail specification.

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

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

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

1.4.2 Outline drawing and dimensions

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

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

Normally, the numerical values shall be given for the length of the body, the width and height of the body and the wire spacing, or for cylindrical types, the body diameter, and the length and diameter of the terminals. When necessary, for example, when a number of items (capacitance values/voltage ranges) are covered by a detail specification, the dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

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

- width, length and height, or for cylindrical types, diameter and length.

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

- width or diameter, length and spacing.

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

1.4.3 Mounting

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

1.4.4 Ratings and characteristics

1.4.4.1 General

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

1.4.4.2 Nominal capacitance range

See 2.2.1.

When products approved in accordance with the detail specification have different ranges, the following statement should be added:

"The nominal capacitance range available in each voltage range is given in the register of approvals, available for example on the IECQ on-line certificate system website www.iecq.org".

1.4.4.3 Particular characteristics

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

1.4.4.4 Soldering

The detail specification shall prescribe the test methods, severities and requirements applicable for the solderability and the resistance to the soldering heat test.

1.4.5 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the capacitor and on the packaging. When there are deviations from 1.6, these shall be stated in the detail specification.

1.5 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

1.5.1

performance grade 1 capacitors

<long-life> capacitors intended 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 are not necessary

1.5.3

stability grade

capacitance drift after climatic and mechanical tests and after endurance tests

Note 1 to entry: The performance grade and the stability grade shall be noted in the detail specification.

1.5.4

performance grade and stability grade combinations

designation for combined performance grade and stability grade

SEE: Table 1

Table 1 – Preferred values

Performance grade	Stability grade	Combination designation
1	1	1.1
	2	1.2
2	–	2

Note 1 to entry: The three combinations of performance grades and stability grades concern capacitance stability and $\tan \delta$ values. Distinction in performance of the three combinations is shown in Table 4.

1.5.5

rated voltage

maximum DC voltage that can be applied continuously to a capacitor at the rated temperature

Note 1 to entry: The sum of the DC voltage and the peak AC voltage applied to the capacitor shall not exceed the rated voltage. The value of the peak AC voltage allowed at different frequencies is under consideration.

1.6 Marking

1.6.1 General

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

1.6.2 Information for marking

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

- nominal capacitance;
- rated voltage (DC voltage may be indicated by the symbol $\overline{\text{—}}$ (IEC 60417-5031-2002-10) or —);
- tolerance on rated capacitance;
- year and month (or, year and week) of manufacture;
- manufacturer's name and/or trademark;
- climatic category;
- manufacturer's type designation;
- reference to the detail specification.

1.6.3 Marking on capacitors

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

1.6.4 Marking on packaging

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

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

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

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

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

Lower category temperature:	–55 °C, –40 °C, –25 °C and –10 °C;
Upper category temperature:	+70 °C, +85 °C, +100 °C and +105 °C;
Duration of the damp heat, steady-state test:	4, 10, 21 and 56 days.

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

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Nominal capacitance (C_N)

Preferred values of nominal capacitance shall be taken from the E series of IEC 60063.

2.2.2 Tolerances on nominal capacitance

Preferred tolerances on the nominal capacitance are;

±20 %, ±10 %, ±5 %, ±2 % and ±1 %.

2.2.3 Nominal capacitance with associated tolerance values

For preferred combinations of capacitance, series and tolerances are shown in Table 2.

Table 2 – Preferred combinations of capacitance value series and tolerances

Preferred combinations	
Series	Tolerances
E 6	±20 %
E 12	±10 %
E 24	±5 %
E 48	±2 %
E 96	±1 %

2.2.4 Rated voltage (U_R)

The preferred values of rated voltages taken from the R5 series of ISO 3 are:

40 V – 63 V – 100 V – 160 V – 250 V – 400 V – 630 V – 1 000 V – 1 600 V – 2 500 V.

2.2.5 Category voltage (U_C)

The category voltage is equal to the rated voltage U_R for upper category temperatures up to 85 °C. For an upper category temperature of > 85 °C, the category voltage is 0,7 U_R .

2.2.6 Rated temperature

The standard value for rated temperature is 85 °C. Except for an upper category temperature of 70 °C where the rated temperature is 70 °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 can be of different case sizes, capacitance and voltage values.

3.3 Certified records of released lots

The information required in IEC 60384-1:2016, Q.1.5, shall be made available when prescribed in the detail specification and when requested by a purchaser. After the endurance test, the required parameters are the capacitance change, tangent of loss angle and the insulation resistance.

3.4 Qualification approval procedures

3.4.1 General

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

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

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

3.4.2.1 Sampling

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

The sample shall consist of specimens having the maximum and minimum 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 fewer than four values, the number of specimens to be tested shall be that required for four values.

- a) Two (for 6 values) or three (for 4 values) per value may be used as replacements for specimens, which are non-conforming because of incidents not attributable to the manufacturer.

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

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

Table 3 gives the number of samples to be tested in each group or subgroup together with the permissible number of non-conforming items for qualification approval tests.

3.4.2.2 Tests

The complete series of tests specified in Table 3 and Table 4 are required for the approval of capacitors covered by a detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

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

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

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

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

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

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

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

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

Group No.	Test	Subclause	Number of specimens (<i>n</i>) and permissible number of non-conforming items (<i>c</i>)					
			Per value ^b <i>n</i>	For four or fewer values to be tested ^b		For six values to be tested ^b		
				4 <i>n</i>	<i>c</i>	6 <i>n</i>	<i>c</i>	
0	Visual examination	4.1	29	116	0	174	0	
	Dimensions	4.1						
	Capacitance	4.2.2						
	Tangent of loss angle	4.2.3						
	Voltage proof	4.2.1						
	Insulation resistance	4.2.4						
	Inductance ^a	4.2.5	(+5) ^a	(+20) ^a		(+30) ^a		
1	Sealing ^a	4.16	(+5) ^a	(+20) ^a		(+30) ^a		
	Spare specimens		2	8		12		
	1A Robustness of terminations	4.3	3	12	0	18	0	
	Resistance to soldering heat	4.4						
	Component solvent resistance	4.14						
	1B Solderability	4.5	6	24	0	36	0	
	Solvent resistance of the marking	4.15						
	Rapid change of temperature	4.6						
	Vibration	4.7						
	Bump or shock ^a	4.8 or 4.9						
1	Climatic sequence	4.10	9	36	0	54	0	
2	Damp heat, steady state	4.11	5	20	0	30	0	
	Damp heat, steady state with voltage		(+5) ^a	(+20) ^a		(+30) ^a		
3	Endurance	4.12	10	40	0	60	0	
4	Characteristics depending on temperature ^a	4.2.6			0			0
	Charge and discharge	4.13	5	20		30		

^a If required.

^b For capacitance-voltage combinations, see 3.4.2.

Table 4 – Test schedule for qualification approval

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 0	ND		See Table 3	
4.1 Visual examination		See 4.1.2		Legible marking and as specified in the detail specification
4.1 Dimensions (detail)		See 4.1.2		See detail specification
4.2.2 Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
4.2.3 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		See 4.2.3.3 and 4.2.3.5
4.2.1 Voltage proof		See 4.2.1.2 and 4.2.1.3		No breakdown or flashover
4.2.4 Insulation resistance		See 4.2.4.3		See Table 10
4.2.5 Inductance ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.11		see detail specification
4.16 Sealing ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.20		No seepage of impregnant or harmful deformation of the case
Group 1A	D		See Table 3	
4.3 Robustness of terminations		See IEC 60384-1:2016, 4.13		
4.3.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		≤ initial limit
4.3.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		no visible damage
Capacitance		See 4.2.2.2		See detail specification
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		See detail specification
4.4 Resistance to soldering heat		See IEC 60384-1:2016, 4.14		
4.4.2 Preconditioning		See 4.4.2		
4.4.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No visible damage
Capacitance		See 4.2.2.2		$ \Delta C/C $ for Grade 1.1: ≤ 1 % Grade 1.2: ≤ 2 % Grade 2: ≤ 3 %
				of value measured in 4.3.2
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		Increase of $\tan \delta$ for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: for Grade 1.1: ≤ 0,001 Grade 1.2: ≤ 0,002 Grade 2: ≤ 0,004 for $C_N > 1 \mu\text{F}$: see detail specification ^c

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 1A (<i>continued</i>)	D		See Table 3	
4.14 Component solvent resistance ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.31		
Group 1B	D		See Table 3	
4.5 Solderability		See 4.5.3		
4.5.2 Preconditioning		See 4.5.2		
4.5.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations or solder shall flow within specified detail specification, as applicable
4.15 Solvent resistance of the marking ^d		See IEC 60384-1:2016, 4.32		
4.6 Rapid change of temperature		See 4.6.3		
4.6.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		≤ initial limit
4.6.4 Recovery ^d		See 4.6.4		
4.6.5 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No visible damage
Capacitance		See 4.2.2.2		See detail specification
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		See detail specification
4.7 Vibration		See 4.7.3		
4.7.2 Mounting		See 4.7.2		
4.7.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No visible damage
4.8 Bump (or shock, see 4.9) ^d		See 4.8.4		
4.9 Shock (or bump, see 4.8) ^d		See 4.9.4		
4.8.2 or 4.9.2 Mounting		See 4.8.2 or 4.9.2		
4.8.5 or 4.9.5				
Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No visible damage
Capacitance		See 4.2.2.2		$ \Delta C/C $ for Grade 1.1: ≤ 1 % Grade 1.2: ≤ 2 % Grade 2: ≤ 3 %
				of value measured in 4.6.2
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		Increase of $\tan \delta$: for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: for Grade 1.1: ≤ 0,001 Grade 1.2: ≤ 0,002 Grade 2: ≤ 0,004
				for $C_N > 1 \mu\text{F}$: see detail specification, compared to values measured in 4.6.2 ^c
Insulation resistance		See 4.2.4.3		≥ 50 % of value measured in 4.2.4

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 1	D		See Table 3	
4.10 Climatic sequence				
4.10.2 Initial inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No visible damage
Capacitance ^{e f}		See 4.2.2.2		See detail specification
Tangent of loss angle ^{e f}		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		See detail specification
Insulation resistance ^{e g}		See 4.2.4.3		See detail specification
4.10. Dry heat		See IEC 60384-1:2016, 4.21.3		
4.10.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle		See IEC 60384-1:2016, 4.21.4		
4.10.5 Cold		See IEC 60384-1:2016, 4.21.5		
4.10.6 Low air pressure ^d		See 4.10.6.2		
4.10.6.3 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No permanent breakdown, flashover or harmful deformation of the case
4.10.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles		See 4.10.7.2		
4.10.7.3 Recovery ^d		See 4.10.7.3		
4.10.7.4 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No visible damage Legible marking
Capacitance		See 4.2.2.2		$ \Delta C/C $ for Grade 1.1: $\leq 1\%$ Grade 1.2: $\leq 3\%$ Grade 2: $\leq 5\%$ of value applied in 4.10.2 ^c
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		Increase of $\tan \delta$: for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: for Grade 1.1: $\leq 0,0015$ Grade 1.2: $\leq 0,003$ Grade 2: $\leq 0,005$
Insulation resistance		See 4.2.4.3		for $C_N > 1 \mu\text{F}$: see detail specification ^c $\geq 50\%$ of values in 4.2.4

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 2	D		See Table 3	
4.11 Damp heat, steady state		See 4.11.3		
Damp heat, steady state with voltage				
4.11.2 Initial inspections		See 4.11.2		Within specified tolerance
Capacitance		See 4.2.2.2		≤ initial limit
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		
4.11.4 Recovery ^d		See 4.11.4		
4.11.3 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No visible damage
Capacitance		See 4.2.2.2		Legible marking
				$ \Delta C/C $ for Grade 1.1: ≤ 1 %
				Grade 1.2: ≤ 3 %
				Grade 2: ≤ 5 %
				of value measured in 4.11.2
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		Increase of tan δ :
				for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$:
				for Grade 1: ≤ 0,001
				Grade 2: ≤ 0,002
				for $C_N > 1 \mu\text{F}$: see detail
				specification, compared to
				values measured in 4.11.2 ^c
Insulation resistance		See 4.2.4.3		≥ 50 % of values in 4.2.4
Group 3	D		See Table 3	
4.12 Endurance		See 4.12.3		
4.12.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
Tangent of loss angle		For $C_N > 1 \mu\text{F}$: See 4.2.3.2		≤ initial limit
		For $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: See 4.2.3.4		
4.12.4 Recovery		See 4.12.4		
4.12.5 Final inspections				
Visual examination		See 4.1.2		No visible damage
Capacitance		See 4.2.2.2		Legible marking
				$ \Delta C/C $ for Grade 1.1: ≤ 1 %
				Grade 1.2: ≤ 3 %
				Grade 2: ≤ 5 %
				of value measured in 4.12.2
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		Increase of tan δ :
				for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$:
				for Grade 1: ≤ 0,002
				Grade 2: ≤ 0,004
				for $C_N > 1 \mu\text{F}$: see detail
				specification, compared to
				values measured in 4.12.2 ^c
Insulation resistance		See 4.2.4.3		≥ 50 % of values in 4.2.4

Subclause number, test and inspection items ^a	D or ND ^b	Conditions of test and measurements ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of permissible non-conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements ^a
Group 4	D		See Table 3	
4.12.6 Characteristics depending on temperature ^d		See 4.2.6.2		
4.12.6.3 Requirements				
Capacitance		See 4.2.2.2		See Table 12 and Table 13
Insulation resistance		See 4.2.4.3		See Table 10
4.13 Charge and discharge		See 4.13.3		
4.13.2 Initial inspections				
Capacitance		See 4.2.2.2		Within specified tolerance
Tangent of loss angle		For $C_N > 1 \mu\text{F}$: See 4.2.3.2 For $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: See 4.2.3.4		$\leq$ initial limit
4.13.4 Recovery ^d		See 4.13.4		
4.13.5 Final inspections				
Capacitance		See 4.2.2.2		$ \Delta C/C $ for Grade 1.1: $\leq 1 \%$ Grade 1.2: $\leq 3 \%$ Grade 2: $\leq 5 \%$ of value measured in 4.13.2
Tangent of loss angle		See 4.2.3.2 and 4.2.3.4		Increase of $\tan \delta$: for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: for Grade 1: $\leq 0,003$ Grade 2: $\leq 0,005$ for $C_N > 1 \mu\text{F}$: see detail specification, compared to values measured in 4.13.2 ^c
Insulation resistance		See 4.2.4.3		$\geq 50 \%$ of values in 4.2.4
^a Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4. ^b In this table: D = destructive; ND = non-destructive. ^c C_N = nominal capacitance in microfarads. ^d If required. ^e For use as reference value. ^f Whether 4.4.4, 4.8.5 or 4.9.5 applies shall be stated in the detail specification. ^g Whether 4.8.5 or 4.9.5 applies shall be stated in the detail specification.				

3.5 Quality conformance inspection

3.5.1 Formation of inspection lots

3.5.1.1 Groups A and B inspection

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

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

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

3.5.1.2 Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

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

3.5.2 Test schedule

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

3.5.3 Delayed delivery

When, according to the procedures of IEC 60384-1:2016, Q.1.7, re-inspection should be made, solderability and capacitance shall be checked as specified in the inspection of Groups A and B.

3.5.4 Assessment levels

The assessment levels given in the blank detail specification shall preferably be selected from Table 5 and Table 6:

Table 5 – Lot-by-lot inspection

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

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

^b IL= inspection level

n = sample size

c = permissible number of nonconforming items

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

^d Number to be tested: sample size shall be determined in accordance with IEC 61193-2:2007, 4.3.2.

Table 6 – Periodic inspection

Inspection subgroup ^a	EZ		
	p^b	n^b	c^b
C1A	6	5	0
C1B	6	5	0
C1	6	10	0
C2	6	10	0
C3	6	10	0
C4	6	10	0
C5	6	10	0
^a The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the blank detail specification. ^b p = periodicity in months n = sample size c = permissible number of non-conforming items.			

4 Test and measurement procedures

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

4.1 Visual examination and check of dimensions

4.1.1 General

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

4.1.2 Test conditions

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

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

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

4.1.3 Requirements

See Table 4.

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

4.2 Electrical tests

4.2.1 Voltage proof

4.2.1.1 General

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

4.2.1.2 Test circuit

Delete the capacitor C_1 .

The product of R_1 and the nominal capacitance of the capacitor under the 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.

4.2.1.3 Test conditions

The voltages given in Table 7 shall be applied between the measuring points of IEC 60384-1:2016, 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 7 – Combinations of test point and test voltage

Test point	Test voltage
1 a)	Grade 1: 1,6 U_R Grade 2: 1,4 U_R
1 b), 1 c)	2 U_R with a minimum of 200 V
NOTE The occurrence of self-healing breakdowns during the application of the test voltages is allowed.	

4.2.1.4 Requirements

See Table 4.

4.2.2 Capacitance

4.2.2.1 General

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

4.2.2.2 Measuring conditions

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

The applied peak voltage at 1 kHz 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 RMS).

4.2.2.3 Requirements

See Table 4.

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

4.2.3.1 General

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

4.2.3.2 Measuring conditions for measurements at 1 kHz

The measuring conditions are as follows:

- frequency: 1 kHz;
- peak voltage: $\leq 3\%$ of the rated voltage;
- inaccuracy: $\leq 5 \times 10^{-4}$ (absolute value).

4.2.3.3 Requirement for measurement at 1 kHz

$\tan \delta$ shall not exceed the applicable values shown in Table 8.

Table 8 – Tangent of loss angle limits, 1 kHz

Nominal capacitance μF	Tan δ (absolute value)	
	Grade 1 capacitors	Grade 2 capacitors
≤ 1	$\leq 10 \times 10^{-4}$	$\leq 20 \times 10^{-4}$
For $C_N > 1 \mu\text{F}$, values of $\tan \delta$ shall be specified in the detail specification.		

4.2.3.4 Measuring conditions for measurements at 10 kHz

For capacitors with $C_N \leq 1 \mu\text{F}$, $\tan \delta$ shall be measured as follows:

- frequency: 10 kHz;
- voltage: $\leq 1 \text{ V}$ (RMS);
- inaccuracy: $\leq 5 \times 10^{-4}$ (absolute value).

4.2.3.5 Requirement for measurement at 10 kHz

$\tan \delta$ shall not exceed the applicable values shown in Table 9.

Table 9 – Tangent of loss angle limits, 10 kHz

Nominal capacitance μF	Tan δ (absolute value)	
	Grade 1 capacitors	Grade 2 capacitors
≤ 1	$\leq 20 \times 10^{-4}$	$\leq 40 \times 10^{-4}$
For $C_N > 1 \mu\text{F}$, values of $\tan \delta$ shall be specified in the detail specification.		

4.2.4 Insulation resistance

4.2.4.1 General

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

4.2.4.2 Preconditioning

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

4.2.4.3 Measuring conditions

The measuring voltage shall be in accordance with IEC 60384-1:2016, 4.5.2.

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 under the measurement shall be smaller than 1 s or any other value prescribed in the detail specification.

4.2.4.4 Requirements

The insulation resistance shall meet the requirements given in Table 10:

Table 10 – Insulation resistance requirements

Requirement	Minimal RC product ^a s				Minimum insulation resistance between the terminations GΩ		Minimum insulation resistance between terminations and case GΩ
C_N	> 0,33 μF				≤ 0,33 μF		All capacitances
U_R	> 100 V		≤ 100 V		All voltages		All voltages
Grade	1	2	1	2	1	2	All grades
Required value	30 000	7 500	15 000	3 750	100	25	100
Measuring points ^b	1a)						1b), 1c)
^a R = Insulation resistance between the terminations, $C = C_N$: Nominal capacitance							
^b In accordance with IEC 60384-1:2016, Table 3.							
NOTE 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 polypropylene film capacitors.							

4.2.4.5 Temperature coefficient factor

When the test is made 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 11 can be considered as an average for metallized polypropylene film capacitors:

Table 11 – Temperature coefficient factors

Temperature °C	Correction factor
15	0,75
20	1
23	1,25
27	1,5
30	1,75
35	2

4.2.5 Inductance (if required)

4.2.5.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.11, with the following details.

4.2.5.2 Requirements

See Table 4.

An approximative value can be provided from measurement of the resonance frequency and the capacitance value measured in 4.2.2.

4.2.6 Characteristics depending on temperature (if required)

4.2.6.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.24.1, with the following details.

4.2.6.2 Measuring conditions

The capacitance measurements shall be carried out at the temperature b), d) and f) of IEC 60384-1:2016, 4.24.1.2.

The measurement of insulation resistance is also carried out at the temperature f) of IEC 60384-1:2016, 4.24.1.2.

The measuring points of insulation resistance are 1a), 1b), 1c) from IEC 60384-1:2016, Table 3.

4.2.6.3 Requirements

Requirements in lower and upper category temperature are given in Table 12 and Table 13, respectively.

Table 12 – Characteristics at lower category temperature

Test temperature as given in item b) of IEC 60384-1:2016, 4.24.1.2	Temperature characteristic of capacitance
–10 °C and –25 °C	$0 \leq \frac{\Delta C}{C} \leq + 2,25 \%$
–40 °C	$0 \leq \frac{\Delta C}{C} \leq + 3 \%$
–55 °C	$0 \leq \frac{\Delta C}{C} \leq + 3,75 \%$

Table 13 – Characteristics at upper category temperature

Test temperature as given in item b) of IEC 60384-1:2016, 4.24.1.2	Temperature characteristic of capacitance	Insulation resistance (measuring point 1 a) of IEC 60384-1:2016, Table 3)		Insulation resistance (measuring point 1b) and 1c) of IEC 60384-1:2016, Table 3) GΩ
		$C_R > 0,33 \mu F$ $R_i \times C_R$ s	$C_R > 0,33 \mu F$ R_i GΩ	
70 °C	$-2,5 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0$	1 500	5	5
85 °C	$-3,25 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0$	1 200	4	4
100 °C	$-4 \% \leq \frac{\Delta C}{C} \leq 0$	750	2,5	2,5

4.3 Robustness of terminations

4.3.1 General

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

4.3.2 Initial inspections

See Table 4.

4.3.3 Test method

See IEC 60384-1:2016, 4.13.

4.3.4 Final inspections

See Table 4.

4.4 Resistance to soldering heat

4.4.1 General

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

4.4.2 Preconditioning

No pre-drying.

4.4.3 Test conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.14.

4.4.4 Final inspections

See Table 4.

4.5 Solderability

4.5.1 General

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

4.5.2 Preconditioning

No ageing.

4.5.3 Test conditions

See IEC 60384-1:2016, 4.15.3.

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

4.5.4 Final inspections

See Table 4.

4.6 Rapid change of temperature

4.6.1 General

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

4.6.2 Initial inspections

See Table 4.

4.6.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- the capacitors shall be tested for 5 cycles;
- the duration of the exposure at each temperature limit shall be 30 min, unless otherwise specified in the detail specification.

4.6.4 Recovery (if required)

Recovery period shall be specified in the detail specifications.

4.6.5 Final inspections

See Table 4.

4.7 Vibration

4.7.1 General

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

4.7.2 Mounting

The mounting method to be used shall be prescribed in the detail specification.

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

4.7.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- amplitude or acceleration: 0,75 mm or 100 m/s², whichever is the lower amplitude;
- frequency: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz or 10 Hz to 2 000 Hz, unless otherwise specified in the detail specification;
- total duration: 6 h (2 h for each of the three [X, Y, and Z] axes).

4.7.4 Final inspections

See Table 4.

4.8 Bump (if required)

4.8.1 General

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

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

4.8.2 Mounting

The mounting method to be used shall be prescribed in the detail specification.

For capacitors with axial leads and intended to be mounted by the leads only, the distance between the capacitor body and the mounting point shall be 6 mm ± 1 mm.

4.8.3 Initial inspections

Not required.

4.8.4 Test conditions

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

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

4.8.5 Final inspections

See Table 4.

4.9 Shock (if required)

4.9.1 General

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

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

4.9.2 Mounting

The mounting method to be used shall be prescribed in the detail specification.

For capacitors with axial leads and intended to be mounted by the leads only, the distance between the capacitor body and the mounting point shall be 6 mm ± 1 mm.

4.9.3 Initial inspections

Not required.

4.9.4 Test conditions

The detail specification shall state which of the preferred severities shown in Table 14 applies.

Pulse-shape: half-sine.

Table 14 – Preferred severities

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

4.9.5 Final inspections

See Table 4.

4.10 Climatic sequence

4.10.1 General

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

4.10.2 Initial inspections

See Table 4.

4.10.3 Dry heat

See IEC 60384-1:2016, 4.21.3.

4.10.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2016, 4.21.4.

4.10.5 Cold

See IEC 60384-1:2016, 4.21.5.

4.10.6 Low air pressure (if required)

4.10.6.1 General

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

4.10.6.2 Test conditions

Test conditions are as follows:

- temperature: 15 °C to 35 °C;
- pressure: 8 kPa;
- duration: 1 h;

- applied voltage: rated voltage, during the last 5 min of the test;

4.10.6.3 Final inspections

See Table 4.

4.10.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles

4.10.7.1 General

See IEC 60384-1:2016, 4.21.7, with the following details.

4.10.7.2 Test conditions

Within 15 min after removal from the damp heat test, the rated voltage shall be applied for 1 min at test point A using the test circuit conditions as given in 4.2.1.2.

4.10.7.3 Recovery (if required)

Recovery period shall be specified in the detail specifications.

4.10.7.4 Final inspections

See Table 4.

4.11 Damp heat, steady state

4.11.1 General

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

4.11.2 Initial inspections

See Table 4.

4.11.3 Test conditions

Test conditions are as follows:

- temperature: 40 °C ± 2 °C;
- relative humidity: (93 ± 3) %;
- applied voltage:
 - a) No voltage shall be applied;
 - b) If the detail specification so requires, there shall be another test group for testing with nominal voltage. The detail specification shall define the inspection and measurement requirements. Both test groups are equal in size.
- duration: 4, 10, 21 or 56 days.

Within 15 min after removal from the damp heat test, the voltage proof test in accordance with 4.2.1 shall be carried out, but with the rated voltage applied.

4.11.4 Recovery (if required)

The recovery period shall be 1 h to 2 h.

4.11.5 Final inspections

After recovery, the capacitors shall be visually inspected and measured and shall meet the requirements given in Table 4. The requirements for testing without voltage and with voltage should be separately defined.

4.11.6 Humidity robustness grades

Annex A describes classification of various humidity robustness grades and the associated test conditions. If the detail specification describes a humidity robustness grade, it should be selected from Annex A.

4.12 Endurance

4.12.1 General

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

4.12.2 Initial inspections

See Table 4.

4.12.3 Test conditions

Performance grade 1 capacitors shall be tested for 2 000 h and performance grade 2 capacitors for 1 000 h as follows:

Table 15 – Test conditions

Upper category temperature	70 °C	85 °C	100 °C ^a	
Test temperature	70 °C	85 °C	100 °C	85 °C
Applied DC voltage	1,25 U_R	1,25 U_R	1,25 U_C	1,25 U_R
^a Specimen upper category temperature 100 °C shall be subdivided into two items with same number. If the upper limit category temperature is 105 °C, the test is carried out at 105 °C.				

The test voltage shall be applied to each capacitor individually through a resistor whose value R is equal to $\frac{0,022}{C_N} \Omega$, where C_N is the nominal capacitance in farads and R is the resistance in ohms and is to be within 30 % of the calculated value with a maximum of 2 M Ω .

4.12.4 Recovery

Capacitors shall recover and be discharged across the same resistor R , as defined in 4.12.3.

4.12.5 Final inspections

See Table 4.

4.13 Charge and discharge

4.13.1 General

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

4.13.2 Initial inspections

See Table 4.

4.13.3 Test conditions

The capacitors shall be subjected to 10 000 cycles of charge and discharge at a rate between 0,1 and 60 cycles per second under standard atmospheric conditions for testing. The rate of testing shall not cause the capacitor can to rise by more than 10 °C above ambient temperature. Each cycle shall consist of charging and discharging the capacitor. In the case of a dispute, the reference rate is 1 cycle per second.

Each capacitor shall be individually discharged through a low-inductance resistor R_1 calculated from

$$R_1 = \frac{U_R}{C_N \times \frac{dU}{dt}}$$

where

U_R is the rated voltage of the capacitor;

C_N is the nominal capacitance, in microfarads;

$\frac{dU}{dt}$ is the appropriate value in volts/microsecond shown in the Table 16;

R_1 is the resistance value of the entire discharge circuit and shall have the nearest value to the calculated value in the E24 series with a minimum of 2,2 Ω .

- The applied voltage for the test shall be $U_R \pm 5\%$.
- The capacitors shall be charged through a resistor R_2 having a value $R_2 \geq 22 R_1$.
- The time allowed for charging shall be not less than $10 \times C_R \times R_2$.

a) Test dU/dt (V/ μ s) for radial lead capacitors

Table 16 – Lead spacing

Lead spacing in multiples of "e" (2,5 mm or 2,54 mm) ^a								
Rated voltage	2e	3e	4e	6e	9e	11e	15e	17e
40	50	28	21,5	13	8	6,4	4,8	4,2
63	58	32,5	24,5	15	9,2	7,4	5,5	4,8
100	96,5	54	47,5	27	16	12,9	9,5	8,3
250		105	76	43	30	20,5	15,5	13
400		210	152	86	52	41	30,5	26,5
630			269	141	82,5	64,5	47	40,5

The nearest lead spacing to the roll length shall be used to determine the test dU/dt .

NOTE The dU/dt values, given in the table are for test purposes only and are not necessarily equal to the dU/dt values that the capacitor will withstand during continuous operation.

^a Where the lead spacing does not correspond to the distance between sprayed surfaces, i.e. the roll length, the detail specification shall prescribe the roll lengths or how the roll lengths shall be determined.

b) Test dU/dt (V/ μ s) for axial lead capacitors

The test dU/dt shall be that for the nearest lead spacing for radial capacitors to the dimension (body length – 3 mm) unless this does not correspond approximately to the roll length, in which case the detail specification shall prescribe the roll length or how it is to be determined.

4.13.4 Recovery (if required)

Recovery period shall be specified in the detail specifications.

4.13.5 Final inspections

See Table 4.

4.14 Component solvent resistance

See IEC 60384-1:2016, 4.31.

4.15 Solvent resistance of the marking

See IEC 60384-1:2016, 4.32.

4.16 Sealing

See IEC 60384-1:2016, 4.20.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-16:2019

Annex A

(normative)

Humidity robustness grades for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required

A.1 Scope

In addition to the description of preferred climatic categories in 2.1 and damp heat, steady state test in 4.11, this Annex A describes specific humidity robustness grades for applications, where high stability under high humidity operating conditions is required.

A.2 Humidity robustness grades

A.2.1 Standard

See 2.1 and 4.11.3, a).

In this grade, humidity robustness under operating condition with applied voltage is not defined.

A.2.2 Grade (I) robustness under humidity

An additional sample shall be tested with rated DC voltage applied. See 2.1 and 4.11.3, b).

Test condition: damp heat, steady state; 40 °C / 93 % RH duration 21 days, rated DC voltage applied.

A.2.3 Grade (II) robustness under high humidity

An additional sample shall be tested with rated DC voltage applied. See 2.1 and 4.11.3, b).

Test condition: damp heat, steady state; 40 °C / 93 % RH duration 56 days, rated DC voltage applied.

A.2.4 Grade (III) high robustness under high humidity

An additional sample shall be tested with rated DC voltage applied. See 2.1 and 4.11.3, b).

Test condition: damp heat, steady state; 60 °C / 93 % RH duration 56 days, rated DC voltage applied.

NOTE 1 In this grade, the test temperature has been increased to 60 °C from the standard condition to keep the test time in acceptable limits.

NOTE 2 For this kind of capacitor, the 85 °C / 85% RH test should be avoided because it can generate failure mechanisms, which are non-existent in the actual usage of capacitors.

The requirements for the tests have to be given in the detail specification.

A.3 Indication of humidity robustness grades

In addition to the climatic category, information on the humidity robustness grade shall be indicated in the information provided by the manufacturer. Marking on the capacitor is not required.

Bibliography

IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

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 60384-17, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 17: Sectional specification – Fixed metallized polypropylene film dielectric AC and pulse capacitors*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-16:2019

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-16:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	42
1 Généralités	44
1.1 Domaine d'application	44
1.2 Objet	44
1.3 Références normatives	44
1.4 Informations devant figurer dans une spécification particulière	45
1.4.1 Généralités	45
1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions	45
1.4.3 Montage	46
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques	46
1.4.5 Marquage	46
1.5 Termes et définitions	46
1.6 Marquage	47
1.6.1 Généralités	47
1.6.2 Informations relatives au marquage	47
1.6.3 Marquage sur les condensateurs	48
1.6.4 Marquage sur l'emballage	48
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles	48
2.1 Caractéristiques préférentielles	48
2.2 Valeurs assignées préférentielles	48
2.2.1 Capacité nominale (C_N)	48
2.2.2 Tolérances sur la capacité nominale	48
2.2.3 Capacité nominale avec les valeurs de tolérances associées	48
2.2.4 Tension assignée (U_R)	49
2.2.5 Tension de catégorie (U_C)	49
2.2.6 Température assignée	49
3 Procédures d'assurance de la qualité	49
3.1 Étape initiale de fabrication	49
3.2 Modèles associables	49
3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés	49
3.4 Procédures d'homologation	49
3.4.1 Généralités	49
3.4.2 Homologation fondée sur les procédures avec un nombre d'échantillons fixe	50
3.5 Contrôle de conformité de la qualité	56
3.5.1 Formation des lots de contrôle	56
3.5.2 Programme d'essais	57
3.5.3 Livraison différée	57
3.5.4 Niveaux d'assurance	57
4 Procédures d'essais et de mesures	58
4.1 Examen visuel et contrôle des dimensions	58
4.1.1 Généralités	58
4.1.2 Conditions d'essai	58
4.1.3 Exigences	58
4.2 Essais électriques	58
4.2.1 Tenue en tension	58

4.2.2	Capacité	59
4.2.3	Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)	59
4.2.4	Résistance d'isolement	60
4.2.5	Inductance (si exigée)	62
4.2.6	Caractéristiques dépendant de la température (si exigées)	62
4.3	Robustesse des sorties	63
4.3.1	Généralités	63
4.3.2	Contrôles initiaux	63
4.3.3	Méthode d'essai	63
4.3.4	Contrôles finaux	63
4.4	Résistance à la chaleur de brasage	63
4.4.1	Généralités	63
4.4.2	Préconditionnement	63
4.4.3	Conditions d'essai	63
4.4.4	Contrôles finaux	63
4.5	Brasabilité	63
4.5.1	Généralités	63
4.5.2	Préconditionnement	64
4.5.3	Conditions d'essai	64
4.5.4	Contrôles finaux	64
4.6	Variations rapides de température	64
4.6.1	Généralités	64
4.6.2	Contrôles initiaux	64
4.6.3	Conditions d'essai	64
4.6.4	Rétablissement (si exigé)	64
4.6.5	Contrôles finaux	64
4.7	Vibrations	64
4.7.1	Généralités	64
4.7.2	Montage	64
4.7.3	Conditions d'essai	64
4.7.4	Contrôles finaux	65
4.8	Secousses (si exigées)	65
4.8.1	Généralités	65
4.8.2	Montage	65
4.8.3	Contrôles initiaux	65
4.8.4	Conditions d'essai	65
4.8.5	Contrôles finaux	65
4.9	Chocs (si exigés)	65
4.9.1	Généralités	65
4.9.2	Montage	65
4.9.3	Contrôles initiaux	66
4.9.4	Conditions d'essai	66
4.9.5	Contrôles finaux	66
4.10	Séquence climatique	66
4.10.1	Généralités	66
4.10.2	Contrôles initiaux	66
4.10.3	Chaleur sèche	66
4.10.4	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle	66
4.10.5	Froid	66

4.10.6	Basse pression atmosphérique (si exigée).....	66
4.10.7	Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants.....	67
4.11	Essai continu de chaleur humide.....	67
4.11.1	Généralités.....	67
4.11.2	Contrôles initiaux.....	67
4.11.3	Conditions d'essai.....	67
4.11.4	Rétablissement (si exigé).....	68
4.11.5	Contrôles finaux.....	68
4.11.6	Niveaux de résistance à l'humidité.....	68
4.12	Endurance.....	68
4.12.1	Généralités.....	68
4.12.2	Contrôles initiaux.....	68
4.12.3	Conditions d'essai.....	68
4.12.4	Rétablissement.....	68
4.12.5	Contrôles finaux.....	68
4.13	Charge et décharge.....	69
4.13.1	Généralités.....	69
4.13.2	Contrôles initiaux.....	69
4.13.3	Conditions d'essai.....	69
4.13.4	Rétablissement (si exigé).....	70
4.13.5	Contrôles finaux.....	70
4.14	Résistance au solvant des composants.....	70
4.15	Résistance au solvant du marquage.....	70
4.16	Étanchéité.....	70
Annexe A (normative)	Niveaux de résistance à l'humidité pour des applications exigeant une grande stabilité dans des conditions de fonctionnement avec une humidité élevée.....	71
A.1	Domaine d'application.....	71
A.2	Niveaux de résistance à l'humidité.....	71
A.2.1	Norme.....	71
A.2.2	Niveau (I) de résistance à l'humidité.....	71
A.2.3	Niveau (II) de résistance à une humidité élevée.....	71
A.2.4	Niveau (III) de forte résistance à une humidité élevée.....	71
A.3	Indication de niveaux de résistance à l'humidité.....	72
Bibliographie.....		73
Tableau 1 – Valeurs préférentielles.....		47
Tableau 2 – Combinaisons préférentielles de séries de valeurs et de tolérances de capacités.....		49
Tableau 3 – Plan d'échantillonnage pour les essais d'homologation, niveau d'assurance EZ.....		51
Tableau 4 – Programme d'essais pour homologation.....		52
Tableau 5 – Contrôle lot par lot.....		57
Tableau 6 – Contrôle périodique.....		58
Tableau 7 – Combinaisons de point d'essai et de tension d'essai.....		59
Tableau 8 – Limites de la tangente de l'angle de perte, 1 kHz.....		60
Tableau 9 – Limites de la tangente de l'angle de perte, 10 kHz.....		60
Tableau 10 – Exigences relatives à la résistance d'isolement.....		61

Tableau 11 – Facteurs de coefficients de température	61
Tableau 12 – Caractéristiques à la température minimale de catégorie	62
Tableau 13 – Caractéristiques à la température maximale de catégorie	63
Tableau 14 – Sévérités préférentielles	66
Tableau 15 – Conditions d'essai	68
Tableau 16 – Espacement des sorties.....	70

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60384-16:2019

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 16: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour courant continu à diélectrique en film de polypropylène 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 averti de leur existence.

La Norme internationale IEC 60384-16 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

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

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

- a) révision de la structure conformément aux directives ISO/IEC, Partie 2:2016, dans la mesure du possible, et harmonisation avec d'autres types de documents similaires;

- b) en outre, l'Article 4 et tous les tableaux ont été révisés dans le but d'éviter les répétitions et les contradictions.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2686/FDIS	40/2691/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

Le contenu du corrigendum de décembre 2020 a été pris en considération dans cet exemplaire.

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 16: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour courant continu à diélectrique en film de polypropylène métallisé

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60384 s'applique aux condensateurs fixes à électrodes métallisées et à diélectrique en polypropylène destinés aux équipements électroniques.

Ces condensateurs peuvent avoir des propriétés "autocicatrisantes" en fonction des conditions d'utilisation. Ils sont principalement destinés à être utilisés dans des applications en tension continue.

La puissance maximale à appliquer est 500 var à 50 Hz et la tension de crête maximale est 2 500 V.

Les deux classes suivantes sont couvertes:

- a) Classe 1: pour les applications de longue durée de vie;
- b) Classe 2: pour les applications courantes.

Les condensateurs destinés à des applications en tension alternative et en impulsions ne sont pas inclus, mais ils sont couverts par IEC 60384-17.

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

Les condensateurs de protection contre les chocs électriques (couverts par l'IEC 60065), ainsi que les condensateurs pour moteurs et pour lampes fluorescentes sont également exclus.

1.2 Objet

Le présent document a pour objet de prescrire les caractéristiques et les valeurs assignées préférentielles, de sélectionner, en se référant à l'IEC 60384-1:2016, les procédures d'assurance de la qualité, les essais et les méthodes de mesure appropriés et de donner les exigences de performances générales pour ce type de condensateur. Les exigences et les sévérités des essais prescrits dans les spécifications particulières se référant à la présente spécification intermédiaire sont d'un niveau de performance supérieur ou égal parce que des niveaux de performance inférieurs ne sont pas admis.

1.3 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

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

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

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible sur le site web: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

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

1.4 Informations devant figurer dans une spécification particulière

1.4.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent provenir de la spécification particulière-cadre.

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

Par commodité, les informations de 1.4.2 peuvent être présentées sous forme de tableau.

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

1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions

Une illustration des condensateurs doit être incluse pour permettre de reconnaître et de comparer facilement le condensateur avec 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.

Normalement, les valeurs numériques doivent être indiquées pour la longueur, la largeur et la taille du corps et l'espacement des conducteurs, ou, pour les types cylindriques, le diamètre du corps, et la longueur et le diamètre des bornes. Si nécessaire, lorsqu'un certain nombre d'éléments (valeurs de capacité/plage de tensions) est couvert par une spécification particulière, les dimensions et les tolérances associées doivent être placées dans un tableau sous le dessin.

Les valeurs numériques du corps doivent être les suivantes:

- largeur, longueur et hauteur, ou, pour les types cylindriques, diamètre et longueur;

Les valeurs numériques des bornes doivent être les suivantes:

- largeur ou diamètre, longueur et espacement.

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

1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.4.4.1 Généralités

Les valeurs assignées et caractéristiques doivent être conformes aux articles correspondants de la présente spécification intermédiaire, y compris les points indiqués ci-après.

1.4.4.2 Plage de capacités nominales

Voir 2.2.1.

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

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

1.4.4.3 Caractéristiques particulières

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

1.4.4.4 Brasure

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

1.4.5 Marquage

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

1.5 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

1.5.1

condensateur de classe de performance 1

<longue durée> condensateur destiné à des applications de 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**classe de stabilité**

dérive de capacité après des essais climatiques et mécaniques et après des essais d'endurance

Note 1 à l'article: La classe de performance et la classe de stabilité doivent être indiquées dans la spécification particulière.

1.5.4**combinaisons de classe de performance et de classe de stabilité**

désignation pour les combinaisons de classe de performance et de classe de stabilité

VOIR: Tableau 1

Tableau 1 – Valeurs préférentielles

Classe de performance	Classe de stabilité	Désignation de combinaisons
1	1	1.1
	2	1.2
2	–	2

Note 1 à l'article: Les trois combinaisons de classes de performance et de classes de stabilité concernent les valeurs de $\tan \delta$ et de la stabilité de la capacité. La distinction sur les performances des trois combinaisons est représentée au Tableau 4.

1.5.5**tension assignée**

tension continue maximale pouvant être appliquée en permanence à un condensateur utilisé à la température assignée

Note 1 à l'article: La somme de la tension continue et de la tension alternative de crête appliquée au condensateur ne doit pas dépasser la tension assignée. La valeur de crête de la tension alternative autorisée à différentes fréquences est à l'étude.

1.6 Marquage**1.6.1 Généralités**

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

1.6.2 Informations relatives au marquage

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

- capacité nominale;
- tension assignée (la tension continue peut être représentée par le symbole — (IEC 60417-5031-2002-10) ou —);
- tolérance sur la capacité assignée;
- année et mois (ou année et semaine) de fabrication;
- nom du fabricant et/ou marque de fabrique;
- catégorie climatique;

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

1.6.3 Marquage sur les condensateurs

Le condensateur doit comporter lisiblement les informations figurant aux a), b) et c) ci-dessus et autant des autres informations que possible si elles sont considérées nécessaires. Il convient d'éviter les redondances sur le marquage du condensateur.

1.6.4 Marquage sur l'emballage

Il convient que l'emballage contenant les condensateurs porte un marquage clair indiquant toutes les informations présentées en 1.6.2, si elles sont nécessaires.

2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

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

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

Les températures minimale et maximale de catégorie et la durée de l'essai continu de chaleur humide doivent être choisies dans la liste ci-dessous:

Température minimale de catégorie:	–55 °C, –40 °C, –25 °C et –10 °C;
Température maximale de catégorie:	+70 °C, +85 °C, +100 °C et +105 °C;
Durée de l'essai continu de chaleur humide:	4, 10, 21 et 56 jours.

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

2.2 Valeurs assignées préférentielles

2.2.1 Capacité nominale (C_N)

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

2.2.2 Tolérances sur la capacité nominale

Les tolérances préférentielles sur la capacité nominale sont:

±20 %, ±10 %, ±5 %, ±2 % et ±1 %.

2.2.3 Capacité nominale avec les valeurs de tolérances associées

Des combinaisons préférentielles de séries et de tolérances de capacités sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Combinaisons préférentielles de séries de valeurs et de tolérances de capacités

Combinaisons préférentielles	
Séries	Tolérances
E 6	±20 %
E 12	±10 %
E 24	±5 %
E 48	±2 %
E 96	±1 %

2.2.4 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles des tensions assignées issues de la série R5 de la norme ISO 3 sont:

40 V – 63 V – 100 V – 160 V – 250 V – 400 V – 630 V – 1 000 V – 1 600 V – 2 500 V.

2.2.5 Tension de catégorie (U_C)

La tension de la catégorie est égale à la tension assignée U_R pour des températures maximales de catégorie jusqu'à 85 °C. Pour une température maximale de catégorie supérieure à 85 °C, la tension de la catégorie est 0,7 U_R .

2.2.6 Température assignée

La valeur normalisée de la température assignée est 85 °C. Sauf pour une température maximale de catégorie de 70 °C où la température assignée est 70 °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 étant associables sont des condensateurs produits à partir de matériaux et processus similaires, bien que leurs valeurs de capacité et de tension et les tailles des boîtiers puissent être différentes.

3.3 Enregistrements certifiés de lots livrés

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

3.4 Procédures d'homologation

3.4.1 Généralités

Les procédures d'essais d'homologation sont présentées à l'Article Q.2 de l'IEC 60384-1:2016.

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

3.4.2 Homologation fondée sur les procédures avec un nombre d'échantillons fixe

3.4.2.1 Échantillonnage

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

L'échantillon doit être constitué de spécimens possédant les tensions 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 gamme, des essais avec quatre ou six valeurs (combinaisons capacité/tension) sont exigés. Lorsque la gamme est composée de moins de quatre valeurs, le nombre de spécimens soumis à essai doit être celui exigé pour quatre valeurs.

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

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

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

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

3.4.2.2 Essais

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

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

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

L'homologation est accordée lorsque le nombre d'éléments non conforme est nul.

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

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

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

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

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

Groupe No.	Essai	Paragraphe	Nombre de spécimens (n) et nombre admissible d'éléments non conformes (c)				
			Par valeur ^b n	Pour quatre valeurs ou moins à soumettre à l'essai ^b		Pour six valeurs à soumettre à l'essai ^b	
				$4n$	c	$6n$	c
0	Examen visuel	4.1	29	116	0	174	0
	Dimensions	4.1					
	Capacité	4.2.2					
	Tangente de l'angle de perte	4.2.3					
	Tenue en tension	4.2.1	2	8	0	12	0
	Résistance d'isolement	4.2.4					
	Inductance ^a	4.2.5					
1	Etanchéité ^a	4.16	(+5) ^a	(+20) ^a		(+30) ^a	
	Spécimens de rechange		2	8		12	
	1A Robustesse des sorties	4.3	3	12	0	18	0
	Résistance à la chaleur de brasage	4.4					
	Résistance au solvant des composants	4.14					
	1B Brasabilité	4.5	6	24	0	36	0
	Résistance au solvant du marquage	4.15					
	Variations rapides de température	4.6					
	Vibration	4.7					
	Secousses ou chocs ^a	4.8 or 4.9					
	1 Séquence climatique	4.10	9	36	0	54	0
	2 Chaleur humide, essai continu	4.11	5	20	0	30	0
2	Chaleur humide (essai continu) avec tension		(+5) ^a	(+20) ^a		(+30) ^a	
	3 Endurance	4.12	10	40	0	60	0
	4 Caractéristiques dépendant de la température ^a	4.2.6	5	20	0	30	0
3	Charge et décharge	4.13					

^a Si cela est exigé.

^b Pour les combinaisons capacité-tension, voir 3.4.2.

Tableau 4 – Programme d'essais pour homologation

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 0 4.1 Examen visuel 4.1 Dimensions (détail) 4.2.2 Capacité 4.2.3 Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$) 4.2.1 Tenue en tension 4.2.4 Résistance d'isolement 4.2.5 Inductance ^d 4.16 Etanchéité ^d	ND	Voir 4.1.2 Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.2.1.2 et 4.2.1.3 Voir 4.2.4.3 Voir IEC 60384-1:2016, 4.11 Voir IEC 60384-1:2016, 4.20	Voir Tableau 3	Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière Sans dépasser la tolérance spécifiée Sans dépasser la tolérance spécifiée Voir 4.2.3.3 et 4.2.3.5 Pas de claquage ni de contournement Voir Tableau 10 Se reporter à la spécification particulière Pas de trace d'imprégnation, ni de déformation dangereuse du boîtier
Groupe 1A 4.3 Robustesse des sorties 4.3.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte 4.3.4 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte 4.4 Résistance à la chaleur de brasage 4.4.2 Préconditionnement 4.4.4 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte	D	Voir IEC 60384-1:2016, 4.13 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir IEC 60384-1:2016, 4.14 Voir 4.4.2 Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4	Voir Tableau 3	Sans dépasser la tolérance spécifiée $\leq$ à la limite initiale Aucun dommage visible Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Aucun dommage visible $ \Delta C/C $ pour la classe 1.1: $\leq 1\%$ la classe 1.2: $\leq 2\%$ la classe 2: $\leq 3\%$ de la valeur mesurée en 4.3.2 Augmentation de $\tan \delta$ pour $C_N \leq 1 \mu F$: pour la classe 1.1: $\leq 0,001$ la classe 1.2: $\leq 0,002$ la classe 2: $\leq 0,004$ pour $C_N > 1 \mu F$: se reporter à la spécification particulière ^c

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
Groupe 1A (suite) 4.14 Résistance au solvant des composants ^d	D	Voir IEC 60384-1:2016, 4.31	Voir Tableau 3	
Groupe 1B 4.5 Brasabilité 4.5.2 Préconditionnement 4.5.4 Contrôles finaux Examen visuel 4.15 Résistance au solvant du marquage ^d 4.6 Variations rapides de température 4.6.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte 4.6.4 Rétablissement ^d 4.6.5 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte 4.7 Vibrations 4.7.2 Montage 4.7.4 Contrôles finaux Examen visuel 4.8 Secousses (ou chocs) (voir 4.9) ^d 4.9 Chocs (ou secousses, voir 4.8) ^d 4.8.2 ou 4.9.2 Montage 4.8.5 ou 4.9.5 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	D	Voir 4.5.3 Voir 4.5.2 Voir 4.1.2 Voir IEC 60384-1:2016, 4.32 Voir 4.6.3 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.6.4 Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.7.3 Voir 4.7.2 Voir 4.1.2 Voir 4.8.4 Voir 4.9.4 Voir 4.8.2 ou 4.9.2 Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.2.4.3	Voir Tableau 3	Qualité de l'étamage mise en évidence par l'écoulement libre de la brasure avec un mouillage des sorties ou la brasure doit s'écouler selon les indications de la spécification particulière, selon le cas Sans dépasser la tolérance spécifiée ≤ à la limite initiale Aucun dommage visible Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Aucun dommage visible Aucun dommage visible $ \Delta C/C $ pour la classe 1.1: ≤ 1 % la classe 1.2: ≤ 2 % la classe 2: ≤ 3 % de la valeur mesurée en 4.6.2 Augmentation de tan δ : pour $C_N \leq 1 \mu F$: pour la classe 1.1: ≤ 0,001 la classe 1.2: ≤ 0,002 la classe 2: ≤ 0,004 pour $C_N > 1 \mu F$: se reporter à la spécification particulière, par rapport aux valeurs mesurées en 4.6.2 ^c ≥ 50 % de la valeur mesurée en 4.2.4

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (n) et nombre admissible d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ^a
Groupe 1 4.10 Séquence climatique 4.10.2 Contrôles initiaux Examen visuel Capacité ^{e f} Tangente de l'angle de perte ^{e f} Résistance d'isolement ^{e g} 4.10.3 Chaleur sèche 4.10.4 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle 4.10.5 Froid 4.10.6 Basse pression atmosphérique ^d 4.10.6.3 Contrôles finaux Examen visuel 4.10.7 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants 4.10.7.3 Rétablissement ^d 4.10.7.4 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	D	Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.2.4.3 Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.3 Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.4 Voir IEC 60384-1:2016, 4.21.5 Voir 4.10.6.2 Voir 4.1.2 Voir 4.10.7.2 Voir 4.10.7.3 Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.2.4.3	Voir Tableau 3	Aucun dommage visible Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Se reporter à la spécification particulière Absence de claquage permanent, de rupture ou de déformation nuisible du boîtier Aucun dommage visible Marquage lisible $ \Delta C/C $ pour la classe 1.1: $\leq 1\%$ la classe 1.2: $\leq 3\%$ la classe 2: $\leq 5\%$ de la valeur appliquée en 4.10.2 ^c Augmentation de $\tan \delta$: pour $C_N \leq 1 \mu F$: pour la classe 1.1: $\leq 0,0015$ la classe 1.2: $\leq 0,003$ la classe 2: $\leq 0,005$ pour $C_N > 1 \mu F$: se reporter à la spécification particulière ^c $\geq 50\%$ des valeurs de 4.2.4
Groupe 2 4.11 Chaleur humide, essai continu Chaleur humide, essai continu, avec tension 4.11.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte 4.11.4 Rétablissement ^d	D	Voir 4.11.3 Voir 4.11.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.11.4	Voir Tableau 3	Sans dépasser la tolérance spécifiée $\leq$ à la limite initiale

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (n) et nombre admissible d'éléments non conformes (c)	Exigences de performances ^a
4.11.3 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement		Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.2.4.3		Aucun dommage visible Marquage lisible $ \Delta C/C $ pour la classe 1.1: $\leq 1\%$ la classe 1.2: $\leq 3\%$ la classe 2: $\leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.11.2 Augmentation de $\tan \delta$: pour $C_N \leq 1 \mu F$: pour la classe 1: $\leq 0,001$ la classe 2: $\leq 0,002$ pour $C_N > 1 \mu F$: se reporter à la spécification particulière, par rapport aux valeurs mesurées en 4.11.2 ^c $\geq 50\%$ des valeurs de 4.2.4
Groupe 3 4.12 Endurance 4.12.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte 4.12.4 Rétablissement 4.12.5 Contrôles finaux Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	D	Voir 4.12.3 Voir 4.2.2.2 Pour $C_N > 1 \mu F$: Voir 4.2.3.2 Pour $C_N \leq 1 \mu F$: Voir 4.2.3.4 Voir 4.12.4 Voir 4.1.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4 Voir 4.2.4.3	Voir Tableau 3	Sans dépasser la tolérance spécifiée $\leq$ à la limite initiale Aucun dommage visible Marquage lisible $ \Delta C/C $ pour la classe 1.1: $\leq 1\%$ la classe 1.2: $\leq 3\%$ la classe 2: $\leq 5\%$ de la valeur mesurée en 4.12.2 Augmentation de $\tan \delta$: pour $C_N \leq 1 \mu F$: pour la classe 1: $\leq 0,002$ la classe 2: $\leq 0,004$ pour $C_N > 1 \mu F$: se reporter à la spécification particulière, par rapport aux valeurs mesurées en 4.12.2 ^c $\geq 50\%$ des valeurs de 4.2.4
Groupe 4 4.12.6 Caractéristiques dépendant de la température ^d 4.12.6.3 Exigences Capacité Résistance d'isolement 4.13 Charge et décharge 4.13.2 Contrôles initiaux Capacité Tangente de l'angle de perte 4.13.4 Rétablissement ^d	D	Voir 4.2.6.2 Voir 4.2.2.2 Voir 4.2.4.3 Voir 4.13.3 Voir 4.2.2.2 Pour $C_N > 1 \mu F$: Voir 4.2.3.2 Pour $C_N \leq 1 \mu F$: Voir 4.2.3.4 Voir 4.13.4	Voir Tableau 3	Voir Tableau 12 et Tableau 13 Voir Tableau 10 Sans dépasser la tolérance spécifiée $\leq$ à la limite initiale

Numéro de paragraphe, essai et éléments soumis au contrôle ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai et mesures ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre admissible d'éléments non conformes (<i>c</i>)	Exigences de performances ^a
4.13.5 Contrôles finaux				
Capacité		Voir 4.2.2.2		$ \Delta C/C $ pour la classe 1.1: $\leq 1 \%$ la classe 1.2: $\leq 3 \%$ la classe 2: $\leq 5 \%$ de la valeur mesurée en 4.13.2
Tangente de l'angle de perte		Voir 4.2.3.2 et 4.2.3.4		Augmentation de $\tan \delta$: pour $C_N \leq 1 \mu\text{F}$: pour la classe 1: $\leq 0,003$ la classe 2: $\leq 0,005$ pour $C_N > 1 \mu\text{F}$: se reporter à la spécification particulière, par rapport aux valeurs mesurées en 4.13.2 ^c
Résistance d'isolement		Voir 4.2.4.3		$\geq 50 \%$ des valeurs de 4.2.4
^a Les numéros des paragraphes des essais et des exigences de performances font référence à l'Article 4. ^b Dans ce tableau: D = destructif; ND = non destructif. ^c C_N est la capacité nominale en microfarads. ^d Si cela est exigé. ^e A utiliser comme valeur de référence. ^f La spécification particulière doit indiquer si 4.4.4, 4.8.5 ou 4.9.5 s'applique. ^g La spécification particulière doit indiquer si 4.8.5 ou 4.9.5 s'applique.				

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:

- Le lot de contrôle doit être constitué de condensateurs associables (voir 3.2).
- L'échantillon soumis aux essais 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.
- Si l'échantillon contient moins de cinq valeurs quelconques, le prélèvement des échantillons doit faire l'objet d'un accord entre 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 durées spécifiées et doivent être divisés en plages de hautes, moyennes et basses tensions assignées. Pour couvrir la gamme d'homologation sur n'importe quelle durée, l'essai d'une taille de boîtier doit être effectué dans chaque groupe de tensions. Pour les durées suivantes, d'autres tailles de boîtiers et/ou d'autres tensions assignées de la production doivent être soumises aux essais avec l'intention de couvrir l'ensemble de la gamme.

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 donné dans la spécification particulière-cadre.

3.5.3 Livraison différée

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

3.5.4 Niveaux d'assurance

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

Tableau 5 – Contrôle lot par lot

Sous-groupe de contrôle ^a	EZ		
	NC ^b	n ^b	c ^b
A0	100 % ^c		
A1	S-4	D	0
A2	S-3	D	0
B1	S-3	D	0

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

^b NC est le niveau de contrôle
 n est le nombre d'échantillons
 c est le nombre admissible d'éléments non conformes

^c Après le retrait des éléments non conformes par un essai à 100 % pendant le processus de fabrication, le contrôle par échantillonnage doit être effectué afin de contrôler le niveau de qualité après contrôle par éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$). Le niveau d'échantillonnage doit être établi par le fabricant, de préférence selon l'Annexe A de l'IEC 61193-2:2007. Dans le cas où un échantillon comporte un ou plusieurs éléments non conformes, le lot doit être rejeté, mais la totalité de l'échantillon doit être contrôlée et tous les éléments non conformes doivent être comptés pour calculer les valeurs du niveau de qualité. Les valeurs du niveau de qualité après contrôle par éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$) doivent être calculées en accumulant les données de contrôle selon la méthode donnée en 6.2 de l'IEC 61193-2:2007.

^d Nombre à soumettre à un essai: le nombre d'échantillons doit être déterminé conformément à 4.3.2 de l'IEC 61193-2:2007.

Tableau 6 – Contrôle périodique

Sous-groupe de contrôle ^a	EZ		
	p ^b	n ^b	c ^b
C1A	6	5	0
C1B	6	5	0
C1	6	10	0
C2	6	10	0
C3	6	10	0
C4	6	10	0
C5	6	10	0
^a Le contenu des sous-groupes de contrôle est décrit à l'Article 2 de la spécification particulière-cadre. ^b p est la périodicité en mois n est le nombre d'échantillons c est le nombre admissible d'éléments non conformes.			

4 Procédures d'essais et de mesures

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

4.1 Examen visuel et contrôle des dimensions

4.1.1 Généralités

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

4.1.2 Conditions d'essai

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

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

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

4.1.3 Exigences

Voir Tableau 4.

La qualité d'exécution doit être conforme aux exigences applicables données dans la spécification particulière.

4.2 Essais électriques

4.2.1 Tenue en tension

4.2.1.1 Généralités

Voir 4.6 de l'IEC 60384-1:2016, avec les détails suivants.

4.2.1.2 Circuit d'essai

Supprimer le condensateur C_1 .

Le produit de R_1 par C_x , la capacité nominale du condensateur 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.

4.2.1.3 Conditions d'essai

Les tensions indiquées dans le Tableau 7 doivent être appliquées entre les points de mesure du Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2016, pendant une durée d'1 min pour les essais d'homologation et pendant une durée d'1 s pour les essais de conformité de la qualité lot par lot.

Tableau 7 – Combinaisons de point d'essai et de tension d'essai

Point d'essai	Tension d'essai
1 a)	Classe 1: $1,6 U_R$ Classe 2: $1,4 U_R$
1 b), 1 c)	$2 U_R$ avec un minimum de 200 V
NOTE La présence de claquages autoscicatrisants pendant l'application des tensions d'essai est autorisée.	

4.2.1.4 Exigences

Voir Tableau 4.

4.2.2 Capacité

4.2.2.1 Généralités

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

4.2.2.2 Conditions de mesure

La capacité doit être mesurée ou corrigée à une fréquence de 1 kHz. Pour des valeurs de capacité nominale supérieures à 10 μF , des fréquences allant de 50 Hz à 120 Hz peuvent être utilisées, mais la fréquence d'arbitrage doit être 1 kHz.

La tension de crête appliquée à 1 kHz 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 en valeur efficace).

4.2.2.3 Exigences

Voir Tableau 4

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

4.2.3.1 Généralités

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