

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 21: Sectional specification – Fixed surface mount multilayer capacitors of
ceramic dielectric, Class 1**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 21: Spécification intermédiaire – Condensateurs multicouches fixes à
diélectriques en céramique pour montage en surface, de Classe 1**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 21: Sectional specification – Fixed surface mount multilayer capacitors of
ceramic dielectric, Class 1**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 21: Spécification intermédiaire – Condensateurs multicouches fixes à
diélectriques en céramique pour montage en surface, de Classe 1**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 31.060.10

ISBN 978-2-88912-822-8

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 General	7
1.1 Scope.....	7
1.2 Object	7
1.3 Normative references	7
1.4 Information to be given in a detail specification	7
1.4.1 Outline drawing and dimensions	8
1.4.2 Mounting	8
1.4.3 Rating and characteristics	8
1.4.4 Marking	9
1.5 Terms and definitions	9
1.6 Marking	10
1.6.1 Information for marking.....	10
1.6.2 Marking on the body	10
1.6.3 Requirements for marking.....	10
1.6.4 Marking of the packaging.....	10
1.6.5 Additional marking.....	10
2 Preferred ratings and characteristics	10
2.1 Preferred characteristics	10
2.1.1 Preferred climatic categories	10
2.2 Preferred values of ratings	11
2.2.1 Rated temperature (T_R).....	11
2.2.2 Rated voltage (U_R).....	11
2.2.3 Category voltage (U_C).....	11
2.2.4 Preferred values of nominal capacitance and associated tolerance values	11
2.2.5 Temperature coefficient (α)	12
2.2.6 Dimensions	14
3 Quality assessment procedures	14
3.1 Primary stage of manufacture.....	14
3.2 Structurally similar components.....	14
3.3 Certified records of released lots.....	14
3.4 Qualification approval.....	14
3.4.1 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedures	14
3.4.2 Tests	15
3.5 Quality conformance inspection.....	19
3.5.1 Formation of inspection lots.....	19
3.5.2 Schedule	20
3.5.3 Delayed delivery.....	20
3.5.4 Assessment levels.....	20
4 Test and measurement procedures.....	21
4.1 Preliminary drying	21
4.2 Measuring conditions	22
4.3 Mounting	22
4.4 Visual examination and check of dimensions	22
4.4.1 Visual examination	22

4.4.2	Requirements	22
4.5	Electrical tests	24
4.5.1	Capacitance	24
4.5.2	Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	24
4.5.3	Insulation resistance	24
4.5.4	Voltage proof	25
4.6	Temperature coefficient (α) and temperature cycle drift	26
4.6.1	Preliminary drying	26
4.6.2	Measuring conditions	26
4.6.3	Requirements	26
4.7	Shear test	26
4.8	Substrate bending test	27
4.8.1	Initial measurement	27
4.8.2	Final inspection	27
4.9	Resistance to soldering heat	27
4.9.1	Initial measurement	27
4.9.2	Test conditions	27
4.9.3	Recovery	28
4.9.4	Final inspection, measurements and requirements	28
4.10	Solderability	29
4.10.1	Test conditions	29
4.10.2	Recovery	30
4.10.3	Final inspection, measurements and requirements	30
4.11	Rapid change of temperature	30
4.11.1	Initial measurement	30
4.11.2	Number of cycles	30
4.11.3	Recovery	30
4.11.4	Final inspection, measurements and requirements	30
4.12	Climatic sequence	31
4.12.1	Initial measurement	31
4.12.2	Dry heat	31
4.12.3	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle	31
4.12.4	Cold	31
4.12.5	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles	31
4.12.6	Final inspection, measurements and requirements	31
4.13	Damp heat, steady state	32
4.13.1	Initial measurement	32
4.13.2	Conditions of test	32
4.13.3	Recovery	33
4.13.4	Final inspection, measurements and requirements	33
4.14	Endurance	33
4.14.1	Initial measurement	33
4.14.2	Conditions of test	33
4.14.3	Recovery	34
4.14.4	Final inspection, measurements and requirements	34
4.15	Robustness of terminations (only for capacitors with strip termination)	34
4.15.1	Test conditions	34
4.15.2	Final inspection and requirements	34
4.16	Component solvent resistance (if required)	35

4.17 Solvent resistance of the marking (if required).....	35
4.18 Accelerated damp heat, steady state (if required).....	35
4.18.1 Initial measurement	35
4.18.2 Conditioning	35
4.18.3 Recovery	36
4.18.4 Final measurements	36
Annex A (normative) Guidance for the specification and coding of dimensions of fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 1	37
Annex B (informative) Combination of temperature coefficient and tolerance for the reference temperature of 25 °C.....	38
Bibliography.....	39
Figure 1 – Fault: crack or fissure	22
Figure 2 – Fault: crack or fissure	22
Figure 3 – Separation or delamination	23
Figure 4 – Exposed electrodes.....	23
Figure 5 – Principal faces	23
Figure 6 – Reflow temperature profile	28
Figure A.1 – Dimensions.....	37
Table 1 – Preferred tolerance on nominal capacitance.....	11
Table 2 – Nominal temperature coefficient and tolerance.....	12
Table 3 – Combination of temperature coefficient and tolerance	13
Table 4 – Fixed sample size test plan for qualification approval – Assessment level EZ.....	16
Table 5 – Tests schedule for qualification approval.....	17
Table 6a – Lot-by-lot inspection	21
Table 6b – Periodic tests	21
Table 7 – Tangent of loss angle limits.....	24
Table 8 – Test voltages.....	26
Table 9 – Temperature cyclic drift limits.....	26
Table 10 – Reflow temperature profiles for Sn-Ag-Cu alloy	28
Table 11 – Maximum capacitance change.....	29
Table 12 – Maximum capacitance change.....	31
Table 13 – Number of damp heat cycles	31
Table 14 – Final inspection measurements and requirements	32
Table 15 – Test conditions for damp heat, steady state.....	32
Table 16 – Final inspection measurements and requirements	33
Table 17 – Endurance test conditions ($U_C = U_R$).....	33
Table 18 – Endurance test conditions ($U_C \neq U_R$)	34
Table 19 – Final inspection measurements and requirements	34
Table 20 – Initial requirements.....	35
Table 21 – Conditioning	35
Table B.1 – Combination of temperature coefficient and tolerance for the reference temperature of 25 °C	38

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

**Part 21: Sectional specification –
Fixed surface mount multilayer capacitors
of ceramic dielectric, Class 1**

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 60384-21 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2004 and contains the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- The test voltage of 1,2 U_R at $U_R \geq 1\,000\text{ V}$ has been added in 4.5.4 Voltage proof.
- Detail test conditions have been added in 4.7 Shear test and 4.8 Substrate bending test.
- Test conditions applying lead free solder alloy (Sn-Ag-Cu) have been included in 4.9 Resistance to soldering heat and 4.10 Solderability.
- A selection of the test conditions according to marketing needs have been stated in 4.13 Damp heat, steady state.
- The dimensions of 0402 M in Annex A have been added.

- The code of the temperature coefficient and the tolerance of capacitance for the reference temperature of 25 °C have been added, see Annex B.

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

FDIS	Report on voting
40/2127/FDIS	40/2140/RVD

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

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

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

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60384-21:2011
 Withdrawal

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 21: Sectional specification – Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 1

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 is applicable to fixed unencapsulated surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 1, for use in electronic equipment. These capacitors have metallized connecting pads or soldering strips and are intended to be mounted on printed boards, or directly onto substrates for hybrid circuits.

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

1.2 Object

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

1.3 Normative references

The following reference documents are indispensable for the application 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 60063:1963, *Preferred number series for resistors and capacitors*
Amendment 1 (1967)
Amendment 2 (1977)

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-58:2004, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td – Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

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

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

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

1.4 Information to be given in a detail specification

The detail specification shall be derived from the relevant blank detail specification.

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

NOTE The information given in 1.4.1 may, be presented in tabular form if more convenient.

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.

1.4.1 Outline drawing and dimensions

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

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

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

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

1.4.2 Mounting

The detail specification shall give guidance on methods of mounting for normal use. Mounting for test and measurement purposes (when required) shall be in accordance with 4.3 of this sectional specification.

1.4.3 Rating and characteristics

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

1.4.3.1 Nominal capacitance range

See 2.2.4.1.

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

1.4.3.2 Particular characteristics

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

1.4.3.3 Soldering

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

1.4.4 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the capacitor and on the package. Deviations from 1.6 of this sectional specification shall be specifically stated.

1.5 Terms and definitions

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

1.5.1

surface mount capacitor

capacitor whose small dimensions and nature or shape of terminations make it suitable for surface mounting in hybrid circuits and on printed boards

1.5.2

fixed capacitors, ceramic dielectric, Class 1

capacitor specially designed and suited for resonant circuit application where low losses and high stability of capacitance are essential or where a precisely defined temperature coefficient is required, for example for compensating temperature effects in the circuit

NOTE The ceramic dielectric is defined by its rated temperature coefficient (α).

1.5.3

subclass

for a given nominal temperature coefficient, the subclass is defined by the tolerance on the temperature coefficient (see Table 2)

NOTE The nominal temperature coefficient value and its tolerance refer to the temperature interval of +20 °C to +85 °C, but because in practice TC curves are not strictly linear, it is necessary to define limiting capacitance deviation ($\Delta C/C$) for other temperatures (see Table 3).

1.5.4

category temperature range

range of ambient temperatures for which the capacitor has been designed to operate continuously; this is given by the lower and upper category temperature

1.5.5

rated temperature

T_R

maximum ambient temperature at which the rated voltage may be continuously applied

1.5.6

rated d.c. voltage

U_R

maximum d.c. voltage which may be applied continuously to a capacitor at any temperature between the lower category temperature and the rated temperature

NOTE Maximum d.c. voltage is the sum of the d.c. voltage and peak a.c. voltage or peak pulse voltage applied to the capacitor.

1.5.7

category voltage

U_C

maximum voltage which may be applied continuously to a capacitor at its upper category temperature

1.6 Marking

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

1.6.1 Information for marking

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

- nominal capacitance;
- rated voltage (d.c. voltage may be indicated by the symbol $\overline{\text{---}}$ or ---);
- tolerance on nominal capacitance;
- temperature coefficient and its tolerance as applicable (according to 2.2.5);
- year and month (or week) of manufacture;
- manufacturer's name or trade mark;
- climatic category;
- manufacturer's type designation;
- reference to the detail specification.

1.6.2 Marking on the body

These capacitors are generally not marked on the body. If some markings can be applied, they shall be clearly marked with as many as possible of the above items as is considered useful. Any duplication of information in the marking on the capacitor should be avoided.

1.6.3 Requirements for marking

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

1.6.4 Marking of the packaging

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

1.6.5 Additional marking

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

2 Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

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

2.1.1 Preferred climatic categories

The capacitors covered by this sectional specification are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1.

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

- lower category temperature: $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- upper category temperature: $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- duration of the damp heat, steady state test ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$, 93 % RH): 4, 10, 21 and 56 days.

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

NOTE The resistance to humidity resulting from the above climatic category is for the capacitors in their unmounted state. The climatic performance of the capacitors after mounting is greatly influenced by the mounting substrate, the mounting method (see 4.3) and the final coating.

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Rated temperature (T_R)

For capacitors covered by this sectional specification, the rated temperature is equal to the upper category temperature, unless the upper category temperature exceeds 125 °C.

2.2.2 Rated voltage (U_R)

The preferred values of the rated voltage are the values of the R5 series of ISO 3. If other values are needed they shall be chosen from the R10 series.

The sum of the d.c. voltage and the peak a.c. voltage or the peak-to-peak a.c. voltage, whichever is the greater, applied to the capacitor shall not exceed the rated voltage. The value of the peak a.c. voltage shall not exceed the value determined by the permissible reactive power.

2.2.3 Category voltage (U_C)

When the rated temperature is defined as the upper category temperature, the category voltage is equal to the rated voltage as defined in IEC 60384-1, 2.2.5. If the upper category temperature exceeds 125 °C, or the rated voltages exceed 500 V, the category voltage shall be given in the detail specification.

2.2.4 Preferred values of nominal capacitance and associated tolerance values

2.2.4.1 Preferred values of nominal capacitance

Nominal capacitance values shall be taken from the series of IEC 60063; the E6, E12 and E24 series are preferred.

2.2.4.2 Preferred tolerance on nominal capacitance

See Table 1.

Table 1 – Preferred tolerance on nominal capacitance

Preferred series	Tolerance			
	$C_N \geq 10 \text{ pF}$	Letter code	$C_N < 10 \text{ pF}$	Letter code
E6	$\pm 20 \%$	M	$\pm 2 \text{ pF}$	G
E12	$\pm 10 \%$	K	$\pm 1 \text{ pF}$	F
E24	$\pm 5 \%$	J	$\pm 0,5 \text{ pF}$	D
	$\pm 2 \%$	G	$\pm 0,25 \text{ pF}$	C
	$\pm 1 \%$	F	$\pm 0,1 \text{ pF}$	B

2.2.5 Temperature coefficient (α)

2.2.5.1 Nominal temperature coefficient and tolerance

Table 2 shows the preferred nominal temperature coefficients and the associated tolerances, expressed in parts per million per degree Kelvin ($10^{-6}/K$), and the corresponding subclasses and codes.

The detail specification shall specify for each temperature coefficient the minimum value of capacitance for which the given tolerance of temperature coefficient may be varified, considering the accuracy of the method of capacitance measurement specified.

For values of capacitance lower than this minimum value:

- the detail specification shall specify a multiplying factor for the tolerance on α , as well as the permissible changes of capacitance at the lower and upper category temperature;
- special meathods of measurement may be necessary and if required shall be tested in the detail specification.

Table 2 – Nominal temperature coefficient and tolerance

Nominal temperature coefficient ($10^{-6}/K$)	Tolerance on temperature coefficient ($10^{-6}/K$)	Subclass	Letter code for	
			α	Tolerance
+100	± 30	1B	A	G
<u>0</u>	± 30	1B	C	G
-33	± 30	1B	H	G
-75	± 30	1B	L	G
-150	± 30	1B	P	G
-220	± 30	1B	R	G
-330	± 60	1B	S	H
-470	± 60	1B	T	H
-750	± 120	1B	U	J
-1 000	± 250	1F	Q	K
-1 500	± 250	1F	V	K
$+140 \geq \alpha \geq -1\,000$	^a	1C	SL	–

NOTE 1 Preferred temperature coefficient values (α) are underlined.

NOTE 2 The nominal temperature coefficients and their tolerances are defined using the capacitance change between the temperatures 20 °C and 85 °C.

NOTE 3 A capacitor with a temperature coefficient $0 \times 10^{-6}/K$ and a tolerance on temperature coefficient of $\pm 30 \times 10^{-6}/K$ is designated as a CG capacitor (subclass 1B).

^a This temperature coefficient value is not subject to inspection, since no limits for relative capacitance variation are specified in Table 3.

NOTE See Annex B for the reference temperature of 25 °C as informative guide.

2.2.5.2 Permissible relative variation of capacitance

Table 3 shows for each combination of temperature coefficient and tolerance the permissible relative variation of capacitance expressed in parts per thousand at both the upper and lower category temperatures. Temperature coefficients and tolerances are expressed in parts per million per degree Kelvin ($10^{-6}/K$).

Table 3 – Combination of temperature coefficient and tolerance

		Permissible relative variation in capacitance in parts per 1 000 between 20 °C and given temperature							
		Lower category temperature				Upper category temperature			
α 10 ⁻⁶ /K	Tolerance 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
+100	±30(G)	-9,75/ -3,71	-7,80/ -2,96	-5,85/ -2,22	-3,90/ -1,48	3,50/ 6,50	4,55/ 8,45	5,60/ 10,4	7,35/ 13,7
<u>0</u>	±30(G)	-2,25/ 5,45	-1,80/ 4,36	-1,35/ 3,27	-0,90/ 2,18	-1,50/ 1,50	-1,95/ 1,95	-2,40/ 2,40	-3,15/ 3,15
-33	±30(G)	0,225/ 8,47	0,180/ 6,77	0,135/ 5,08	0,090/ 3,39	-3,15/ -0,15	-4,10/ -0,195	-5,04/ -0,240	-6,62/ -0,32
-75	±30(G)	3,38/ 12,3	2,70/ 9,85	2,03/ 7,39	1,35/ 4,92	-5,25/ -2,25	-6,83/ -2,93	-8,40/ -3,60	-11,0/ -4,73
<u>-150</u>	±30(G)	9,00/ 19,2	7,20/ 15,3	5,40/ 11,5	3,60/ 7,67	-9,00/ -6,0	-11,7/ -7,80	-14,4/ -9,60	-18,9/ -12,6
-220	±30(G)	14,3/ 25,6	11,4/ 20,46	8,55/ 15,3	5,70/ 10,2	-12,5/ -9,50	-16,2/ -12,4	-20,0/ -15,2	-26,3/ -20,0
-330	±60(H)	20,3/ 38,4	16,2/ 30,7	12,2/ 23,0	8,10/ 15,4	-19,5/ -13,5	-25,4/ -17,6	-31,2/ -21,6	-41,0/ -28,4
-470	±60(H)	30,8/ 51,2	24,6/ 41,0	18,5/ 30,7	12,3/ 20,5	-26,5/ -20,5	-34,5/ -26,7	-42,4/ -32,8	-55,7/ -43,1
<u>-750</u>	±120(J)	47,3/ 82,3	37,8/ 65,8	28,4/ 49,4	18,9/ 32,9	-43,5/ -31,5	-56,6/ -41,0	-69,6/ -50,4	-91,4/ -66,2
-1 000	±250(K)	56,3/ 117	45,0/ 93,7	33,8/ 70,2	22,5/ 46,8	-62,5/ -37,5	-81,3/ -48,8	-100/ -60,0	-131/ -78,8
-1 500	±250(K)	93,8/ 163	75,0/ 130	56,3/ 97,7	37,5/ 65,1	-87,5/ -62,5	-114/ -81,3	-140/ -100	-184/ -131

When the upper category temperature is above 125 °C, the limits shall be given in the detail specification.

NOTE 1 Preferred temperature coefficient values (α) are underlined.

NOTE 2 The temperature coefficient limits at the temperature range from 20 °C to the upper category temperature are calculated by the nominal temperature coefficients and their tolerances (see formula a) of NOTE 3).

The temperature coefficient limits at the temperature range from 20 °C to -55 °C are calculated by using the formula b) and c) of NOTE 3.

NOTE 3 The capacitance deviations at the lower category temperature are obtained by using following formulas:

- a) upper and lower permissible relative variation in capacitance under upper category temperature:

$$\Delta C/C \text{ (10}^{-3}\text{)} = (\text{nominal temperature coefficient} \pm \text{tolerance on temperature coefficient}) \times (\text{upper category temperature} - 20)/1\,000$$

- b) lower permissible relative variation in capacitance under lower category temperature:

$$\Delta C/C \text{ (10}^{-3}\text{)} = (\text{nominal temperature coefficient} + \text{tolerance on temperature coefficient}) \times (\text{lower category temperature} - 20)/1\,000$$

- c) upper permissible relative variation in capacitance under lower category temperature:

$$\Delta C/C \text{ (10}^{-3}\text{)} = [(-36) - (1,22 \times \text{tolerance on temperature coefficient}) + (0,22 \times \text{nominal temperature coefficient}) + \text{nominal temperature coefficient}] \times (\text{lower category temperature} - 20)/1\,000 \text{ where, Tolerance on temperature coefficient*: absolute value.}$$

2.2.6 Dimensions

Suggested rules for the specification and coding of dimensions are given in Annex A.

Specific dimensions shall be given in the detail specification.

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

The primary stage of manufacture is the first common firing of the dielectric-electrode assembly.

3.2 Structurally similar components

Capacitors considered as being structurally similar are capacitors produced with similar processes and materials, through they may be of different case sizes and values.

3.3 Certified records of released lots

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

3.4 Qualification approval

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

The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic tests is given in 3.5 of this specification. The procedure using a fixed sample size schedule is given in 3.4.1 and 3.4.2.

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

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

For each temperature coefficient, the sample shall consist of specimens of capacitors of maximum and minimum size and for each of these sizes, the maximum capacitance value for the highest rated voltage and minimum rated voltage of the voltage ranges for which approval is sought. 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) for each temperature coefficient. Where the total range consists of less than four values, the number of specimens to be tested shall be that required for four values. When approval is sought for more than one temperature coefficient, see 3.4.2.

In case assessment level EZ is used, spare specimens are permitted as follows:

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

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

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

Table 4 gives the number of samples to be tested in each group or subgroup together with the number of permissible non-conformances for qualification approval test.

3.4.2 Tests

The complete series of tests specified in Tables 4 and 5 are required for the approval of capacitors covered by one detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

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

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

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

When approval is sought for more than one temperature coefficient at the same time, the test schedule and sample size required for the smallest temperature coefficient are those of Group 1, 2 and 3. For each additional temperature coefficient, the testing is limited to the tests and sample sizes as specified for Subgroup 3.3 and Group 4.

The approval is decided on an individual temperature coefficient basis in accordance with the permissible number of non-conforming items indicated in Table 4. In order to calculate the total actual non-conforming items for temperature coefficients other than the smallest, the non-conforming items in Group 1, 2 and 3 for the smallest temperature coefficient are added to the non-conforming items in Subgroup 3.3 and Group 4 for that particular temperature coefficient.

The approval is granted when the number of non-conforming items do not exceed the specified number of permissible non-conforming items for each group or subgroup and the total number of permissible non-conformances.

NOTE Tables 4 and 5 together form the fixed sample size test schedule. Table 4 includes the details for the sampling and permissible non-conforming items for the different tests or groups of tests. Table 5 together with the details of the test contained in Clause 4 gives a complete summary of test conditions and performance requirements and indicates where, for example for the test method or conditions of test, a choice has to be made in the detail specification.

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

Table 4 – Fixed sample size test plan for qualification approval – Assessment level EZ

Group No.	Test	Subclause of this publication	Number of specimens <i>n</i> ^e	Permissible number of nonconforming items <i>c</i>
0	Visual examination Dimensions Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance Voltage proof Spare specimens	4.4 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4	132+24 ^f 12	0
1A	Robustness of termination ^g Resistance to soldering heat Component solvent resistance ^b	4.15 4.9 4.16	12 12	0
1B	Solderability Solvent resistance of marking ^b	4.10 4.17	12	0
2	Substrate bending test ^d	4.8	12	0
3 ^a	Mounting Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance Voltage proof	4.3 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4	84+24 ^f	0 ^c
3.1	Shear test ^h Rapid change of temperature Climatic sequence	4.7 4.11 4.12	24	0
3.2	Damp heat, steady state	4.13	24	0
3.3	Endurance	4.14	36	0
3.4	Accelerated damp heat, steady state ^b	4.18	24 ^f	0
4	Temperature coefficient and temperature cycle drift	4.6	12	0

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

^b If required in the detail specification.

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

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

^e Capacitance/voltage combinations, see 3.4.1.

^f Additional capacitors, if Group 3.4 is tested.

^g Applicable to capacitors with strip terminations.

^h Not applicable to capacitors with strip terminations.

Table 5 – Tests schedule for qualification approval

Subclause number and test (see NOTE 1)	D or ND	Conditions of test (see NOTE 1)	Number of specimens (<i>n</i>) and number of non- conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements (see NOTE 1)
GROUP 0 4.4 Visual examination 4.4 Dimension (detail) 4.5.1 Capacitance 4.5.2 Tangent of loss angle ($\tan \delta$) 4.5.3 Insulation resistance 4.5.4 Voltage proof	ND	Frequency: ... Hz Measuring voltage: ... V r.m.s. Frequency and measuring voltage same as in 4.5.1 See detail specification for the method See detail specification for the method	See Table 4	As in 4.4.2 Legible marking and as specified in the detail specification See the detail specification Within specified tolerance As in 4.5.2 As in 4.5.3.3 No breakdown or flashover
GROUP 1A 4.15 Robustness of termination (if applicable) 4.9.1 Initial measurement 4.9 Resistance to soldering heat 4.9.4 Final measurement 4.16 Component solvent resistance (if applicable)	D	Test U _{a1} , Force: 2,5 N Test U _b , Method 1, Force: 2,5 N Number of bends: 1 Visual examination Capacitance See detail specification for the method Recovery: 6 h to 24 h Visual examination Capacitance Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 2 Recovery: ...	See Table 4	No visible damage As in 4.9.4 As in 4.9.4 See detail specification
GROUP 1B 4.10 Solderability 4.10.3 Final measurements 4.17 Solvent resistance of the marking ^a (if applicable)	D	See detail specification for the method Visual examination Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 1 Rubbing material: cotton wool Recovery: ...	See Table 4	 As in 4.10.3 Legible marking

Table 5 (continued)

Subclause number and Test (see NOTE 1)	D or ND	Conditions of test (see NOTE 1)	Number of specimens (n) and number of non- conforming items (c)	Performance requirements (see NOTE 1)
GROUP 2 4.8 Substrate bending test	D	Deflection: ... Number of bends: ...	See Table 4	See detail specification
4.8.1 Initial measurement		Capacitance		
4.8.2 Final inspection		Capacitance (with printed board in bent position) Visual examination		$ AC/C \leq 5\%$ No visible damage
GROUP 3 4.3 Mounting	D	Substrate material: ... ^b Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance Voltage proof	See Table 4	As in 4.4.2 Within specified tolerance As in 4.5.2 As in 4.5.3.3 No breakdown or flashover
GROUP 3.1 4.7 Shear test	D	Visual examination	See Table 4	No visible damage
4.11.1 Initial measurement		Capacitance		
4.11 Rapid change of temperature		T _A = Lower category temperature T _B = Upper category temperature Five cycles Duration t ₁ = 30 min Recovery: 6 h to 24 h		
4.11.4 Final measurements		Visual examination Capacitance		No visible damage As in 4.11.4
4.12 Climatic sequence				
4.12.1 Initial measurement		Capacitance		
4.12.2 Dry heat		Temperature: upper category temperature Duration: 16 h		
4.12.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle				
4.12.4 Cold		Temperature: lower category temperature Duration: 2 h Visual examination		No visible damage
4.12.5 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles		Recovery: 6 h to 24 h		
4.12.6 Final measurements		Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance		No visible damage Legible marking As in 4.12.6 As in 4.12.6 As in 4.12.6

Table 5 (continued)

Subclause number and test (see NOTE 1)	D or ND	Conditions of test (see NOTE 1)	Number of specimens (<i>n</i>) and number of non- conforming items (<i>c</i>)	Performance requirements (see NOTE 1)
GROUP 3.2 4.13 Damp heat, steady state 4.13.1 Initial measurement 4.13.4 Final measurements	D	Capacitance Recovery: 6 h to 24 h Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance	See Table 4	No visible damage Legible marking As in 4.13.4 As in 4.13.4 As in 4.13.4
GROUP 3.3 4.14 Endurance 4.14.1 Initial measurement 4.14.4 Final measurements	D	Duration: ... h Temperature: ... °C Voltage: ... V Capacitance Recovery: 6 h to 24 h Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance	See Table 4	No visible damage Legible marking As in 4.14.4 As in 4.14.4 As in 4.14.4
Group 3.4 4.18 Accelerated damp heat, steady state (if required) 4.18.1 Initial measurement 4.18.4 Final measurement	D	Duration: ... h Temperature: (85 ± 2) °C Humidity: (85 ± 3) % Insulation resistance Recovery: 6 h to 24 h Insulation resistance	See Table 4	As in 4.18.1 As in 4.18.4
Group 4 4.6 Temperature coefficient and cyclic drift	ND	Preliminary drying: 16 h to 24 h	See Table 4	As in 4.6.3
NOTE 1 Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4.				
NOTE 2 In this table: D = destructive, ND= non-destructive.				
^a This test may be carried out on capacitors mounted on a substrate.				
^b When different substrate materials are used for the individual subgroup, the detail specification shall indicate which substrate material is used in each subgroup.				

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.

- 1) The inspection lot shall consist of structurally similar capacitors (see 3.2).
- 2a) The sample tested shall be representative of the values and the dimensions contained in the inspection lot:
 - in relation to their number;
 - with a minimum of five of any one value.
- 2b) If there are less than five of any one value in the sample the basis for the drawing of samples shall be agreed between the manufacturer and the National Supervising Inspectorate ¹.

3.5.1.2 Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

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

3.5.2 Schedule

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in Clause 2 of the blank detail specification.

3.5.3 Delayed delivery

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

3.5.4 Assessment levels

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

¹ The term Certification Body (CB) replaces the term National Supervising Inspectorate (NSI), see IECQ 01.

Table 6a – Lot-by-lot inspection

Inspection subgroup ^d	EZ		
	IL ^a	<i>n</i> ^a	<i>c</i> ^a
A0	100 % ^b		
A1	S-4	<i>c</i>	0
A2	S-3	<i>c</i>	0
B1	S-3	<i>c</i>	0
B2	S-2	<i>c</i>	0

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

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

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

^d The content of the Inspection subgroup is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.

Table 6b – Periodic tests

Inspection subgroup ^b	EZ		
	<i>p</i> ^a	<i>n</i> ^a	<i>c</i> ^a
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3.1	6	27	0
C3.2	6	15	0
C3.3	3	15	0
C3.4 ^c	6	15	0
C4	6	9	0

^a *p* = periodicity in months
n = sample size
c = permissible number of non-conforming items

^b The content of the inspection subgroup is described in Clause 2 of the relevant blank details specification.

^c If required.

4 Test and measurement procedures

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

4.1 Preliminary drying

See IEC 60384-1, 4.3.

4.2 Measuring conditions

See IEC 60384-1, 4.2.1.

4.3 Mounting

See IEC 60384-1, 4.33.

4.4 Visual examination and check of dimensions

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

4.4.1 Visual examination

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

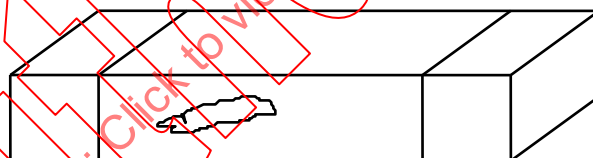
NOTE The operator should have available facilities for incident or transmitted illumination as well as an appropriate measuring facility.

4.4.2 Requirements

Quantitative values for the requirements below may be given in the detail or in the manufacturer's specification.

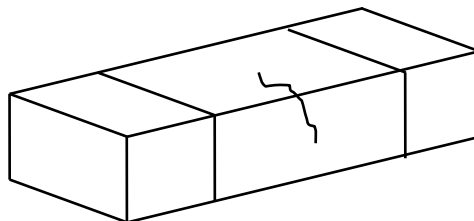
4.4.2.1 Requirements for the ceramic

- a) Be free of cracks or fissures, except small damages on the surface, which do not deteriorate the performance of the capacitor. (Examples, see Figures 1 and 2.)



IEC 2569/11

Figure 1 – Fault: crack or fissure

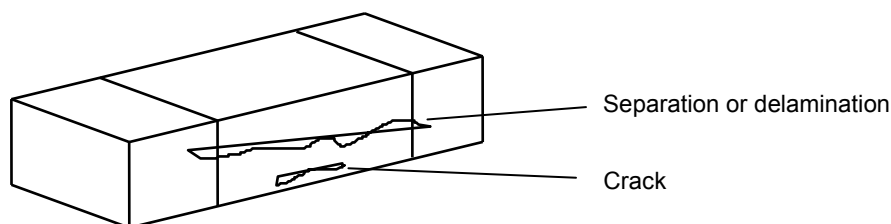


IEC 2570/11

NOTE Crack or fissure on one side or extending from one face to another over a corner.

Figure 2 – Fault: crack or fissure

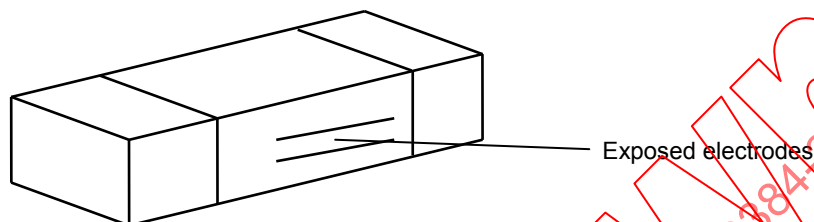
- b) Not exhibit visible separation or delamination between the layers of the capacitor (see Figure 3).



IEC 2571/11

Figure 3 – Separation or delamination

- c) Not exhibit exposed electrodes between the two terminations (see Figure 4).



IEC 2572/11

Figure 4 – Exposed electrodes

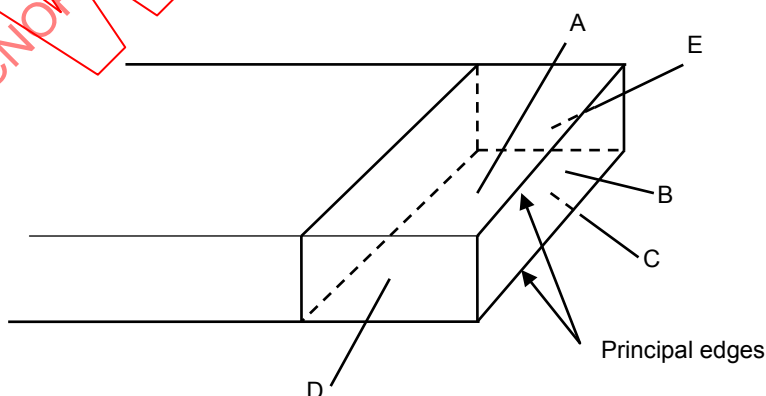
- d) The ceramic body shall be free of any conducting smears (metallization, tinning) on a central zone between two adjacent terminations which is equal to the minimum distance between those (Annex A, dimension L_4).

4.4.2.2 Requirements for the metallization

- Not exhibit any visible detachment of the metallized terminations and not exhibit any exposed electrodes (see Figure 4).
- The principal faces (see Figure 5) are those noted A, B and C.

In the case of capacitors of square section, the faces D and E are also considered principal.

The maximum area of gaps in metallization on each principal face shall not be greater than 15 % of the area of that face; these gaps shall not be concentrated in the same area. The gaps in metallization shall not affect the two principal edges of each extremity of the block (or four edges for square section capacitors). Dissolution of the end face plating (leaching) shall not exceed 25 % of the length of the edge concerned.



IEC 2573/11

Figure 5 – Principal faces

4.5 Electrical tests

4.5.1 Capacitance

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

4.5.1.1 Measuring conditions

Unless otherwise specified in the detail specification.

- measuring voltage: ≤ 5 V r.m.s.;
- frequency: $C_N \leq 1\,000$ pF 1 MHz or 100 kHz (reference frequency 1 MHz);
 $C_N > 1\,000$ pF 1 kHz or 100 kHz (reference frequency 1 kHz);

4.5.1.2 Requirements

The capacitance value, as measured in unmounted state, shall correspond with the rated value taking into account the specified tolerance.

The capacitance as measured in the mounted state according to Group 3 is for reference purposes only in further tests.

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

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

4.5.2.1 Measuring conditions

The measuring conditions are the same as 4.5.1. The inaccuracy of the measuring equipment shall not exceed 3×10^{-4} .

4.5.2.2 Requirements

The tangent of loss angle as measured in the unmounted state shall not exceed the limit given in Table 7.

Table 7 – Tangent of loss angle limits

Nominal capacitance pF	Tangent of loss angle ($\tan \delta$) $\times 10^{-4}$		
	$+100 \geq \alpha > -750$ and SL (1C)	$-750 \geq \alpha > -1\,500$	$\alpha = -1\,500$
$C_N \leq 50$	15	20	30
$5 \leq C_N < 50$	$1,5 \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$	$2 \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$	$3 \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$
$C_N < 5$	When the measurement is required the detail specification shall specify the limit.		

The tangent of loss angle as measured in the mounted state according to Group 3 is for reference purpose only in further tests.

4.5.3 Insulation resistance

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

4.5.3.1 Preparation for test

Prior to the test, capacitors shall be carefully cleaned to remove any contamination.

Care shall be taken to maintain cleanliness in the test chambers and during post test measurements. Before the measurement the capacitors shall be fully discharged. The insulation resistance shall be measured between the terminations.

4.5.3.2 Measuring conditions

See IEC 60384-1, 4.5.2, with the following details.

The measuring voltage may be of any value not greater than U_R , the referee voltage being U_R , for capacitors with a rated voltage below or equal to 1 kV. For $U_R > 1$ kV the referee voltage shall be 1 kV.

The insulation resistance (R_i) shall be measured after the voltage has been applied for (60 ± 5) s.

For lot-by-lot testing (Group A) the test may be terminated in a shorter time, if the required value of insulation resistance is reached.

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

The charge current shall not exceed 0,05 A. For capacitors with rated voltages of 1 kV and above, a lower limit may be given in the detail specification.

4.5.3.3 Requirements

The insulation resistance shall meet the following requirements.

$C_N \leq 10$ nF	$R_i \geq 10\,000$ M Ω
$C_N > 10$ nF	$R_i \times C_R \geq 100$ s

4.5.4 Voltage proof

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

4.5.4.1 Test conditions

The product of R_1 and the nominal capacitance C_X shall be smaller than or equal to 1 s.

NOTE R_1 is a charging resistor, includes the internal resistance of the voltage source. See IEC 60384-1, 4.6.1.

The charge current shall not exceed 0,05 A.

For capacitors with rated voltages of 1 kV and above, a lower limit may be given in the detail specification. To protect the capacitors against flashover, the test may be performed in a suitable insulating medium.

4.5.4.2 Test voltages

The test voltages according to Table 8 shall be applied between the measuring points of 4.5.3 and Table 3 in IEC 60384-1, 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 8 – Test voltages

Rated voltage V	Test voltage V
$U_R \leq 100$	$2,5 U_R$
$100 < U_R \leq 200$	$1,5 U_R + 100$
$200 < U_R \leq 500$	$1,3 U_R + 100$
$500 < U_R < 1\,000$	$1,3 U_R$
$U_R \geq 1\,000$	$1,2 U_R$

4.5.4.3 Requirement

There shall be no breakdown or flashover during the test.

4.6 Temperature coefficient (α) and temperature cycle drift

See IEC 60384-1, 4.24.3.2, with the following details.

4.6.1 Preliminary drying

The capacitors shall be dried according to 4.1 for 16 h to 24 h.

4.6.2 Measuring conditions

See IEC 60384-1, 4.24.1.2 and 4.24.1.3, with the following details.

The capacitors shall be measured in unmounted state.

4.6.3 Requirements

The capacitance deviation at upper and lower category temperature (and at such other temperatures as may be specified in the detail specification) shall not exceed the limits given in Table 3.

The temperature cyclic drift shall not exceed the limits given in Table 9.

Table 9 – Temperature cyclic drift limits

α rated in $10^{-6}/K$	Requirements ^a
$+100 \geq \alpha > -150$	0,3 % or 0,05 pF
$-150 \geq \alpha > -1\,500$ and SL (1C)	1 % or 0,05 pF
$\alpha = -1\,500$	2 % or 0,05 pF
^a Whichever is the greater.	

4.7 Shear test

See IEC 60384-1, 4.34.

A force shall be selected from 1 N, 2 N, 5 N or 10 N and specified in the detail specification.

4.8 Substrate bending test

See IEC 60384-1, 4.35.

Unless otherwise specified in the detail specification,

- the deflection D shall be selected from 1 mm, 2 mm or 3 mm;
- the number of bends shall be 1 time;
- the radius of the bending tool shall be 5 mm;

NOTE When the deflection D is 2 mm or less, the radius may be 230 mm.

- the duration in the bent state shall be 5 s.

For 1005M or smaller size, the thickness of substrate should be 0,8 mm.

4.8.1 Initial measurement

The capacitance shall be measured as specified in 4.5.1 and in the detail specification.

4.8.2 Final inspection

The capacitors shall be visually examined and there shall be no visible damage.

The change of capacitance with board in bent position shall not exceed 5 %.

4.9 Resistance to soldering heat

See IEC 60068-2-58 with the following details:

4.9.1 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.5.1.

4.9.2 Test conditions

4.9.2.1 Solder bath method (applicable to 1608M, 2012M and 3216M)

NOTE See Table A.1 for explanation of the size code.

See IEC 60068-2-58, Clauses 6 and 8, with the following details, if not otherwise specified in the detail specification:

The specimen shall be preheated to a temperature of 110 °C to 140 °C and maintained for 30 s to 60 s.

Solder alloy: Sn-Pb or Sn-Ag-Cu

Temperature: 260 °C ± 5 °C

Duration of immersion: 10 s ± 1 s

Depth of immersion: 10 mm

Number of immersions: 1

4.9.2.2 Infrared and forced gas convection soldering system

See IEC 60068-2-58, Clauses 7 and 8, with the following details:

- a) the solder paste shall be applied to the test substrate;
- b) the thickness of solder deposit shall be specified in the detail specification;
- c) the terminations of the specimen shall be placed on solder paste;
- d) solder alloy: Sn-Pb;
unless otherwise specified in the detail specification, the specimen and test substrate shall be preheated to a temperature of $(150 \pm 10) ^\circ\text{C}$ and maintained for 60 s to 120 s in infrared and forced gas convection soldering system;
the temperature of reflow system shall be quickly raised until the specimen has reached $(235 \pm 5) ^\circ\text{C}$ and maintained at this temperature for (10 ± 1) s. Number of each test: 1, unless otherwise specified in the detail specification;
- e) solder alloy: Sn-Ag-Cu;
unless otherwise specified in the detail specification, reflow temperature profile shall be selected from Table 10 and Figure 6;

Table 10 – Reflow temperature profiles for Sn-Ag-Cu alloy

Alloy composition		T_1 $^\circ\text{C}$	T_2 $^\circ\text{C}$	t_1 s	T_3 $^\circ\text{C}$	t_2 s	T_4 $^\circ\text{C}$	t_3 s
Lead-free solder (Sn-Ag-Cu)	Test 1	150 ± 5	180 ± 5	120 ± 5	220	60 to 90	250	20 to 40 at $T_4 - 5 \text{ K}$
	Test 2	150 ± 5	180 ± 5	120 ± 5	220	≤ 60	255	≤ 20 at $T_4 - 10 \text{ K}$

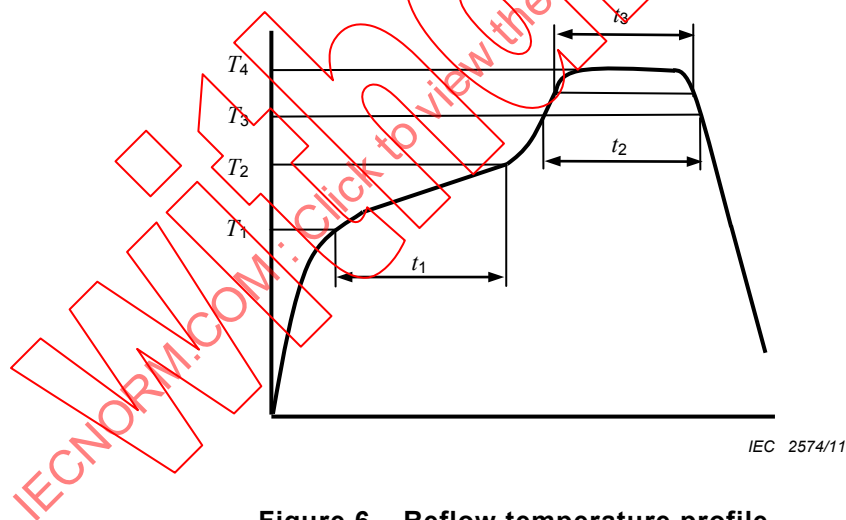


Figure 6 – Reflow temperature profile

- f) number of each test: 1, unless otherwise specified in the detail specification;
- g) the temperature profile of d) or e) shall be specified in the detail specification.

4.9.3 Recovery

The capacitors shall recover for 6 h to 24 h.

The flux residues shall be removed with a suitable solvent.

4.9.4 Final inspection, measurements and requirements

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

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

Dissolution of the end face plating (leaching) shall not exceed 25 % of the length of the edge concerned. The detail specification may prescribe further details.

The capacitance shall be measured according to 4.5.1 and the change shall not exceed the values in Table 11.

Table 11 – Maximum capacitance change

α rated in $10^{-6}/K$	Requirements ^a
$+100 \geq \alpha > -750$	0,5 % or 0,5 pF
$-750 \geq \alpha > -1\,500$ and SL (1C)	1 % or 1 pF
^a Whichever is the greater.	

4.10 Solderability

See IEC 60068-2-58 with the following details.

4.10.1 Test conditions

4.10.1.1 Solder bath method (applicable to 1608M, 2012M and 3216M)

NOTE See Table A.1 for explanation of the size code

See IEC 60068-2-58, Clauses 6 and 8, with the following details, if not otherwise specified in the detail specification:

The specimen shall be preheated to a temperature of (80 to 140) °C and maintained for 30 s to 60 s.

Solder alloy:	Sn-Pb	Sn-Ag-Cu
Temperature:	(235 ± 5) °C	(245 ± 5) °C
Duration of immersion:	(2 ± 0,2) s	(3 ± 0,3) s
Depth of immersion:	10 mm	10 mm
Number of immersions:	1	1

4.10.1.2 Infrared and forced gas convection soldering system

See IEC 60068-2-58, Clauses 7 and 8, with the following details:

- the solder paste shall be applied to the test substrate;
- the thickness of solder deposit shall be specified in the detail specification;
- the terminations of the specimen shall be placed on solder paste;
- solder alloy: Sn-Pb;

unless otherwise specified in the detail specification, the specimen and test substrate shall be preheated to a temperature of (150 ± 10) °C and maintained for 60 s to 120 s in the infrared and forced gas convection soldering system;

the temperature of reflow system shall be quickly raised until the specimen has reached (215 ± 3) °C and maintained at this temperature for (10 ± 1) s;

- solder alloy: Sn-Ag-Cu;

unless otherwise specified in the detail specification, the specimen and test substrate shall be preheated to a temperature of $(150 \pm 5) ^\circ\text{C}$ to $(180 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 60 s to 120 s in the infrared and forced gas convection soldering system;

the temperature of reflow system shall be quickly raised until the specimen has reached $(235 \pm 3) ^\circ\text{C}$. The time above $225 ^\circ\text{C}$ shall be $(20 \pm 5) \text{ s}$;

f) the temperature profile of d) or e) shall be specified in the detail specification.

4.10.2 Recovery

The flux residues shall be removed with a suitable solvent.

4.10.3 Final inspection, measurements and requirements

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

Both end face and the contact areas shall be covered with a smooth and bright solder coating with no more than a small amount of scattered imperfections such as pinholes or unwetted or de-wetted areas. These imperfections shall not be concentrated in one area.

The detail specification may prescribe further requirements.

4.11 Rapid change of temperature

This test shall be applied only to capacitors for which the category temperature is greater $110 ^\circ\text{C}$.

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

The capacitors shall be mounted according to 4.3.

4.11.1 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.5.1.

4.11.2 Number of cycles

The number of cycles: 5.

Duration of exposure at the temperature limits: 30 min.

4.11.3 Recovery

The capacitors shall recover for 6 h to 24 h.

4.11.4 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitance shall be measured according to 4.5.1 and the change shall not exceed the value in Table 12.

Table 12 – Maximum capacitance change

α rated in $10^{-6}/K$	Requirements ^a
$+100 \geq \alpha > -750$	1 % or 1 pF
$-750 \geq \alpha > -1\,500$ and SL (1C)	2 % or 1 pF
^a Whichever is the greater.	

4.12 Climatic sequence

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

4.12.1 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.5.1.

4.12.2 Dry heat

See IEC 60384-1, 4.21.2.

4.12.3 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle

See IEC 60384-1, 4.21.3.

4.12.4 Cold

See IEC 60384-1, 4.21.4, with the following details.

4.12.4.1 Final inspection and requirements

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

4.12.5 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles

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

4.12.5.1 Conditions of test

No voltage applied.

The remaining cycles shall be tested according to Table 13.

Table 13 – Number of damp heat cycles

Category	No. of cycles of 24 h
- / - / 56	5
- / - / 21	1
- / - / 10	1
- / - / 04	0

4.12.5.2 Recovery

The capacitors shall recover for 6 h to 24 h.

4.12.6 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be measured and shall meet the requirements in Table 14.

Table 14 – Final inspection measurements and requirements

Measurement	Measurement and conditions	α rated and (Subclass)	Requirements
Capacitance	Subclause 4.5.1	$+100 \geq \alpha > -750$ (1B)	Capacitance change $\leq 2\%$ or 1 pF^a
		$-750 \geq \alpha > -1\,500$ (1F) SL (1C)	Capacitance change $\leq 3\%$ or 1 pF^a
Tangent of loss angle	Subclause 4.5.2	All α s and subclasses	$\leq 2 \times$ value in the table of Subclause 4.5.2
Insulation resistance	Subclause 4.5.3	All α s and subclasses	$R_i \geq 2\,500 \text{ M}\Omega$ or $R_i \times C_R \geq 25 \text{ s}^b$
NOTE See 2.2.5 for an explanation of the subclass codes.			
^a Whichever is the greater.			
^b Whichever is less.			

4.13 Damp heat, steady state

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

The capacitors shall be mounted according to 4.3.

4.13.1 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.5.1.

4.13.2 Conditions of test

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

The severity of test should be selected from the test conditions as shown in Table 15 and specified in the detail specification.

The duration time should be selected in accordance with 2.1.1 and shall be specified in the detail specification.

Table 15 – Test conditions for damp heat, steady state

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

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

Within 15 min after removal from the damp heat test, the voltage proof test according to 4.5.4 shall be carried out, but with the rated voltage applied.

NOTE Due to safety reasons, different conditions for the application of voltage to capacitors with rated voltages of 1 kV or above may be given in the detail specification.

4.13.3 Recovery

The capacitors shall recover for 6 h to 24 h.

4.13.4 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be measured and shall meet the requirements in Table 16.

Table 16 – Final inspection measurements and requirements

Measurement	Measurement and conditions	α rated and (subclass)	Requirements
Capacitance	Subclause 4.5.1	$+100 \geq \alpha > -750$ (1B)	Capacitance change $\leq 2\%$ or 1 pF ^a
		$-750 \geq \alpha > -1\,500$ (1F) SL (1C)	Capacitance change $\leq 3\%$ or 1 pF ^a
Tangent of loss angle	Subclause 4.5.2	All α s and subclasses	$\leq 2 \times$ value in the table of 4.5.2
Insulation resistance	Subclause 4.5.3	All α s and subclasses	$R_i \geq 2\,500\text{ M}\Omega$ or $R_i \times C_R \geq 25\text{ s}$ ^b
NOTE See 2.2.5 for an explanation of the subclass codes.			
^a Whichever is the greater.			
^b Whichever is the less.			

4.14 Endurance

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

The capacitors shall be mounted according to 4.3.

4.14.1 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.5.1.

4.14.2 Conditions of test

If the category voltage is equal to the rated voltage, the capacitors shall be tested as in Table 17.

Table 17 – Endurance test conditions ($U_C = U_R$)

U_R	$U_R \leq 200$	$200 < U_R \leq 500$	$U_R > 500$
Temperature	Upper category temperature		
Voltage (d.c.)	1,5 U_R	1,3 U_R	1,2 U_R
Duration	1 000 h	1 500 h	2 000 h

If the category voltage is not equal to the rated voltage, the capacitors shall be tested as in Table 18.

Table 18 – Endurance test conditions ($U_C \neq U_R$)

U_R	$U_R \leq 200$		$200 < U_R \leq 500$		$U_R > 500$	
Temperature	T_R	T_B	T_R	T_B	T_R	T_B
Voltage (d.c.)	1,5 U_R	1,5 U_C	1,3 U_R	1,3 U_C	1,2 U_R	1,2 U_C
Duration	1 000 h		1 500 h		2 000 h	
Sample	Divided into two parts		Divided into two parts		Divided into two parts	
T_R = Rated temperature. T_B = Upper category temperatures > 85 °C, such as 100 °C, 125 °C and 150 °C.						

4.14.3 Recovery

The capacitors shall recover for 6 h to 24 h.

4.14.4 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be measured and shall meet the requirements in Table 19.

Table 19 – Final inspection measurements and requirements

Measurement	Measurement and conditions	α rated and (Subclass)	Requirements
Capacitance	Subclause 4.5.1	$+100 \geq \alpha > -750$ (1B)	Capacitance change $\leq 2\%$ or 1 pF^a
		$-750 \geq \alpha > -1\,500$ (1F)	Capacitance change $\leq 3\%$ or 1 pF^a
		SL (1C)	
Tangent of loss angle	Subclause 4.5.2	All α s and subclasses	$\leq 2 \times$ value in the table of 4.5.2.
Insulation resistance	Subclause 4.5.3	All α s and subclasses	$R_i \geq 4\,000\text{ M}\Omega$ or $R_i \times C_R \geq 40\text{ s}^b$
NOTE See 2.2.5 for an explanation of the subclass codes.			
^a Whichever is the greater.			
^b Whichever is less.			

4.15 Robustness of terminations (only for capacitors with strip termination)

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

4.15.1 Test conditions

Unless otherwise specified in the detail specification, the conditions of the tests are as follows:

- Test U_{a1} : force: 2,5 N;
- Test U_b , Method 1: force: 2,5 N;
- number of bends: 1.

4.15.2 Final inspection and requirements

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

4.16 Component solvent resistance (if required)

See IEC 60384-1, 4.31.

4.17 Solvent resistance of the marking (if required)

See IEC 60384-1, 4.32.

4.18 Accelerated damp heat, steady state (if required)

See IEC 60384-1, 4.37, with the following details.

The capacitors shall be mounted according to 4.3.

Half of the capacitors shall be connected in series with resistors of $100\text{ k}\Omega \pm 10\%$ and half in series with resistors of $6,8\text{ k}\Omega \pm 10\%$.

4.18.1 Initial measurement

The capacitors shall be measured for insulation resistance with a voltage of $1,5\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ applied across the capacitor and resistor in series.

The insulation resistance, including the series resistor, shall meet the requirements given in Table 20.

Table 20 – Initial requirements

Measurement	Measuring conditions	Requirements	
Insulation resistance	$(1,5 \pm 0,1)\text{ V}$	Connected to $100\text{ k}\Omega$ resistors	$C_N \leq 10\text{ nF}$: $R_i \geq 10\,000\text{ M}\Omega$ or $C_N > 10\text{ nF}$: $(R_i - 100\text{ k}\Omega) \times C_N \geq 100\text{ s}$
		Connected to $6,8\text{ k}\Omega$ resistors	$C_N \leq 10\text{ nF}$: $R_i \geq 10\,000\text{ M}\Omega$ $C_N > 10\text{ nF}$: $(R_i - 6,8\text{ k}\Omega) \times C_N \geq 100\text{ s}$

4.18.2 Conditioning

The capacitors with associated resistors shall be subjected to conditioning at $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(85 \pm 3)\%$ relative humidity for the test duration given in Table 21. The capacitors connected to $100\text{ k}\Omega$ resistors and the connected to $6,8\text{ k}\Omega$ resistors shall be applied to a voltage given in Table 21. In both cases, the voltage shall be applied across the capacitor/resistor combination.

Care shall be taken to avoid condensation of water on the capacitors or substrates. This may happen if the door is opened during the test before the humidity is lowered.

Table 21 – Conditioning

Connected resistors	Applied voltage	Duration
$100\text{ k}\Omega$	$(1,5 \pm 0,1)\text{ V}$ or the voltage specified in the detail specification	168 h, 500 h or 1 000 h; as specified in the detail specification
$6,8\text{ k}\Omega$	$(50 \pm 0,1)\text{ V}$ or U_R , whichever is the lower, or the voltage specified in the detail specification	

4.18.3 Recovery

The applied voltage shall be disconnected and the capacitors and resistors shall be removed from the test chamber and allowed to recover for respectively 6 h to 24 h in standard atmospheric conditions for testing.

4.18.4 Final measurements

The capacitors shall be measured for insulation resistance, as in 4.18.1.

The insulation resistance, including the series resistor, shall be greater than 0,1 times of 4.18.1.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60384-21:2011

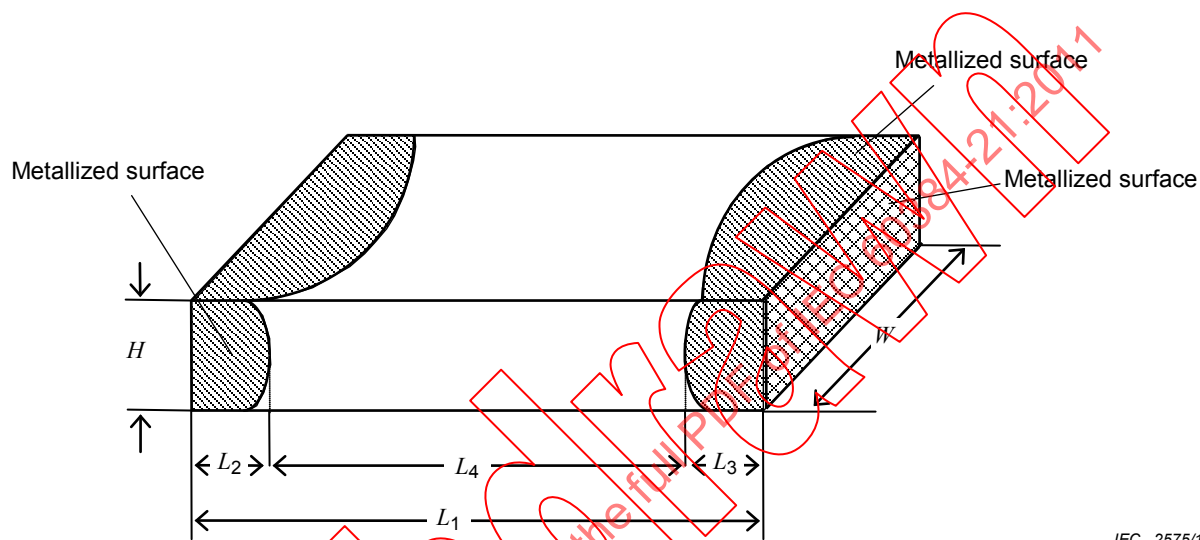
Annex A

(normative)

Guidance for the specification and coding of dimensions of fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 1

The principles given in Figure A.1 should be considered in the dimensioning of the capacitors.

Dimensions are specified in Table A.1.



IEC 2575/11

Dimension W should not exceed dimension L_1 .

Dimension H should not exceed dimension W .

If necessary, the thickness of tinning should be specified.

Figure A.1 – Dimensions

Table A.1 – Dimensions

Code	Length L_1	Width W	$L_2; L_3$ Minimum	L_4 Minimum
0402M	$0,4 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,02$	0,05	0,1
0603M	$0,6 \pm 0,03$	$0,3 \pm 0,03$	0,1	0,2
1005M	$1,0 \pm 0,05$	$0,5 \pm 0,05$	0,1	0,3
1608M	$1,6 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	0,2	0,5
2012M	$2,0 \pm 0,1$	$1,25 \pm 0,1$	0,2	0,7
3216M	$3,2 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,15$	0,3	1,4
3225M	$3,2 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$	0,3	1,4
4532M	$4,5 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,2$	0,3	2,0
5750M	$5,7 \pm 0,4$	$5,0 \pm 0,4$	0,3	2,5
NOTE Dimensions in millimetres.				

Other case sizes and dimensions may be specified in the detail specification.

Annex B (informative)

Combination of temperature coefficient and tolerance for the reference temperature of 25 °C

The temperature coefficient of capacitance for the reference temperature of 25 °C have often been used due to marketing needs and because of their actual performance. This temperature coefficient and code are shown in Table B.1.

**Table B.1 – Combination of temperature coefficient and tolerance
for the reference temperature of 25 °C**

Code of temperature coefficient and tolerance	Temperature coefficient and tolerance		Permissible relative variation in capacitance in parts per 1 000 between 25 °C and given temperature							
			Lower category temperature				Upper category temperature			
	α 10 ⁻⁶ /K	Tolerance 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
C0G	0	±30	-2,40/ 5,81	-1,95/ 4,72	-1,50/ 3,63	-1,05/ 2,54	-1,35/ 1,35	-1,80/ 1,80	-2,25/ 2,25	-3,00/ 3,00

α = nominal temperature coefficient.

Bibliography

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60384-21:2011

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	44
1 Généralités	46
1.1 Domaine d'application	46
1.2 Objet	46
1.3 Références normatives	46
1.4 Informations devant être données dans une spécification particulière	47
1.4.1 Dessin d'encombrement et dimensions	47
1.4.2 Montage	47
1.4.3 Valeurs limites et caractéristiques	47
1.4.4 Marquage	48
1.5 Termes et définitions	48
1.6 Marquage	49
1.6.1 Informations relatives au marquage	49
1.6.2 Marquage effectué sur le corps	49
1.6.3 Exigences relatives au marquage	49
1.6.4 Marquage de l'emballage	49
1.6.5 Marquage supplémentaire	49
2 Valeurs limites et caractéristiques préférentielles	49
2.1 Caractéristiques préférentielles	49
2.1.1 Catégories climatiques préférentielles	50
2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées	50
2.2.1 Température assignée (T_R)	50
2.2.2 Tension assignée (U_R)	50
2.2.3 Tension de catégorie (U_C)	50
2.2.4 Valeurs préférentielles de capacité nominale et valeurs de tolérance associées	50
2.2.5 Coefficient de température (α)	51
2.2.6 Dimensions	54
3 Procédures d'assurance de la qualité	54
3.1 Etape initiale de fabrication	54
3.2 Composants associables	54
3.3 Certificats de conformité des lots livrés	54
3.4 Homologation	54
3.4.1 Homologation sur la base des procédures par échantillonnage fixe	54
3.4.2 Essais	55
3.5 Contrôle de la conformité de la qualité	59
3.5.1 Constitution des lots de contrôle	59
3.5.2 Programme d'essais	60
3.5.3 Livraison différée	60
3.5.4 Niveaux d'assurance de la qualité	60
4 Procédures d'essais et de mesures	61
4.1 Préséchage	61
4.2 Conditions de mesure	62
4.3 Montage	62
4.4 Examen visuel et contrôle des dimensions	62
4.4.1 Examen visuel	62

4.4.2	Exigences.....	62
4.5	Essais électriques	64
4.5.1	Capacité.....	64
4.5.2	Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$)	64
4.5.3	Résistance d'isolement.....	65
4.5.4	Tenue en tension.....	66
4.6	Coefficient de température (α) et dérive en cycle de température	66
4.6.1	Préséchage	66
4.6.2	Conditions de mesure	66
4.6.3	Exigences.....	67
4.7	Essai de cisaillement.....	67
4.8	Essai de courbure du substrat	67
4.8.1	Mesures initiales	67
4.8.2	Contrôle final	67
4.9	Résistance à la chaleur de brasage.....	67
4.9.1	Mesures initiales	68
4.9.2	Conditions d'essais.....	68
4.9.3	Reprise.....	69
4.9.4	Contrôle final, mesures et exigences	69
4.10	Brasabilité	69
4.10.1	Conditions d'essais.....	70
4.10.2	Reprise.....	70
4.10.3	Contrôle final, mesures et exigences	70
4.11	Variations rapides de température	71
4.11.1	Mesures initiales	71
4.11.2	Nombre de cycles.....	71
4.11.3	Reprise.....	71
4.11.4	Contrôle final, mesures et exigences	71
4.12	Séquence climatique	71
4.12.1	Mesures initiales	71
4.12.2	Chaleur sèche	71
4.12.3	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle.....	71
4.12.4	Froid.....	72
4.12.5	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants	72
4.12.6	Contrôle final, mesures et exigences	72
4.13	Chaleur humide, essai continu.....	73
4.13.1	Mesures initiales	73
4.13.2	Conditions d'essai	73
4.13.3	Reprise.....	73
4.13.4	Contrôle final, mesures et exigences	73
4.14	Endurance.....	74
4.14.1	Mesures initiales	74
4.14.2	Conditions d'essai	74
4.14.3	Reprise.....	75
4.14.4	Contrôle final, mesures et exigences	75
4.15	Robustesse des sorties (uniquement pour les condensateurs munis de sortie à lamelle)	75
4.15.1	Conditions d'essais.....	75
4.15.2	Contrôle final et exigences	75

4.16	Résistance du composant au solvant (si exigée)	75
4.17	Résistance au solvant du marquage (si exigée)	75
4.18	Chaleur humide, essai accéléré, continu (si exigé)	76
4.18.1	Mesures initiales	76
4.18.2	Conditionnement	76
4.18.3	Reprise	76
4.18.4	Mesures finales	76
Annexe A (normative) Lignes directrices pour la spécification et le code des dimensions des condensateurs multicouches fixes à diélectriques en céramique pour montage en surface, Classe 1		78
Annexe B (informative) Combinaison du coefficient de température et de la tolérance pour la température de référence de 25 °C		79
Bibliographie		80
Figure 1	– Défaut: craquelure ou fissure	62
Figure 2	– Défaut: craquelure ou fissure	62
Figure 3	– Séparation ou décollement interlaminaire	63
Figure 4	– Electrodes exposées	63
Figure 5	– Faces principales	64
Figure 6	– Profil de température de refusion	69
Figure A.1	– Dimensions	78
Tableau 1	– Tolérance préférentielle sur la capacité nominale	51
Tableau 2	– Coefficient de température nominale et tolérance	52
Tableau 3	– Combinaison du coefficient de température et de la tolérance	53
Tableau 4	– Plan d'essai de taille d'échantillonnage fixe pour l'homologation – Niveau d'assurance EZ	56
Tableau 5	– Programme d'essai pour l'homologation	57
Tableau 6a	– Contrôle lot par lot	61
Tableau 6b	– Essais périodiques	61
Tableau 7	– Limites de la tangente de l'angle de perte	65
Tableau 8	– Tensions d'essai	66
Tableau 9	– Limites de dérives après cycle thermique	67
Tableau 10	– Profils de température de refusion pour alliage Sn-Ag-Cu	68
Tableau 11	– Variation de capacité maximale	69
Tableau 12	– Variation de capacité maximale	71
Tableau 13	– Nombre de cycles de chaleur humide	72
Tableau 14	– Contrôle final, mesures et exigences	72
Tableau 15	– Conditions d'essai continu de chaleur humide	73
Tableau 16	– Contrôle final, mesures et exigences	74
Tableau 17	– Conditions d'essai d'endurance ($U_C = U_R$)	74
Tableau 18	– Conditions d'essai d'endurance ($U_C \neq U_R$)	74
Tableau 19	– Contrôle final, mesures et exigences	75
Tableau 20	– Exigences initiales	76
Tableau 21	– Conditionnement	76

Tableau A.1 – Dimensions	78
Tableau B.1 – Combinaison du coefficient de température et de la tolérance pour la température de référence de 25 °C	79

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60384-21:2011

Withd21M

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 21: Spécification intermédiaire – Condensateurs multicouches fixes à diélectriques en céramique pour montage en surface, de Classe 1

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale CEI 60384-21 a été établie par le comité d'études 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 2004 et inclut les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

- La tension d'essai de $1,2 U_R$ à $U_R \geq 1\,000\text{ V}$ a été ajoutée en 4.5.4 Tenue en tension.
- Les conditions d'essai détaillées ont été mentionnées en 4.7 Essai de cisaillement et 4.8 Essai de courbure du substrat.
- Les conditions d'essai s'appliquant à l'alliage de soudure (Sn-Ag-Cu) ont été ajoutées en 4.9 Résistance à la chaleur de brasage et au 4.10 Brasabilité.

- Une sélection des conditions d'essai en fonction des besoins du marché a été ajoutée en 4.13 Chaleur humide, essai continu.
- Les dimensions de 0402 M ont été ajoutées, voir l'Annexe A.
- Le code du coefficient de température et la tolérance de capacité pour la température de référence de 25 °C ont été ajoutés, voir l'Annexe B.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2127/FDIS	40/2140/RVD

Le rapport de vote donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

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

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

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 21: Spécification intermédiaire – Condensateurs multicouches fixes à diélectriques en céramique pour montage en surface, de Classe 1

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60384 est applicable aux condensateurs multicouches fixes non encapsulés à diélectriques en céramique pour montage en surface, Classe 1, utilisés dans les équipements électroniques. Ces condensateurs possèdent des pastilles de connexion métallisées ou des bandes de soudures et sont destinés à être montés sur des cartes imprimées ou directement sur des substrats de circuits hybrides.

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

1.2 Objet

L'objet de la présente norme est de prescrire des valeurs limites et des caractéristiques préférentielles et de sélectionner à partir de la CEI 60384-1 les procédures d'assurance de la qualité, les essais et les méthodes de mesure appropriées et de donner les exigences de performance générales pour ce type de condensateur. Il convient que les exigences et les sévérités des essais prescrits dans les spécifications particulières se référant à la présente spécification intermédiaire soient d'un niveau de performance supérieur ou égal, des niveaux de performance inférieurs ne sont pas permis.

1.3 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60063:1963, *Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs*
Amendement 1 (1967)
Amendement 2 (1977)

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

IEC 60068-2-58:2004, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td – Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)* (disponible en anglais seulement)
Amendement 1 (1992)

CEI 60384-1:2008, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification* (disponible en anglais seulement)

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

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

1.4 Informations devant être données dans une spécification particulière

La spécification particulière doit être établie à partir de la spécification particulière cadre applicable.

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

NOTE Pour des raisons pratiques, les informations données en 1.4.1 peuvent être présentées sous forme de tableau.

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

1.4.1 Dessin d'encombrement et dimensions

Il doit y avoir une illustration des condensateurs qui permette de reconnaître et de comparer facilement des condensateurs avec d'autres.

Les dimensions et leurs tolérances associées, qui affectent l'interchangeabilité et le montage, doivent être indiquées dans la spécification particulière. Toutes les dimensions doivent de préférence être stipulées en millimètres, cependant, lorsque les dimensions d'origine sont données en inches, les dimensions métriques de la conversion en millimètres doivent être ajoutées.

Normalement, les valeurs numériques doivent être données pour la longueur, la largeur et la hauteur du corps. Si nécessaire, par exemple lorsqu'un nombre d'éléments (taille et gamme de tensions/de capacités) est couvert par une spécification particulière, les dimensions et leurs tolérances associées doivent être indiquées dans un tableau en dessous du schéma.

Lorsque la configuration est autre que celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit stipuler ces informations dimensionnelles, afin de décrire correctement les condensateurs.

1.4.2 Montage

La spécification particulière doit donner des lignes directrices sur les méthodes de montage pour une utilisation normale. Le montage pour les besoins des essais et des mesures (si nécessaire) doit être effectué selon 4.3 de la présente spécification intermédiaire.

1.4.3 Valeurs limites et caractéristiques

Les valeurs limites et les caractéristiques doivent être conformes aux articles correspondants de la présente spécification et avec ce qui suit.

1.4.3.1 Gamme de capacités nominales

Se reporter à 2.2.4.1.

NOTE Il convient d'ajouter les indications suivantes lorsque les produits conformes à la spécification particulière possèdent différentes gammes. "La gamme des valeurs des capacités disponibles dans chaque gamme de tensions est donnée dans le registre des agréments, disponible par exemple dans le site internet www.iec.org.

1.4.3.2 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.

1.4.3.3 Brasage

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

1.4.4 Marquage

La spécification particulière doit spécifier la teneur du marquage sur le condensateur et sur l'emballage. Les écarts par rapport à 1.6 de cette spécification intermédiaire doivent être stipulés spécifiquement.

1.5 Termes et définitions

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

1.5.1

condensateur pour montage en surface

condensateur dont les petites dimensions et la nature ou la forme des connexions de sortie lui permettent d'être monté en surface sur des circuits hybrides et sur des cartes imprimées

1.5.2

condensateurs fixes, diélectrique en céramique, Classe 1

condensateur spécialement conçu et adapté pour une application dans un circuit résonant où de faibles pertes et une stabilité élevée de capacité sont essentielles ou pour lequel un coefficient de température défini avec précision est exigé, en vue par exemple de compenser les effets de température dans le circuit

NOTE Le diélectrique en céramique est défini par son coefficient de température assignée (α).

1.5.3

sous-classe

pour un coefficient de température nominale donné, la sous-classe est définie par la tolérance sur le coefficient de température (voir Tableau 2)

NOTE La valeur du coefficient de température nominale et sa tolérance font référence à l'intervalle de températures comprises entre +20 °C et +85 °C, mais en raison du fait qu'en pratique, les courbes de TC (coefficient de température) ne sont pas strictement linéaires, il est nécessaire de définir l'écart de capacité limite ($\Delta C/C$) pour d'autres températures (voir Tableau 3).

1.5.4

plage des températures de catégorie

plage des températures ambiantes pour laquelle le condensateur est conçu en vue d'un fonctionnement permanent; elle est fournie par la température minimale et maximale de catégorie

1.5.5

température assignée

T_R

température ambiante maximale à laquelle la tension assignée peut être appliquée continuellement

1.5.6

tension continue assignée

U_R

tension continue maximale qui peut être appliquée continuellement à un condensateur à toute température située entre la température minimale de catégorie et la température assignée

NOTE La tension continue maximale est la somme de la tension continue et de la tension alternative de crête ou de la tension d'impulsion de crête appliquées au condensateur.

1.5.7

tension de catégorie

U_C

tension maximale pouvant être appliquée continuellement à un condensateur à sa température maximale de catégorie

1.6 Marquage

Voir la CEI 60384-1, 2.4, avec les précisions qui suivent.

1.6.1 Informations relatives au marquage

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

- la capacité nominale;
- la tension assignée (la tension continue peut être indiquée par le symbole — ou —);
- la tolérance sur la capacité nominale;
- le coefficient de température et sa tolérance, le cas échéant (selon 2.2.5);
- l'année et le mois (ou la semaine) de fabrication;
- le nom du fabricant ou sa marque de fabrique;
- la catégorie climatique;
- la désignation de type du fabricant;
- la référence à la spécification particulière.

1.6.2 Marquage effectué sur le corps

Ces condensateurs ne comportent généralement pas de marquage au niveau du corps. Si certains marquages peuvent être appliqués, ils doivent être bien lisibles et contenir autant d'éléments, cités ci-dessus et considérés comme utiles, que possible. Il convient d'éviter toute duplication d'informations dans le marquage du condensateur.

1.6.3 Exigences relatives au marquage

Tout marquage doit être lisible et ne doit pas être aisément maculé ou éliminé par frottement du doigt.

1.6.4 Marquage de l'emballage

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

1.6.5 Marquage supplémentaire

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

2 Valeurs limites et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

Les valeurs indiquées dans la spécification particulière doivent de préférence provenir de ce qui suit.

2.1.1 Catégories climatiques préférentielles

Les condensateurs couverts par cette spécification intermédiaire sont classés selon des catégories climatiques, conformément aux règles générales de la CEI 60068-1.

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

- tension minimale de catégorie -55 °C , -40 °C , -25 °C , -10 °C et $+10\text{ °C}$;
- température maximale de catégorie $+70\text{ °C}$, $+85\text{ °C}$, $+100\text{ °C}$, $+125\text{ °C}$ et $+150\text{ °C}$;
- durée de l'essai continu de chaleur humide (40 °C , h.r. 93%): 4, 10, 21 et 56 jours.

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

NOTE La résistance à l'humidité résultant de la catégorie climatique ci-dessus concerne les condensateurs en l'état non monté. La performance climatique des condensateurs après montage dépend considérablement du substrat de montage, de la méthode de montage (voir 4.3) et du revêtement final.

2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées

2.2.1 Température assignée (T_R)

Pour les condensateurs couverts par la présente spécification intermédiaire, la température assignée est égale à la température maximale de catégorie, à moins que la température maximale de catégorie ne soit supérieure à 125 °C .

2.2.2 Tension assignée (U_R)

Les valeurs préférentielles de la tension assignée sont les valeurs de la série R5 de l'ISO 3. Si d'autres valeurs sont nécessaires, elles doivent être choisies parmi celles de la série R10.

La somme de la tension continue et de la tension alternative de crête ou de la tension alternative de crête à crête, selon celle des deux valeurs qui est la plus élevée, appliquée au condensateur ne doit pas dépasser la tension assignée. La valeur de la tension alternative de crête ne doit pas dépasser la valeur déterminée par la puissance réactive admissible.

2.2.3 Tension de catégorie (U_C)

Lorsque la température assignée est définie comme la température maximale de catégorie, la tension de catégorie est égale à la tension assignée telle que définie en 2.2.5 de la CEI 60384-1. Si la température maximale de catégorie est supérieure à 125 °C , ou les tensions assignées dépassent 500 V, la tension de catégorie doit être fournie dans la spécification particulière.

2.2.4 Valeurs préférentielles de capacité nominale et valeurs de tolérance associées

2.2.4.1 Valeurs préférentielles de capacité nominale

Les valeurs de capacité nominale doivent provenir des séries de la CEI 60063; les séries E6, E12 et E24 étant préférentielles.

2.2.4.2 Tolérance préférentielle sur la capacité nominale

Voir Tableau 1.

Tableau 1 – Tolérance préférentielle sur la capacité nominale

Série préférentielle	Tolérance			
	$C_N \geq 10 \text{ pF}$	Code littéral	$C_N < 10 \text{ pF}$	Code littéral
E6	$\pm 20 \%$	M	$\pm 2 \text{ pF}$	G
E12	$\pm 10 \%$	K	$\pm 1 \text{ pF}$	F
E24	$\pm 5 \%$	J	$\pm 0,5 \text{ pF}$	D
	$\pm 2 \%$	G	$\pm 0,25 \text{ pF}$	C
	$\pm 1 \%$	F	$\pm 0,1 \text{ pF}$	B

2.2.5 Coefficient de température (α)

2.2.5.1 Coefficient de température nominale et tolérance

Le Tableau 2 représente les coefficients préférentiels de température nominale et les tolérances associées, exprimés en parties par million par degré Kelvin ($10^{-6}/\text{K}$), et les sous-classes et codes correspondants.

La spécification particulière doit spécifier, pour chaque coefficient de température, la valeur minimale de capacité pour laquelle la tolérance donnée du coefficient de température peut être vérifiée, en prenant en considération la précision de la méthode de mesure de la capacité spécifiée.

Pour les valeurs de capacité inférieures à cette valeur minimale:

- la spécification particulière doit spécifier un coefficient multiplicateur pour la tolérance sur α , ainsi que les variations admissibles de capacité aux températures minimale et maximale de catégorie;
- des méthodes spéciales de mesure peuvent être nécessaires et, si cela est exigé, elles doivent être soumises à essai dans la spécification particulière.

Tableau 2 – Coefficient de température nominale et tolérance

Coefficient de température nominale ($10^{-6}/K$)	Tolérance sur le coefficient de température ($10^{-6}/K$)	Sous-classe	Code littéral pour	
			α	Tolérance
+100	± 30	1B	A	G
<u>0</u>	± 30	1B	C	G
-33	± 30	1B	H	G
-75	± 30	1B	L	G
<u>-150</u>	± 30	1B	P	G
-220	± 30	1B	R	G
-330	± 60	1B	S	H
-470	± 60	1B	T	H
<u>-750</u>	± 120	1B	U	J
-1 000	± 250	1F	Q	K
-1 500	± 250	1F	V	K
$+140 \geq \alpha \geq -1\,000$	a	1C	SL	–

NOTE 1 Les valeurs des coefficients de température préférentielles (α) sont soulignées.

NOTE 2 Les coefficients de température nominale et leurs tolérances sont définis en utilisant la variation de capacité dans les températures comprises entre 20 °C et 85 °C.

NOTE 3 Un condensateur comportant un coefficient de température de $0 \times 10^{-6}/K$ et une tolérance sur le coefficient de température de $\pm 30 \times 10^{-6}/K$ est désigné sous le terme de condensateur CG (sous-classe 1B).

^a Cette valeur du coefficient de température n'est pas soumise au contrôle, étant donné qu'aucune limite n'est spécifiée dans le Tableau 3 pour la variation de capacité relative.

NOTE Se reporter à l'Annexe B pour la température de référence de 25 °C, en tant que guide informatifs.

2.2.5.2 Variation relative admissible de capacité

Le Tableau 3 présente, pour chaque combinaison du coefficient de température et de la tolérance, la variation relative admissible de capacité exprimée en parties par mille aux deux températures maximale et minimale de catégorie. Les coefficients de température et les tolérances sont exprimés en parties par million par degré Kelvin ($10^{-6}/K$).

Tableau 3 – Combinaison du coefficient de température et de la tolérance

		Variation relative admissible de capacité en parties par 1 000 entre 20 °C et une température donnée							
		Température minimale de catégorie				Température maximale de catégorie			
α 10 ⁻⁶ /K	Tolérance 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
+100	±30(G)	-9,75/ -3,71	-7,80/ -2,96	-5,85/ -2,22	-3,90/ -1,48	3,50/ 6,50	4,55/ 8,45	5,60/ 10,4	7,35/ 13,7
<u>0</u>	±30(G)	-2,25/ 5,45	-1,80/ 4,36	-1,35/ 3,27	-0,90/ 2,18	-1,50/ 1,50	-1,95/ 1,95	-2,40/ 2,40	-3,15/ 3,15
-33	±30(G)	0,225/ 8,47	0,180/ 6,77	0,135/ 5,08	0,090/ 3,39	-3,15/ -0,15	-4,10/ -0,195	-5,04/ -0,240	-6,62/ -0,32
-75	±30(G)	3,38/ 12,3	2,70/ 9,85	2,03/ 7,39	1,35/ 4,92	-5,25/ -2,25	-6,83/ -2,93	-8,40/ -3,60	-11,0/ -4,73
<u>-150</u>	±30(G)	9,00/ 19,2	7,20/ 15,3	5,40/ 11,5	3,60/ 7,67	-9,00/ -6,0	-11,7/ -7,80	-14,4/ -9,60	-18,9/ -12,6
-220	±30(G)	14,3/ 25,6	11,4/ 20,46	8,55/ 15,3	5,70/ 10,2	-12,5/ -9,50	-16,2/ -12,4	-20,0/ -15,2	-26,3/ -20,0
-330	±60(H)	20,3/ 38,4	16,2/ 30,7	12,2/ 23,0	8,10/ 15,4	-19,5/ -13,5	-25,4/ -17,6	-31,2/ -21,6	-41,0/ -28,4
-470	±60(H)	30,8/ 51,2	24,6/ 41,0	18,5/ 30,7	12,3/ 20,5	-26,5/ -20,5	-34,5/ -26,7	-42,4/ -32,8	-55,7/ -43,1
<u>-750</u>	±120(J)	47,3/ 82,3	37,8/ 65,8	28,4/ 49,4	18,9/ 32,9	-43,5/ -31,5	-56,6/ -41,0	-69,6/ -50,4	-91,4/ -66,2
-1 000	±250(K)	56,3/ 117	45,0/ 93,7	33,8/ 70,2	22,5/ 46,8	-62,5/ -37,5	-81,3/ -48,8	-100/ -60,0	-131/ -78,8
-1 500	±250(K)	93,8/ 163	75,0/ 130	56,3/ 97,7	37,5/ 65,1	-87,5/ -62,5	-114/ -81,3	-140/ -100	-184/ -131

Lorsque la température maximale de catégorie est située au-dessus de 125 °C, les limites doivent être données dans la spécification particulière.

NOTE 1 Les valeurs des coefficients de température préférentielles (α) sont soulignées.

NOTE 2 Les limites des coefficients de température au niveau de la plage de températures comprises entre 20 °C et la température maximale de catégorie sont calculées par les coefficients de température nominale et leurs tolérances (voir formule a) de la NOTE 3).

Les limites des coefficients de température à la plage de températures comprises entre 20 °C et -55 °C sont calculées en utilisant les formules b) et c) de la NOTE 3.

NOTE 3 Les écarts de capacité à la température minimale de catégorie sont obtenus au moyen des formules suivantes:

a) variation relative maximale et minimale admissible de capacité en température maximale de catégorie:

$$\Delta C/C \text{ (10}^{-3}\text{)} = (\text{coefficient de température nominale} \pm \text{tolérance sur le coefficient* de température}) \times (\text{température maximale de catégorie} - 20)/1\,000$$

b) variation relative minimale admissible de capacité en température minimale de catégorie:

$$\Delta C/C \text{ (10}^{-3}\text{)} = (\text{coefficient de température nominale} + \text{tolérance sur le coefficient* de température}) \times (\text{température minimale de catégorie} - 20)/1\,000$$

c) variation relative maximale admissible de capacité en température minimale de catégorie:

$$\Delta C/C \text{ (10}^{-3}\text{)} = [(-36) - (1,22 \times \text{tolérance sur le coefficient* de température}) + (0,22 \times \text{coefficient de température nominale}) + \text{coefficient de température nominale}] \times (\text{température minimale de catégorie} - 20)/1\,000 \text{ où, Tolérance sur le coefficient de température* : valeur absolue.}$$

2.2.6 Dimensions

Les règles suggérées pour la spécification et le code des dimensions figurent à l'Annexe A.

Les dimensions spécifiques doivent être fournies dans la spécification particulière.

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Etape initiale de fabrication

L'étape initiale de fabrication est le premier lancement en commun de l'assemblage de l'électrode et du diélectrique.

3.2 Composants associables

Les condensateurs considérés comme étant associables sont les condensateurs produits avec des procédés et des matériaux similaires, bien qu'ils puissent comporter des dimensions de boîtiers et des valeurs différentes.

3.3 Certificats de conformité des lots livrés

Les informations exigées à l'Article Q.9 de la CEI 60384-1 doivent être rendues disponibles, lorsqu'elles sont prescrites dans la spécification particulière et lorsqu'elles sont demandées par un acheteur. Après l'essai d'endurance les paramètres pour lesquels des informations de variables sont exigées, sont la variation de capacité, $\tan \delta$ et la résistance d'isolement.

3.4 Homologation

Les procédures des essais d'homologation sont indiquées dans la CEI 60384-1, Article Q.5.

Le programme à utiliser pour les essais d'homologation sur la base des essais lot par lot et périodiques est indiqué en 3.5 de la présente spécification. La procédure utilisant un programme d'échantillonnage fixe est donnée en 3.4.1 et 3.4.2.

3.4.1 Homologation sur la base des procédures par échantillonnage fixe

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

Pour chaque coefficient de température, l'échantillon doit être constitué de spécimens de condensateurs de tailles maximale et minimale et pour chacune de ces tailles, la valeur maximale de capacité pour la tension assignée la plus haute et la tension assignée minimale des plages de tension pour lesquelles l'homologation est demandée. Lorsqu'il existe plus de quatre tensions assignées, une tension intermédiaire doit également être soumise aux essais. De ce fait, pour l'homologation d'une gamme, il est nécessaire de soumettre aux essais soit quatre soit six valeurs (combinaisons capacité/tension) de chaque coefficient de température. Lorsque la gamme totale comprend moins de quatre valeurs, le nombre de spécimens à soumettre aux essais doit être celui qui est nécessaire pour quatre valeurs. Lorsque l'homologation est demandée pour plusieurs coefficients de température, se reporter au 3.4.2.

Dans le cas où le niveau d'assurance de la qualité EZ est utilisé, des spécimens de rechange sont permis comme suit:

Deux (pour six valeurs) ou trois (pour quatre valeurs) par valeur qui peuvent être utilisés comme rechange pour les spécimens qui ne sont pas conformes à cause d'incidents non imputables au fabricant.

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

Lorsque des groupes supplémentaires sont ajoutés dans le programme d'essai d'homologation, le nombre de spécimens nécessaire pour le Groupe 0 doit être augmenté du même nombre que celui nécessaire aux groupes supplémentaires.

Le Tableau 4 donne le nombre d'échantillons qui doit être soumis aux essais dans chaque groupe ou sous-groupe, ainsi que le nombre de non-conformités autorisé pour l'essai d'homologation.

3.4.2 Essais

La série complète d'essais spécifiés dans les Tableaux 4 et 5 est exigée pour l'agrément des condensateurs couverts par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre donné.

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

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

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

Lorsque l'homologation est demandée pour plusieurs coefficients de température en même temps, le programme d'essai et le nombre d'échantillons exigés pour le coefficient de température le plus faible, sont ceux des Groupes 1, 2 et 3. Pour chaque coefficient de température supplémentaire, la vérification se limite aux essais et aux nombres d'échantillons spécifiés pour le Sous-groupe 3.3 et le Groupe 4.

L'homologation est décidée sur la base d'un coefficient de température individuel selon le nombre admissible d'éléments non conformes figurant dans le Tableau 4. Afin de calculer la totalité réelle des éléments non conformes pour des coefficients de température autres que celui dont la valeur est la plus faible, les éléments non conformes des Groupes 1, 2 et 3 pour le coefficient de température le plus faible, sont ajoutés aux éléments non conformes dans le Sous-groupe 3.3 et le Groupe 4 pour ce coefficient de température particulier.

L'agrément est accordé lorsque le nombre d'éléments non conformes ne dépasse pas le nombre spécifié d'éléments non conformes autorisés pour chaque groupe ou sous-groupe et le nombre total de non-conformités autorisées.

NOTE Les Tableaux 4 et 5 représentent le programme d'essai de taille d'échantillonnage fixe. Le Tableau 4 comporte les détails de l'échantillonnage et des éléments non conformes autorisés pour les différents essais ou groupes d'essais. Le Tableau 5 et les détails des essais figurant dans l'Article 4 donnent un résumé complet des conditions d'essai et des exigences de performance et indiquent là où, par exemple pour la méthode d'essai ou pour les conditions d'essai, un choix doit être effectué dans la spécification particulière.

Il convient que les conditions d'essai et les exigences de performance pour le programme d'essai de taille d'échantillonnage fixe soient identiques à celles prescrites dans la spécification particulière pour le contrôle de conformité de la qualité.

Tableau 4 – Plan d'essai de taille d'échantillonnage fixe pour l'homologation – Niveau d'assurance EZ

Groupe N°	Essai	Paragraphe de la présente publication	Nombre de spécimens n^e	Nombre admissible d'éléments non conformes c
0	Examen visuel Dimensions Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement Tenue en tension Spécimens de rechange	4.4 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4	132+24 f 12	0
1A	Robustesse des sorties g Résistance à la chaleur de brasage Résistance du composant au solvant b	4.15 4.9 4.16	12	0
1B	Brasabilité Résistance du marquage au solvant b	4.10 4.17	12	0
2	Essai de courbure du substrat d	4.8	12	0
3 a	Montage Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement Tenue en tension	4.3 4.4 4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4	84+24 f	0 c
3.1	Essai de cisaillement b Variations rapides de température Séquence climatique	4.7 4.11 4.12	24	0
3.2	Chaleur humide, essai continu	4.13	24	0
3.3	Endurance	4.14	36	0
3.4	Chaleur humide, essai accéléré, continu b	4.18	24 f	0
4	Coefficient de température et dérive en cycle de température	4.6	12	0
a Les valeurs de ces mesures servent de mesures initiales pour les essais du Groupe 3. b Si exigé par la spécification particulière. c Les condensateurs s'avérant être des éléments non conformes après montage ne doivent pas être pris en compte lors du calcul des non-conformités admissibles pour les essais suivants. Ils doivent être remplacés par des condensateurs de rechange. d Non applicable aux condensateurs, qui selon leur spécification particulière ne doivent être montés que sur des substrats en alumine. e Combinaison capacité/tension, voir 3.4.1. f Condensateurs complémentaires, si le Groupe 3.4 est soumis à l'essai. g Applicable aux condensateurs avec sorties à lamelle. h Non applicable aux condensateurs avec sorties à lamelle.				

Tableau 5 – Programme d'essai pour l'homologation

Numéro de paragraphe et essai (voir NOTE 1)	D ou ND	Conditions d'essai (voir NOTE 1)	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performance (voir NOTE 1)
GROUPE 0 4.4 Examen visuel 4.4 Dimensions (détail) 4.5.1 Capacité 4.5.2 Tangente de l'angle de perte (tan δ) 4.5.3 Résistance d'isolement 4.5.4 Tenue en tension	ND	Fréquence: ... Hz Tension de mesure: ... V en valeur efficace Fréquence et tension de mesure identiques à celles de 4.5.1 Voir la spécification particulière pour la méthode Voir la spécification particulière pour la méthode	Voir Tableau 4	Selon 4.4.2. Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière Voir la spécification particulière Dans la tolérance spécifiée Selon 4.5.2. Selon 4.5.3.3 Ni claquage ni amorçage
GROUPE 1A 4.15 Robustesse des sorties (si applicable) 4.9.1 Mesure initiale 4.9 Résistance à la chaleur de brasage 4.9.4 Mesure finale 4.16 Résistance du composant au solvant (si applicable)	D	Essai Ua ₁ , Force: 2,5 N Essai Ub, Méthode 1, Force: 2,5 N Nombre de courbures: 1 Examen visuel Capacité Voir la spécification particulière pour la méthode Rétablissement: 6 h à 24 h Examen visuel Capacité Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 2 Rétablissement: ...	Voir Tableau 4	Aucune dégradation visible Comme en 4.9.4 Comme en 4.9.4 Voir la spécification particulière
GROUPE 1B 4.10 Brasabilité 4.10.3 Mesures finales 4.17 Résistance du marquage au solvant (si applicable)	D	Voir la spécification particulière pour la méthode Examen visuel Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 1 Matériau de frottement: Coton hydrophile Rétablissement: ...	Voir Tableau 4	Selon 4.10.3 Marquage lisible

Tableau 5 (suite)

Numéro de paragraphe et Essai (voir NOTE 1)	D ou ND	Conditions d'essai (voir NOTE 1)	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performance (voir NOTE 1)
GROUPE 2 4.8 Substrat essai de courbure 4.8.1 Mesure initiale 4.8.2 Contrôle final	D	Flèche ... Nombre de courbures: ... Capacité Capacité (avec la carte dans une position articulée) Examen visuel	Voir Tableau 4	Voir la spécification particulière $ \Delta CC \leq 5\%$ Aucune dégradation visible
GROUPE 3 4.3 Montage	D	Matériau du substrat: ... ^b Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement Tenue en tension	Voir Tableau 4	Selon 4.4.2. Dans la tolérance spécifiée Selon 4.5.2. Selon 4.5.3.3 Ni claquage ni amorçage
GROUPE 3.1 4.7 Essai de cisaillement 4.11.1 Mesure initiale 4.11 Variations rapides de température 4.11.4 Mesures finales 4.12 Séquence climatique 4.12.1 Mesure initiale 4.12.2 Chaleur sèche 4.12.3 Chaleur humide, cyclique, essai Db, premier cycle 4.12.4 Froid 4.12.5 Chaleur humide, cyclique, essai Db, cycles restants 4.12.6 Mesures finales	D	Examen visuel Capacité T_A = Température minimale de catégorie T_B = Température maximale de catégorie Cinq cycles Durée t_c = 30 min Rétablissement: 6 h à 24 h Examen visuel Capacité Capacité Température: température maximale de catégorie Durée: 16 h Température: température minimale de catégorie Durée: 2 h Examen visuel Rétablissement: 6 h à 24 h Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Aucune dégradation visible Aucune dégradation visible Selon 4.11.4 Aucune dégradation visible Aucune dégradation visible Marquage lisible Selon 4.12.6 Selon 4.12.6 Selon 4.12.6

Tableau 5 (suite)

Numéro de paragraphe et essai (voir NOTE 1)	D ou ND	Conditions d'essai (voir NOTE 1)	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c)	Exigences de performance (voir NOTE 1)
GROUPE 3.2 4.13 Chaleur humide, essai continu 4.13.1 Mesure initiale 4.13.4 Mesures finales	D	Capacité Rétablissement: 6 h à 24 h Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Aucune dégradation visible Marquage lisible Selon 4.13.4 Selon 4.13.4 Selon 4.13.4
GROUPE 3.3 4.14 Endurance 4.14.1 Mesure initiale 4.14.4 Mesures finales	D	Durée: ... h Température: ... °C Tension ... V Capacité Rétablissement: 6 h à 24 h Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Aucune dégradation visible Marquage lisible Selon 4.14.4 Selon 4.14.4 Selon 4.14.4
Groupe 3.4 4.13 Chaleur humide, essai accéléré, continu (si exigé) 4.18.1 Mesure Initiale 4.18.4 Mesure finale	D	Durée: ... h Température: $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ Humidité: $(85 \pm 3) \%$ Résistance d'isolement Rétablissement: 6 h à 24 h Résistance d'isolement	Voir Tableau 4	Selon 4.18.1 Selon 4.18.4
Groupe 4 4.6 Coefficient de température et dérive cyclique	ND	Préséchage: 16 h à 24 h	Voir Tableau 4	Selon 4.6.3
NOTE 1 Les numéros de paragraphe des exigences d'essais et de performances se réfèrent à l'Article 4.				
NOTE 2 Dans le présent tableau: D = destructif, ND = non destructif.				
^a Cet essai peut être effectué sur des condensateurs pour montage sur un substrat.				
^b Lorsque différents matériaux de substrat sont utilisés pour le sous-groupe individuel, la spécification particulière doit indiquer quel matériau de substrat est utilisé dans chaque sous-groupe.				

3.5 Contrôle de la conformité de la qualité

3.5.1 Constitution des lots de contrôle

3.5.1.1 Contrôle des groupes A et B

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

Un fabricant peut ajouter la production en cours dans des lots de contrôle soumis aux mesures de protection suivantes.

- 1) Le lot de contrôle doit être constitué de condensateurs associables (voir 3.2).
- 2a) L'échantillon soumis aux essais doit être représentatif des valeurs et des dimensions contenues dans le lot de contrôle:
 - en fonction de leur nombre;
 - comportant un minimum de cinq de l'une quelconque des valeurs.
- 2b) Si l'échantillon comprend moins de cinq de l'une quelconque des valeurs, la base pour le prélèvement des échantillons doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'Organisme National de Surveillance.¹

3.5.1.2 Contrôle du groupe C

Ces essais doivent être effectués de façon périodique.

Les échantillons doivent être représentatifs des périodes spécifiées de la production en cours et doivent être partagés en petite, moyenne et grande pièces. Afin de pouvoir couvrir la gamme des agréments de toutes les périodes, une tension de chaque groupe de tailles doit être soumise aux essais. Pour les périodes suivantes, d'autres tailles et/ou 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 périodiques pour le contrôle de conformité de la qualité est donné dans l'Article 2 de la spécification particulière cadre.

3.5.3 Livraison différée

Lorsque, selon les procédures de la CEI 60384-1, Article Q.10 un nouveau contrôle doit être effectué, la brasabilité et la capacité doivent être vérifiées comme spécifié dans le contrôle des Groupes A et B.

3.5.4 Niveaux d'assurance de la qualité

Le ou les niveaux d'assurance donnés dans la spécification particulière cadre doivent de préférence être choisis dans les Tableaux 6a et 6b:

¹ Le terme d'Organisme de Certification (ou OC) remplace le terme l'Organisme National de Surveillance (ONS), voir IECQ 01.

Tableau 6a – Contrôle lot par lot

Sous-groupe de contrôle ^d	EZ		
	NC ^a	n ^a	c ^a
A0	100 % ^b		
A1	S-4	c	0
A2	S-3	c	0
B1	S-3	c	0
B2	S-2	c	0

^a NC = niveau de contrôle
n = nombre d'échantillons
c = nombre admissible d'éléments non conformes

^b Après le retrait des éléments non conformes par les essais à 100 % au cours du processus de fabrication, le contrôle par échantillonnage doit être réalisé, afin de contrôler le niveau de qualité obtenu en donnant les éléments non conformes en pourcentage par million ($\times 10^{-6}$). Le niveau d'échantillonnage doit être établi par le fabricant, de préférence conformément à l'Annexe A de la CEI 61193-2. Dans le cas où l'on rencontre un ou plusieurs éléments non conformes dans un échantillon, ce lot doit être rejeté, mais la totalité de l'échantillon doit être contrôlée et tous les éléments non conformes doivent être comptabilisés en vue du calcul des valeurs de niveau de qualité. Le niveau de qualité obtenu en donnant les éléments non conformes en valeurs de pourcentage par million ($\times 10^{-6}$) doit être calculé en cumulant les données de contrôle, selon la méthode fournie dans la CEI 61193-2, 6.2.

^c Nombre à soumettre à l'essai: Le nombre d'échantillons doit être déterminé conformément à 4.3.2 de la CEI 61193-2.

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

Tableau 6b – Essais périodiques

Sous-groupe de contrôle ^b	EZ		
	p ^a	n ^a	c ^a
C1	3	12	0
C2	3	12	0
C3.1	6	27	0
C3.2	6	15	0
C3.3	3	15	0
C3.4 ^c	6	15	0
C4	6	9	0

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

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

^c Si exigé.

4 Procédures d'essais et de mesures

Cet article complète les informations données à l'Article 4 de la CEI 60384-1.

4.1 Préséchage

Voir 4.3 de la CEI 60384-1.

4.2 Conditions de mesure

Voir 4.2.1 de la CEI 60384-1.

4.3 Montage

Voir 4.33 de la CEI 60384-1.

4.4 Examen visuel et contrôle des dimensions

Voir le 4.4 de la CEI 60384-1, avec les précisions suivantes:

4.4.1 Examen visuel

Un examen visuel doit être effectué avec un équipement adapté avec un grossissement approximatif de 10× et un éclairage approprié à un spécimen en essai et au niveau de qualité exigé.

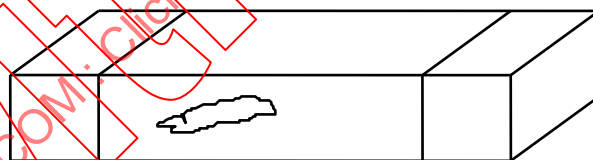
NOTE Il convient que l'opérateur dispose de moyens adaptés dans le cas d'un éclairage incident ou transmis ainsi que de moyens de mesure appropriés.

4.4.2 Exigences

Les valeurs quantitatives des exigences ci-dessous peuvent être fournies dans la spécification particulière ou dans la spécification du fabricant.

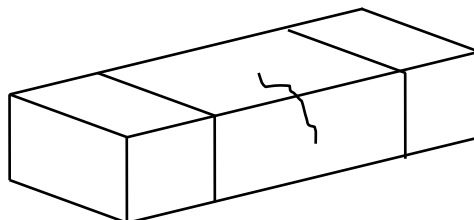
4.4.2.1 Exigences concernant la céramique

- a) Être dépourvus de craquelures ou de fissures, à l'exception de petites dégradations en surface n'étant pas préjudiciables à la performance du condensateur. (Exemples; voir les Figures 1 et 2.)



IEC 2569/11

Figure 1 – Défaut: craquelure ou fissure

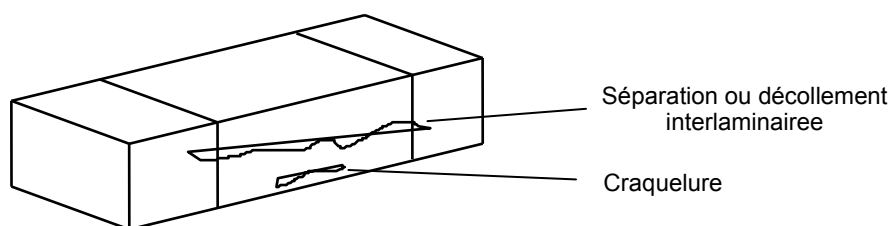


IEC 2570/11

NOTE Craquelure ou fissure d'un côté ou s'étendant d'une face à une autre en passant par une arête.

Figure 2 – Défaut: craquelure ou fissure

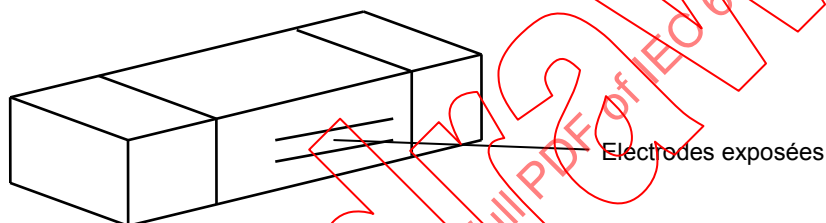
- b) Pas de présence de séparation ou déstratification visible entre les couches du condensateur (voir la Figure 3).



IEC 2571/11

Figure 3 – Séparation ou décollement interlaminaire

- c) Pas de présence d'électrodes exposées entre les deux sorties (voir la Figure 4).



IEC 2572/11

Figure 4 – Electrodes exposées

- d) Le corps céramique doit être exempt de toute trace conductrice (métallisation, étamage) sur une zone centrale entre deux sorties adjacentes, étant égale à la distance minimale entre celles-ci (Annexe A, dimension L_4).

4.4.2.2 Exigences concernant la métallisation

- a) Pas de présence de décollement visible des sorties métallisées et pas de présence d'électrodes exposées (voir la Figure 4).
 b) Les faces principales (voir la Figure 5) sont celles notées A, B et C.

Dans le cas de condensateurs de section carrée, les faces D et E sont également considérées comme principales.

La surface maximale des espaces de métallisation sur chaque face principale ne doit pas être supérieure à 15 % de la surface de cette face; ces espaces ne doivent pas être concentrés dans la même zone. Les espaces dans la métallisation ne doivent pas affecter les deux arêtes principales de chaque extrémité du bloc (ou quatre arêtes pour condensateurs de section carrée). La dissolution de l'électrodéposition sur la face frontale (lixiviation) ne doit pas dépasser 25 % de la longueur de l'arête concernée.

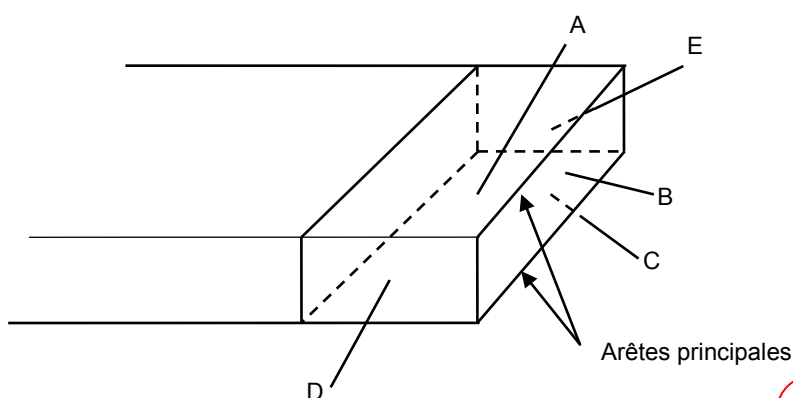


Figure 5 – Faces principales

4.5 Essais électriques

4.5.1 Capacité

Voir le 4.7 de la CEI 60384-1, avec les précisions qui suivent.

4.5.1.1 Conditions de mesure

Sauf indication contraire dans la spécification particulière.

- tension de mesure: ≤ 5 V, valeur efficace;
- fréquence: $C_N \leq 1\,000$ pF 1 MHz ou 100 kHz (fréquence de référence 1 MHz);
 $C_N > 1\,000$ pF 1 kHz ou 100 kHz (fréquence de référence 1 kHz).

4.5.1.2 Exigences

La valeur de capacité, telle que mesurée en l'état non monté, doit correspondre à la valeur assignée en prenant en compte la tolérance spécifiée.

La capacité telle que mesurée en l'état monté selon le Groupe 3 est donnée uniquement à des fins de référence lors des essais ultérieurs.

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

Voir 4.8 de la CEI 60384-1, avec les précisions qui suivent.

4.5.2.1 Conditions de mesure

Les conditions de mesure sont les mêmes qu'en 4.5.1. L'imprécision de l'appareil de mesure ne doit pas dépasser 3×10^{-4} .

4.5.2.2 Exigences

La tangente de l'angle de perte telle que mesurée en l'état non monté ne doit pas dépasser les limites fournies dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Limites de la tangente de l'angle de perte

Capacité nominale pF	Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$) $\times 10^{-4}$		
	$+100 \geq \alpha > -750$ et SL (1C)	$-750 \geq \alpha > -1\ 500$	$\alpha = -1\ 500$
$C_N \geq 50$	15	20	30
$5 \leq C_N < 50$	$1,5 \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$	$2 \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$	$3 \left(\frac{150}{C_N} + 7 \right)$
$C_N < 5$	Lorsque la mesure est exigée, la spécification particulière doit spécifier la limite.		

La tangente de l'angle de perte telle que mesurée en l'état monté selon le Groupe 3 est donnée uniquement à des fins de référence lors des essais ultérieurs.

4.5.3 Résistance d'isolement

Voir le 4.5 de la CEI 60384-1, avec les précisions qui suivent.

4.5.3.1 Préparation de l'essai

Avant l'essai, les condensateurs doivent être soigneusement nettoyés pour éliminer toute contamination.

Des précautions doivent être prises pour maintenir la propreté dans les enceintes d'essai et pendant les mesures finales. Avant la mesure, les condensateurs doivent être complètement déchargés. La résistance d'isolement doit être mesurée entre les sorties.

4.5.3.2 Conditions de mesure

Voir 4.5.2 de la CEI 60384-1, avec les précisions suivantes:

La tension de mesure peut être d'une valeur quelconque inférieure ou égale à U_R , la tension de référence étant U_R , pour les condensateurs dont la tension assignée est inférieure ou égale à 1 kV. Pour $U_R > 1$ kV la tension de référence doit être de 1 kV.

La résistance d'isolement (R_i) doit être mesurée après avoir appliqué la tension pendant (60 ± 5) s.

S'agissant des essais lot par lot (Groupe A) on peut mettre fin à l'essai plus rapidement, si la valeur exigée de résistance d'isolement est atteinte.

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

Le courant de charge ne doit pas dépasser 0,05 A. Pour les condensateurs dont les tensions assignées sont de 1 kV et supérieures, une limite inférieure peut être donnée dans la spécification particulière.

4.5.3.3 Exigences

La résistance d'isolement doit satisfaire aux exigences suivantes:

$C_N \leq 10$ nF	$R_i \geq 10\ 000$ M Ω
$C_N > 10$ nF	$R_i \times C_N \geq 100$ s