

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 8: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 1**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 8: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en
céramique, Classe 1**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 8: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 1**

**Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 8: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en
céramique, Classe 1**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.060.20

ISBN 978-2-8322-2283-6

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

CONTENTS

FOREWORD	6
1 General	8
1.1 Scope	8
1.2 Object	8
1.3 Normative references	8
1.4 Information to be given in a detail specification	8
1.4.1 General	8
1.4.2 Outline drawing and dimensions	9
1.4.3 Mounting	9
1.4.4 Ratings and characteristics	9
1.4.5 Marking	10
1.5 Terms and definitions	10
1.6 Marking	10
1.6.1 General	10
1.6.2 Marking for code of temperature coefficient	11
1.6.3 Marking on the body	11
1.6.4 Marking of the packaging	11
1.6.5 Additional marking	11
2 Preferred ratings and characteristics	11
2.1 Preferred characteristics	11
2.2 Preferred values of ratings	11
2.2.1 Rated temperature	11
2.2.2 Rated voltage (U_R)	12
2.2.3 Category voltage (U_C)	12
2.2.4 Preferred values of nominal capacitance and associated tolerance values	12
2.2.5 Temperature coefficient (α)	12
3 Quality assessment procedures	16
3.1 Primary stage of manufacture	16
3.2 Structurally similar components	16
3.3 Certified test records of released lots	16
3.4 Qualification approval	16
3.4.1 General	16
3.4.2 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure	16
3.4.3 Tests	17
3.5 Quality conformance inspection	22
3.5.1 Formation of inspection lots	22
3.5.2 Test schedule	23
3.5.3 Delayed delivery	23
3.5.4 Assessment levels	23
4 Test and measurement procedures	24
4.1 General	24
4.2 Visual examination and check of dimensions	24
4.3 Electrical tests	24
4.3.1 Capacitance	24
4.3.2 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	25

4.3.3	Insulation resistance (R_i)	25
4.3.4	Voltage proof	26
4.4	Temperature coefficient (α) and temperature cyclic drift of capacitance	27
4.4.1	General	27
4.4.2	Preliminary drying	27
4.4.3	Measuring conditions	27
4.4.4	Requirements	27
4.5	Robustness of terminations	27
4.6	Resistance to soldering heat	27
4.6.1	General	27
4.6.2	Initial measurement	27
4.6.3	Test conditions	27
4.6.4	Final inspection, measurements and requirements	27
4.7	Solderability	28
4.7.1	General	28
4.7.2	Test conditions	28
4.7.3	Final inspection, measurements and requirements	28
4.8	Rapid change of temperature (if required)	28
4.8.1	General	28
4.8.2	Initial measurement	28
4.8.3	Test conditions	28
4.8.4	Recovery	28
4.9	Vibration	28
4.9.1	General	28
4.9.2	Test conditions	29
4.9.3	Final inspection, measurements and requirements	29
4.10	Bump (repetitive shock)	29
4.10.1	General	29
4.10.2	Initial measurements	29
4.10.3	Test conditions	29
4.10.4	Final inspection, measurements and requirements	29
4.11	Shock (non-repetitive shock)	29
4.11.1	General	29
4.11.2	Initial measurements	30
4.11.3	Test conditions	30
4.11.4	Final inspection, measurements and requirements	30
4.12	Climatic sequence	30
4.12.1	General	30
4.12.2	Initial measurements	30
4.12.3	Dry heat	30
4.12.4	Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle	31
4.12.5	Cold	31
4.12.6	Low air pressure	31
4.12.7	Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles	31
4.13	Damp heat, steady state	32
4.13.1	General	32
4.13.2	Initial measurement	32
4.13.3	Test conditions	32
4.13.4	Recovery	33

4.13.5	Final inspection, measurements and requirements.....	33
4.14	Endurance	33
4.14.1	General	33
4.14.2	Initial measurement	33
4.14.3	Test conditions	33
4.14.4	Recovery	34
4.14.5	Final inspection, measurements and requirements.....	34
4.15	Component solvent resistance (if required)	34
4.16	Solvent resistance of the marking (if required)	34
Annex A (normative) Figures with limits of variation of capacitance with temperature for certain temperature coefficients and classes.....		35
Bibliography.....		43
Figure A.1	– α : +100 ($10^{-6}/K$).....	35
Figure A.2	– α : 0 ($10^{-6}/K$)	36
Figure A.3	– α : –33 ($10^{-6}/K$).....	36
Figure A.4	– α : –75 ($10^{-6}/K$).....	37
Figure A.5	– α : –150 ($10^{-6}/K$).....	37
Figure A.6	– α : –220 ($10^{-6}/K$).....	38
Figure A.7	– α : –330 ($10^{-6}/K$).....	38
Figure A.8	– α : –470 ($10^{-6}/K$).....	39
Figure A.9	– α : –750 ($10^{-6}/K$).....	39
Figure A.10	– α : –1 000 ($10^{-6}/K$).....	40
Figure A.11	– α : –1 500 ($10^{-6}/K$).....	40
Figure A.12	– α : –2 200 ($10^{-6}/K$).....	41
Figure A.13	– α : –3 300 ($10^{-6}/K$).....	41
Figure A.14	– α : –4 700 ($10^{-6}/K$).....	42
Figure A.15	– α : –5 600 ($10^{-6}/K$).....	42
Table 1	– Preferred tolerances on nominal capacitance	12
Table 2	– Nominal temperature coefficient and tolerances	13
Table 3	– Combination of temperature coefficient and tolerance	14
Table 4	– Sampling plan together with numbers of permissible non-conforming items for qualification approval tests, assessment level EZ	18
Table 5	– Test schedule for qualification approval.....	19
Table 6	– Lot-by-lot inspection	23
Table 7	– Periodic tests	24
Table 8	– Tangent of loss angle	25
Table 9	– Insulation resistance requirements	26
Table 10	– Test voltages for single layer ceramic capacitors.....	26
Table 11	– Test voltages for leaded multilayer ceramic capacitors	26
Table 12	– Temperature cyclic drift limits	27
Table 13	– Requirements	28
Table 14	– Preferred severities (of non-repetitive shock)	30

Table 15 – Maximum capacitance change..... 30

Table 16 – Number of damp heat cycles 31

Table 17 – Final inspection, measurements and requirements 32

Table 18 – Test conditions for damp heat, steady state..... 32

Table 19 – Final inspection, measurements and requirements 33

Table 20 – Endurance test conditions 34

Table 21 – Final inspection, measurements and requirements 34

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

**Part 8: Sectional specification:
Fixed 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 60384-8 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2005. This fourth edition is a result of maintenance activities related to the previous edition. All changes that have been agreed upon can be categorized as minor revisions.

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

FDIS	Report on voting
40/2338/FDIS	40/2363/RVD

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

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

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

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

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

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 8: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 1

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60384 is applicable to fixed capacitors of ceramic dielectric with a defined temperature coefficient (dielectric Class 1), intended for use in electronic equipment, including leadless capacitors but excluding fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, which are covered by IEC 60384-21 (Class 1).

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

1.2 Object

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

1.3 Normative references

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

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

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

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

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

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

1.4 Information to be given in a detail specification

1.4.1 General

Detail specifications shall be derived from the relevant blank detail specification.

Detail specifications shall not specify requirements inferior to those of the generic, sectional or blank detail specification. When more severe requirements are included, they shall be

listed in 1.9 of the detail specification and indicated in the test schedules, for example by an asterisk.

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

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

1.4.2 Outline drawing and dimensions

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

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

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

When the configuration is other than described above, the detail specification shall state such dimensional information as will adequately describe the capacitors. When the capacitor is not designed for use on printed boards, this shall be clearly stated in the detail specification.

1.4.3 Mounting

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

1.4.4 Ratings and characteristics

1.4.4.1 General

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

1.4.4.2 Nominal capacitance range

See 2.2.4.1.

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

1.4.4.3 Particular characteristics

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

1.4.4.4 Soldering

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

1.4.5 Marking

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

1.5 Terms and definitions

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

1.5.1

fixed capacitors, ceramic dielectric, Class 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 1 to entry: The ceramic dielectric is defined by its nominal temperature coefficient (α).

1.5.2

subclass

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

Note 1 to entry: 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 deviations ($\Delta C/C$) for other temperatures (see Table 3). The same information is expressed in graphical form in Figures A.1 to A.15.

These figures enable the user to form an estimate of the value and tolerance of $1/C \times (dC/dT)_T$, the incremental temperature coefficient at a given temperature T , though this quantity is not required specifically to be measured in the test.

1.5.3

rated voltage

U_R

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

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

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

1.6 Marking

1.6.1 General

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

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

- a) nominal capacitance;
- b) rated voltage (d.c. voltage may be indicated by the symbol --- or —);
- c) tolerance on nominal capacitance;
- d) temperature coefficient and, space permitting, its tolerance in code, see Table 2;

- e) year and month (or week) of manufacture;
- f) manufacturer's name or trade mark;
- g) climatic category;
- h) manufacturer's type designation;
- i) reference to the detail specification.

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

1.6.2 Marking for code of temperature coefficient

Coding of temperature coefficient is given in Table 2. In case of colour code spot, stripe or ring may be used; moreover for temperature coefficients, where two colours are required, the second colour may be provided by the colour of the body or of the typographical marking.

1.6.3 Marking on the body

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

1.6.4 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

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

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

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

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

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

2.2 Preferred values of ratings

2.2.1 Rated temperature

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

2.2.2 Rated voltage (U_R)

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

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

2.2.3 Category voltage (U_C)

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

2.2.4 Preferred values of nominal capacitance and associated tolerance values

2.2.4.1 Preferred values of rated capacitance

Nominal capacitance values shall be taken from the E6, E12 and E24 series given in IEC 60063 preferably.

2.2.4.2 Preferred tolerances on nominal capacitance

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

Table 1 – Preferred tolerances on nominal capacitance

Preferred series	$C_N \geq 10 \text{ pF}$		$C_N < 10 \text{ pF}$	
	Tolerances	Letter code	Tolerances	Letter code
E 6	$\pm 20 \%$	M	$\pm 2 \text{ pF}$	G
E 12	$\pm 10 \%$	K	$\pm 1 \text{ pF}$	F
	$\pm 5 \%$	J	$\pm 0,5 \text{ pF}$	D
E 24	$\pm 2 \%$	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 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 verified, considering the accuracy of the methods of capacitance measurement specified.

For values of capacitance lower than these minimum values:

- a) 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;
- b) Special methods of measurement may be necessary and, if required, shall be stated in the detail specification.

2.2.5.2 Limits of variation of capacitance

Figures A.1 to A.15 show the limits of variation of capacitance with temperature for the temperature coefficients and subclasses listed in Table 3.

Table 2 – Nominal temperature coefficient and tolerances

Nominal temperature coefficient (α) $10^{-6}/K$	Tolerance on temperature coefficient $10^{-6}/K$	Subclass	Letter code		Colour code for temperature coefficient
			α	Tolerance	
+100	± 15 ± 30	1A 1B	A	F G	Red + Violet
<u>0</u>	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	C	F G H	Black
-33	± 15 ± 30	1A 1B	H	F G	Brown
-75	± 15 ± 30	1A 1B	L	F G	Red
<u>-150</u>	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	P	F G H	Orange
-220	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	R	F G H	Yellow
-330	± 30 ± 60	1A 1B	S	G H	Green
-470	± 30 ± 60	1A 1B	T	G H	Blue
<u>-750</u>	± 60 ± 120 ± 250	1A 1B 1F	U	H J K	Violet
-1 000	± 60 ± 120 ± 250	1A 1B 1F	Q	H J K	Red + Yellow
-1 500	± 250	1F	V	K	Orange + Orange
-2 200	± 500	1F	K	L	Yellow + Orange
-3 300	± 500	1F	D	L	Green + Orange
-4 700	$\pm 1\ 000$	1F	E	M	Blue + Orange
-5 600	$\pm 1\ 000$	1F	F	M	Black + Orange
+140 $\geq\alpha\geq$ -1 000	^a	1C	SL	-	Grey
+250 $\geq\alpha\geq$ -1 750	^a	1D	UM	-	White

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

NOTE 2 α values $+33 \times 10^{-6}/K$ and $-47 \times 10^{-6}/K$ are also obtained on request.

NOTE 3 The nominal temperature coefficients and their tolerances are defined using the capacitance change between the temperatures 20 °C and 85 °C.

NOTE 4 A capacitor with a temperature coefficient of $0 \times 10^{-6}/K$ and a tolerance on temperature coefficient of $\pm 30 \times 10^{-6}/K$ is designed as a CG capacitor (subclass 1B).

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

Table 3 – Combination of temperature coefficient and tolerance

Temperature coefficients		Permissible relative variation in capacitance in parts per 1 000 between 20 °C and a given temperature							
		Lower category temperatures				Upper category temperatures			
α 10 ⁻⁶ /K	Tol. ^a 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
+100	±15 (F)	-8,63/-5,08	-6,90/-4,06	-5,18/-3,05	-3,45/-2,03	4,25/5,75	5,53/7,48	6,80/9,20	8,93/12,1
	±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
0	±15 (F)	-1,13/4,07	-0,900/3,26	-0,675/2,44	-0,450/1,63	-0,750/0,750	-0,975/0,975	-1,20/1,20	-1,58/1,58
	±30 (G)	-2,25/5,45	-1,80/4,36	-1,35/3,27	-0,900/2,18	-1,50/1,50	-1,95/1,95	-2,40/2,40	-3,15/3,15
	±60 (H)	-4,50/8,19	-3,60/6,55	-2,70/4,91	-1,80/3,28	-3,00/3,00	-3,90/3,90	-4,80/4,80	-6,30/6,30
-33	±15 (F)	1,35/7,09	1,08/5,67	0,810/4,26	0,540/2,84	-2,40/-0,900	-3,12/-1,17	-3,84/-1,44	-5,04/-1,89
	±30 (G)	0,225/8,46	0,180/6,77	0,135/5,08	0,090/3,39	-3,15/-0,150	-4,10/-0,195	-5,04/0,240	-6,62/-0,315
-75	±15 (F)	4,50/10,9	3,60/8,75	2,70/6,56	1,80/4,37	-4,50/-3,00	-5,85/-3,90	-7,20/-4,80	-9,45/-6,30
	±30 (G)	3,38/12,3	2,70/9,85	2,03/7,38	1,35/4,92	-5,25/-2,25	-6,83/-2,93	-8,40/-3,60	-11,0/-4,73
<u>-150</u>	±15 (F)	10,1/17,8	8,10/14,2	6,08/10,7	4,05/7,12	-8,25/-6,75	-10,7/-8,78	-13,2/-10,8	-17,3/-14,2
	±30 (G)	9,00/19,2	7,20/15,3	5,40/11,5	3,60/7,67	-9,00/-6,00	-11,7/-7,80	-14,4/-9,60	-18,9/-12,6
	±60 (H)	6,75/21,9	5,40/17,5	4,05/13,1	2,70/8,77	-10,5/-4,50	-13,7/-5,85	-16,8/-7,20	-22,1/-9,45
-220	±15 (F)	15,4/24,2	12,3/19,4	9,23/14,5	6,15/9,68	-11,8/-10,3	-15,3/-13,3	-18,8/-16,4	-24,7/-21,5
	±30 (G)	14,3/25,6	11,4/20,5	8,55/15,3	5,70/10,2	-12,5/-9,50	-16,3/-12,4	-20,0/-15,2	-26,3/-20,0
	±60 (H)	12,0/28,3	9,60/22,7	7,20/17,0	4,80/11,3	-14,0/-8,00	-18,2/-10,4	-22,4/-12,8	-29,4/-16,8
-330	±30 (G)	22,5/35,6	18,0/28,5	13,5/21,4	9,00/14,3	-18,0/-15,0	-23,4/-19,5	-28,8/-24,0	-37,8/-31,5
	±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	±30 (G)	33,0/48,5	26,4/38,8	19,8/29,1	13,2/19,4	-25,0/-22,0	-32,5/-28,6	-40,0/-35,2	-52,5/-46,2
	±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>	±60 (H)	51,8/76,8	41,4/61,5	31,1/46,1	20,7/30,7	-40,5/-34,5	-52,7/-44,9	-64,8/-55,2	-85,1/-72,5
	±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
	±250 (K)	37,5/94,2	30,0/75,4	22,5/56,5	15,0/37,7	-50,0/-25,0	-65,0/-32,5	-80,0/-40,0	-105/-52,5

Temperature coefficients		Permissible relative variation in capacitance in parts per 1 000 between 20 °C and a given temperature							
		Lower category temperatures				Upper category temperatures			
α 10 ⁻⁶ /K	Tol. ^a 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
-1 000	±60 (H)	70,5/99,7	56,4/79,8	42,3/59,8	28,2/39,9	-53,0/-47,0	-68,9/-61,1	-84,8/-75,2	-111/-98,7
	±120 (J)	66,0/105	52,8/84,1	39,6/63,1	26,4/42,1	-56,0/-44,0	-72,8/-57,2	-89,6/-70,4	-118/-92,4
	±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
-2 200	±500 (L)	128/250	102/200	76,5/150	51,0/99,9	-135/-85,0	-176/-111	-216/-136	-284/-179
-3 300	±500 (L)	210/350	168/280	126/210	84,0/140	-190/-140	-247/-182	-304/-224	-399/-294
-4 700	±1 000 (M)	278/524	222/419	167/315	111/210	-285/-185	-371/-241	-456/-296	-599/-389
-5 600	±1 000 (M)	345/607	276/485	207/364	138/243	-330/-230	-429/-299	-528/-368	-693/-483

NOTE 1 Preferred temperature coefficient (α) values 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 NOTE 3, a)).

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

NOTE 3 The capacitance deviation at the lower category temperature are obtained by using the following formula:

- a) Upper and lower permissible relative variation in capacitance under upper category temperature:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = (\text{nominal temperature coefficient} \pm \text{tolerance on temperature coefficient}) \times (\text{upper category temperature} - 20)/1\ 000$
- b) Lower permissible relative variation in capacitance under lower category temperature:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = (\text{nominal temperature coefficient} + \text{tolerance on temperature coefficient}) \times (\text{lower category temperature} - 20)/1\ 000$
- c) Upper permissible relative variation in capacitance under lower category temperature:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = [(-36) - (1,22 \times \text{tolerance on temp. coefficient}) + (0,22 \times \text{nominal temp. coefficient}) + \text{nominal temp. coefficient}] \times (\text{lower category temperature} - 20)/1\ 000$

where "tolerance on temperature coefficient" is an absolute value.

3 Quality assessment procedures

3.1 Primary stage of manufacture

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

3.2 Structurally similar components

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

3.3 Certified test records of released lots

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

3.4 Qualification approval

3.4.1 General

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

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

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

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

When approval is sought for one temperature coefficient only, the sample shall consist of specimens having the lowest and highest voltages, and for these voltages the lowest and highest capacitance values. When there are more than four rated voltages an intermediate voltage shall also be tested. Thus, for the approval of a range, testing is required of either four or six values (capacitance/voltage combinations) 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 3.4.3.

Spare specimens are permitted as follows:

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

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

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

Table 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 tests.

3.4.3 Tests

The complete series of tests specified in Table 4 and Table 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, tests of Groups 1 and 2 shall be carried out on the smallest temperature coefficient, but the tests of Groups 3 and 4 shall be carried out on each individual temperature coefficient.

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 and Group 2 for the smallest temperature coefficient are added to the non-conforming items in Group 3 and Group 4 for that particular temperature coefficient.

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

Table 4 and Table 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 shall be identical to those prescribed in the detail specification for quality conformance inspection.

Table 4 – Sampling plan together with numbers of permissible non-conforming items for qualification approval tests, assessment level EZ

Group No.	Test	Subclause of this publication	Number of specimens <i>n</i> ^b	Permissible number of non-conforming items <i>c</i> ^d
0	Visual examination	4.2	108	0
	Dimensions	4.2		
	Capacitance	4.3.1		
	Tangent of loss angle	4.3.2		
	Voltage proof	4.3.4		
	Insulation resistance	4.3.3		
	Spare specimens		8	
1A	Robustness of terminations	4.5	12	0
	Resistance to soldering heat	4.6		
	Component solvent resistance ^c	4.15		
1B	Solderability	4.7	24	0
	Solvent resistance of the marking ^c	4.16		
	Rapid change of temperature ^a	4.8		
	Vibration	4.9		
	Bump or shock ^a	4.10 or 4.11		
1	Climatic sequence	4.12	36	0
2	Damp heat, steady state	4.13	24	0
3	Endurance	4.14	36	0
4	Temperature coefficient and cyclic drift of capacitance	4.4	12	0
^a As required in the detail specification. ^b Capacitance/voltage combinations, see 3.4.1. ^c If required in the detail specification. ^d This is the acceptance number, and not exceeded for acceptance.				

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

Subclause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 0	ND		See Table 4 ↓	
4.2 Visual examination				As in 4.2
4.2 Dimensions (detail)				Legible marking and as specified in the detail specification
4.3.1 Capacitance		Frequency: ... MHz or kHz		See detail specification
4.3.2 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)		Frequency: ... MHz or kHz (see 4.3.1)		Within specified tolerance
4.3.3 Insulation resistance		See detail specification for the method		As in 4.3.2.3
4.3.4 Voltage proof		See detail specification for the method		As in 4.3.3.3
				No breakdown or flashover
Group 1A	D		See Table 4 ↓	
4.5 Robustness of terminations		Visual examination		No visible damage
4.6.2 Initial measurements		Capacitance		
4.6 Resistance to soldering heat		No pre-drying See detail specification for the method		
4.6.4 Final measurements		Visual examination		No visible damage Legible marking
		Capacitance		$\Delta C/C$ as in 4.6.4
4.15 Component solvent resistance (if applicable)		Solvent: ... Solvent temp: ... Method 2 Recovery: ...		See detail specification

Table 5 (2 of 4)

Subclause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 1B	D		See Table 4	
4.7 Solderability		No pre-drying See detail specification for the method	↓	Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations, or see the detail specification for wetting balance method
4.16 Solvent resistance of the marking (if applicable)		Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 1 Rubbing material: cotton wool Recovery: ...		Legible marking
4.8.2 Initial measurement		Capacitance		
4.8 Rapid change of temperature		T_A = Lower category temperature T_B = Upper category temperature Five cycles Duration $t_1 = 30$ min Recovery: 24 h ± 2 h		
4.9 Vibration		Visual examination For mounting method see detail specification Frequency range: from ... Hz to ... Hz Amplitude: 0,75 mm or acceleration 100 m/s ² (whichever is the less severe) Total duration: 6 h		No visible damage
4.9.3 Intermediate inspection		Visual examination		No visible damage
4.10 Bump (or shock, see 4.11)		For mounting method see detail specification Number of bumps: ... Acceleration: ... m/s ² Duration of pulse: ... ms		
4.11 Shock (or bump, see 4.10)		For mounting method see detail specification Acceleration: ... m/s ² Duration of pulse: ... ms		
4.10.4 Final measurements or 4.11.4		Visual examination Capacitance		No visible damage Legible marking $\Delta C/C$ as in 4.11.4

Table 5 (3 of 4)

Subclause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 1 4.12 Climatic sequence 4.12.3 Dry heat 4.12.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle 4.12.5 Cold 4.12.6 Low air pressure (if required by the detail specification) 4.12.6.4 Intermediate measurement 4.12.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles 4.12.7.4 Final measurements	D	Temperature: upper category temperature Duration: 16 h Temperature: lower category temperature Duration: 2 h Visual examination Air pressure: 8 kPa Visual examination Recovery: 6 h to 24 h Visual examination Capacitance Tangent of loss angle Insulation resistance	See Table 4 	No visible damage No breakdown or flashover No visible damage Legible marking $\Delta C/C$ as in 4.12.7.4 As in 4.12.7.4 As in 4.12.7.4
Group 2 4.13 Damp heat, steady state 4.13.2 Initial measurements 4.13.5 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 $\Delta C/C$ as in 4.13.5 As in 4.13.5 As in 4.13.5

Table 5 (4 of 4)

Subclause number and test ^a	D or ND ^b	Conditions of test ^a	Number of specimens (<i>n</i>) and number of non-conforming items (<i>c</i>) ^c	Performance requirements ^a
Group 3 4.14 Endurance 4.14.2 Initial measurements 4.14.5 Final measurements	D	Duration: h 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 $\Delta C/C$ as in 4.14.5 As in 4.14.5 As in 4.14.5
Group 4 4.4 Temperature coefficient and cyclic drift	ND	Conditioning: pre-drying for 16 h to 24 h	See Table 4 	$\Delta C/C$ as in 4.4.4
<p>^a Subclause numbers of test and performance requirements refer to Clause 4.</p> <p>^b In this table: D = destructive, ND = non-destructive.</p> <p>^c This is the acceptance number, and not exceeded for acceptance.</p>				

3.5 Quality conformance inspection

3.5.1 Formation of inspection lots

3.5.1.1 Groups A and B inspection

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

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

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

For Subgroup B2, the sample shall include capacitors of every temperature coefficient represented in the lot.

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

3.5.1.2 Group C inspection

These tests shall be carried out on a periodic basis.

Samples shall be representative of the current production of the specified periods and shall be divided into high, medium and low capacitance values. In subsequent periods, different voltage rating and capacitance values in production shall be tested with the aim of covering the whole range.

3.5.2 Test schedule

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection is given in Clause 2, Table 6 of the blank detail specification.

3.5.3 Delayed delivery

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

3.5.4 Assessment levels

The assessment level(s) given in the blank detail specification shall preferably be selected from Tables 6 and 7.

Table 6 – Lot-by-lot inspection

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

IL = inspection level;
n = sample size;
c = permissible number of non-conforming items.

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

^b Number to be tested: Sample size shall be determined according to IEC 61193-2:2007, 4.3.2.

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

Table 7 – Periodic tests

Inspection subgroup ^a	EZ		
	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>c</i>
C1A	6	9	0
C1B	6	18	0
C1	6	27	0
C2	6	15	0
C3	3	15	0
C4	12	9	0

p = periodicity in months;
n = sample size;
c = permissible number of non-conforming items.

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

4 Test and measurement procedures

4.1 General

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

4.2 Visual examination and check of dimensions

See IEC 60384-1:2008, 4.4.

4.3 Electrical tests

4.3.1 Capacitance

4.3.1.1 General

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

4.3.1.2 Measuring conditions

The capacitance shall be measured according to the following details:

- Measuring voltage: ≤ 5 V r.m.s., unless otherwise specified in the detail specification.
- Frequency: $C_N \leq 1\ 000$ pF, 1 MHz (± 20 %) or 100 kHz (± 20 %) (referee frequency 1 MHz);
 $C_N > 1\ 000$ pF, 1 kHz (± 20 %) or 100 kHz (± 20 %) (referee frequency 1 kHz).

4.3.1.3 Requirements

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

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

4.3.2.1 General

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

4.3.2.2 Measuring conditions

See 4.3.1.

4.3.2.3 Requirements

The tangent of loss angle shall not exceed the limits given in Table 8.

Table 8 – Tangent of loss angle

Nominal capacitance pF	Tangent of loss angle ($\tan \delta$) $\times 10^{-4}$				
	+100 $\geq a >$ -750 and SL (1C)	-750 $\geq a >$ -1500 and UM (1D)	-1500 $\geq a >$ -3300	-3300 $\geq a >$ -5600	$a \leq$ -5600
$C_N \geq 50$	15	20	30	40	50
$5 \leq C_N < 50$	$1,5 \times (150/C_N + 7)$	$2 \times (150/C_N + 7)$	$3 \times (150/C_N + 7)$	$4 \times (150/C_N + 7)$	$5 \times (150/C_N + 7)$
$C_N < 5$	When the measurement is required by the user, the detail specification shall specify the limit.				

4.3.3 Insulation resistance (R_i)

4.3.3.1 General

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

4.3.3.2 Measuring conditions

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

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

The voltage shall be applied immediately at the specified value for $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ for qualification approval testing and periodic tests (Group C). For lot-by-lot testing (Group A), the test may be terminated in a shorter time, if the required value of insulation resistance is reached. The product of the internal resistance of the voltage source and the nominal capacitance of the capacitor shall not exceed 1 s unless otherwise prescribed in the detail specification.

The charge current shall not exceed 0,05 A.

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

4.3.3.3 Requirements

The insulation resistance (R_i) shall meet the requirements given in Table 9.

Table 9 – Insulation resistance requirements

Style	Measuring points	$C_N \leq 10 \text{ nF}$	$C_N > 10 \text{ nF}$
		R_i	$R_i \times C_N$
Insulated	1a and 1c	$\geq 10\,000 \text{ M}\Omega$	$\geq 100 \text{ s}$
Non-insulated	1a		

4.3.4 Voltage proof

4.3.4.1 General

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

4.3.4.2 Test conditions

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

The charge current shall not exceed 0,05 A.

4.3.4.3 Test voltage

The test voltages according to Tables 10 and 11 shall be applied between the measuring points of Table 3 of IEC 60384-1:2008, for a period of 1 min for qualification approval testing and for a period of 1 s for the lot-by-lot quality conformance testing.

Table 10 – Test voltages for single layer ceramic capacitors

Rated voltage V	Test voltage V
≤ 500	$2,5 U_R$
> 500	$1,5 U_R + 500$

NOTE The test voltage of $U_R > 500 \text{ V}$ in test C (external insulation) is $1,5 U_R + 500 \text{ V}$ or is in accordance with the requirements of the detail specification.

Table 11 – Test voltages for leaded multilayer ceramic capacitors

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

4.3.4.4 Requirement

There shall be no breakdown or flashover during the test.

4.4 Temperature coefficient (α) and temperature cyclic drift of capacitance

4.4.1 General

See IEC 60384-1:2008, 4.24.3.2, with the following details:

4.4.2 Preliminary drying

The capacitors shall be dried according to IEC 60384-1:2008, 4.3, for 16 h to 24 h.

4.4.3 Measuring conditions

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

4.4.4 Requirements

The capacitance deviation at upper and lower category temperatures (and 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 12.

Table 12 – Temperature cyclic drift limits

α rated in $10^{-6}/K$	Requirements ^a
$+100 \geq \alpha \geq -150$	0,3 % or 0,05 pF
$-150 > \alpha \geq -1\ 500$ SL (1C) and UM (1D)	1 % or 0,05 pF
$-1\ 500 > \alpha \geq -5\ 600$	2 % or 0,05 pF
^a Whichever is the greater.	

4.5 Robustness of terminations

See IEC 60384-1:2008, 4.13.

4.6 Resistance to soldering heat

4.6.1 General

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

4.6.2 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.3.1.

4.6.3 Test conditions

There shall be no preliminary drying.

4.6.4 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitances shall be measured according to 4.3.1, and the change shall not exceed the values in Table 13.

Table 13 – Requirements

α rated in $10^{-6}/K$	Requirements ^a
$+100 \geq \alpha \geq -750$	0,5 % or 0,5 pF
$-750 > \alpha \geq -1\ 500$ SL (1C) and UM (1D)	1 % or 1 pF
$\alpha < -1\ 500$	3 % or 1 pF
^a Whichever is the greater.	

4.7 Solderability

4.7.1 General

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

4.7.2 Test conditions

There shall be no preliminary drying.

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

4.7.3 Final inspection, measurements and requirements

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

4.8 Rapid change of temperature (if required)

4.8.1 General

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

4.8.2 Initial measurement

Initial measurements shall be made as prescribed by 4.3.1.

4.8.3 Test conditions

The number of cycles: 5.

Duration of exposure at the temperature limits: 30 min.

4.8.4 Recovery

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

4.9 Vibration

4.9.1 General

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

4.9.2 Test conditions

The following degree of severity of test Fc applies

0,75 mm displacement or 100 m/s², whichever is the lower amplitude, over one of the following frequency ranges: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz, 10 Hz to 2 000 Hz.

The total duration shall be 6 h.

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

4.9.3 Final inspection, measurements and requirements

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

4.10 Bump (repetitive shock)

4.10.1 General

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

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

4.10.2 Initial measurements

Not required.

4.10.3 Test conditions

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

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

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

4.10.4 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements given in 4.11.4.

4.11 Shock (non-repetitive shock)

4.11.1 General

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

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

4.11.2 Initial measurements

Not required.

4.11.3 Test conditions

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

Pulse-shape: half-sine

Table 14 – Preferred severities (of non-repetitive shock)

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

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

4.11.4 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitances shall be measured according to 4.3.1, and the change shall not exceed the values in Table 15.

Table 15 – Maximum capacitance change

α rated in 10 ⁻⁶ /K	Requirements ^a
+100 ≥ α ≥ -750	0,5 % or 0,5 pF
-750 > α ≥ -1 500 SL (1C) and UM (1D)	1 % or 1 pF
α < -1 500	3 % or 1 pF
^a Whichever is the greater.	

4.12 Climatic sequence

4.12.1 General

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

4.12.2 Initial measurements

Not required, see 4.6.4, 4.10.4 or 4.11.4 as applicable.

4.12.3 Dry heat

See IEC 60384-1:2008, 4.21.2.

4.12.4 Damp heat, cyclic, Test Db, first cycle

See IEC 60384-1:2008, 4.21.3.

4.12.5 Cold

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

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

4.12.6 Low air pressure**4.12.6.1 General**

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

4.12.6.2 Test conditions

The test, if required in the detail specification, shall be made at a temperature of 15 °C to 35 °C and a pressure of 8 kPa. The duration of the test shall be 1 h.

4.12.6.3 Test procedures

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

4.12.6.4 Final inspection and requirements

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

4.12.7 Damp heat, cyclic, Test Db, remaining cycles**4.12.7.1 General**

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

4.12.7.2 Test conditions

The test conditions are shown in Table 16.

No voltage applied.

Table 16 – Number of damp heat cycles

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

4.12.7.3 Recovery

After 6 h to 24 h recovery, the capacitors shall be measured.

4.12.7.4 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be measured and shall meet the requirements in Table 17.

Table 17 – Final inspection, measurements and requirements

Measurement	Measuring conditions	α rated and (subclass)	Requirements
Capacitance	4.3.1	+100 $\geq \alpha \geq$ -750 (1 A) (1 B)	Capacitance change ≤ 2 % or 1 pF ^a
		+100 $\geq \alpha \geq$ -750 SL (1 F) (1 C)	Capacitance change ≤ 3 % or 1 pF ^a
		-750 $\geq \alpha \geq$ -1 500 UM (1 F) (1 D)	
		-1 500 $> \alpha \geq$ -5 600 (1 F)	Capacitance change ≤ 5 % or 1 pF ^a
Tangent of loss angle	4.3.2	All α 's and subclasses	$\leq 2 \times$ value of 4.3.2.3
Insulation resistance	4.3.3	All α 's and subclasses	≥ 2 500 M Ω or 25 s ^b
NOTE See 2.2.5 for explanation of the subclass codes.			
^a Whichever is the greater.			
^b Whichever is the lesser.			

4.13 Damp heat, steady state

4.13.1 General

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

4.13.2 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.3.1.

4.13.3 Test conditions

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

The severity of test should be selected from the test conditions as shown in Table 18 and specified in the detail specification.

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

Table 18 – Test conditions for damp heat, steady state

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

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

Within 15 min after removal from the damp heat test, the voltage proof test according to 4.3.4 shall be carried out, but with the rated voltage applied.

4.13.4 Recovery

After 6 h to 24 h recovery, the capacitors shall be measured. If they fail to meet the requirements, they may be measured again after a recovery period of 6 h to 24 h.

4.13.5 Final inspection, measurements and requirements

The capacitor shall be visually examined.

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

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

Table 19 – Final inspection, measurements and requirements

Measurement	Measuring conditions	α rated and (subclass)	Requirements
Capacitance	4.3.1	+100 $\geq \alpha \geq$ -750 (1 A) (1 B)	Capacitance change $\leq 2\%$ or 1 pF ^a
		+100 $\geq \alpha \geq$ -750 SL (1 F) (1 C)	Capacitance change $\leq 3\%$ or 1 pF ^a
		-750 $\geq \alpha \geq$ -1 500 UM (1 F) (1 D)	
		-1 500 $> \alpha \geq$ -5 600 (1 F)	Capacitance change $\leq 5\%$ or 1 pF ^a
Tangent of loss angle	4.3.2	All α s and subclasses	$\leq 2 \times$ value of 4.3.2.3
Insulation resistance	4.3.3	All α s and subclasses	$\geq 2\,500\text{ M}\Omega$ or 25 s ^b
NOTE See 2.2.5 for explanation of the subclass codes.			
^a Whichever is the greater. ^b Whichever is the lesser.			

4.14 Endurance

4.14.1 General

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

4.14.2 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to 4.3.1.

4.14.3 Test conditions

The capacitors shall be tested according to Table 20.

Table 20 – Endurance test conditions

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

4.14.4 Recovery

The capacitors shall be subjected for 6 h to 24 h to the standard atmospheric conditions for testing.

4.14.5 Final inspection, measurements and requirements

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

The capacitors shall be measured and shall meet the requirements in Table 21.

Table 21 – Final inspection, measurements and requirements

Measurement	Measuring conditions	α rated and (subclass)	Requirements
Capacitance	4.3.1	$+100 \geq \alpha \geq -750$ (1 A) (1 B)	Capacitance change $\leq 3\%$ or 1 pF^a
		$+100 \geq \alpha \geq -750$ (1 F) SL (1 C)	Capacitance change $\leq 5\%$ or 1 pF^a
		$-750 \geq \alpha \geq -1\,500$ (1 F) UM (1 D)	
		$-1\,500 > \alpha \geq -5\,600$ (1 F)	Capacitance change $\leq 10\%$ or 1 pF^a
Tangent of loss angle	4.3.2	All α s and subclasses	$\leq 1,5 \times$ value of 4.3.2.3
Insulation resistance	4.3.3	All α s and subclasses	$\geq 4\,000 \text{ M}\Omega$ or 40 s^b
NOTE See 2.2.5 for explanation of the subclass codes.			
^a Whichever is the greater.			
^b Whichever is the lesser.			

4.15 Component solvent resistance (if required)

See IEC 60384-1:2008, 4.31.

4.16 Solvent resistance of the marking (if required)

See IEC 60384-1:2008, 4.32.

Annex A (normative)

Figures with limits of variation of capacitance with temperature for certain temperature coefficients and classes

See Figure A.1 to Figure A.15.

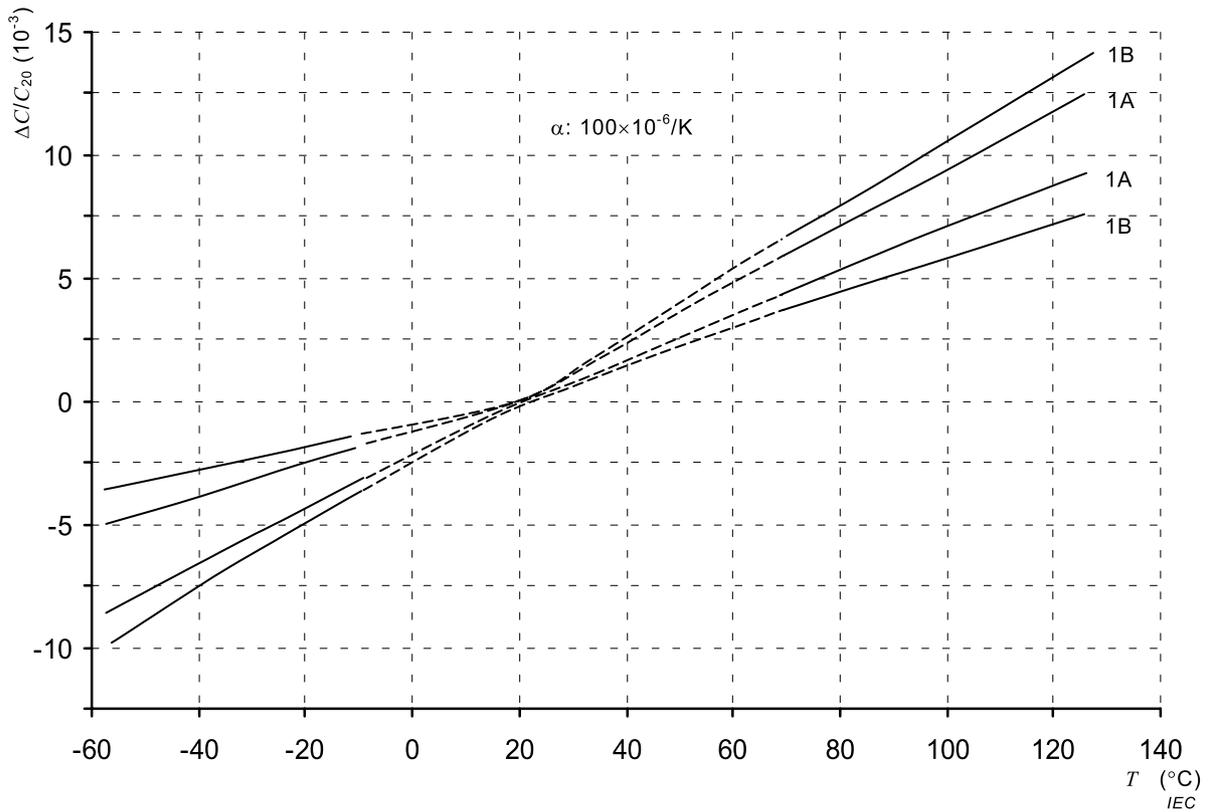


Figure A.1 – α : +100 ($10^{-6}/\text{K}$)

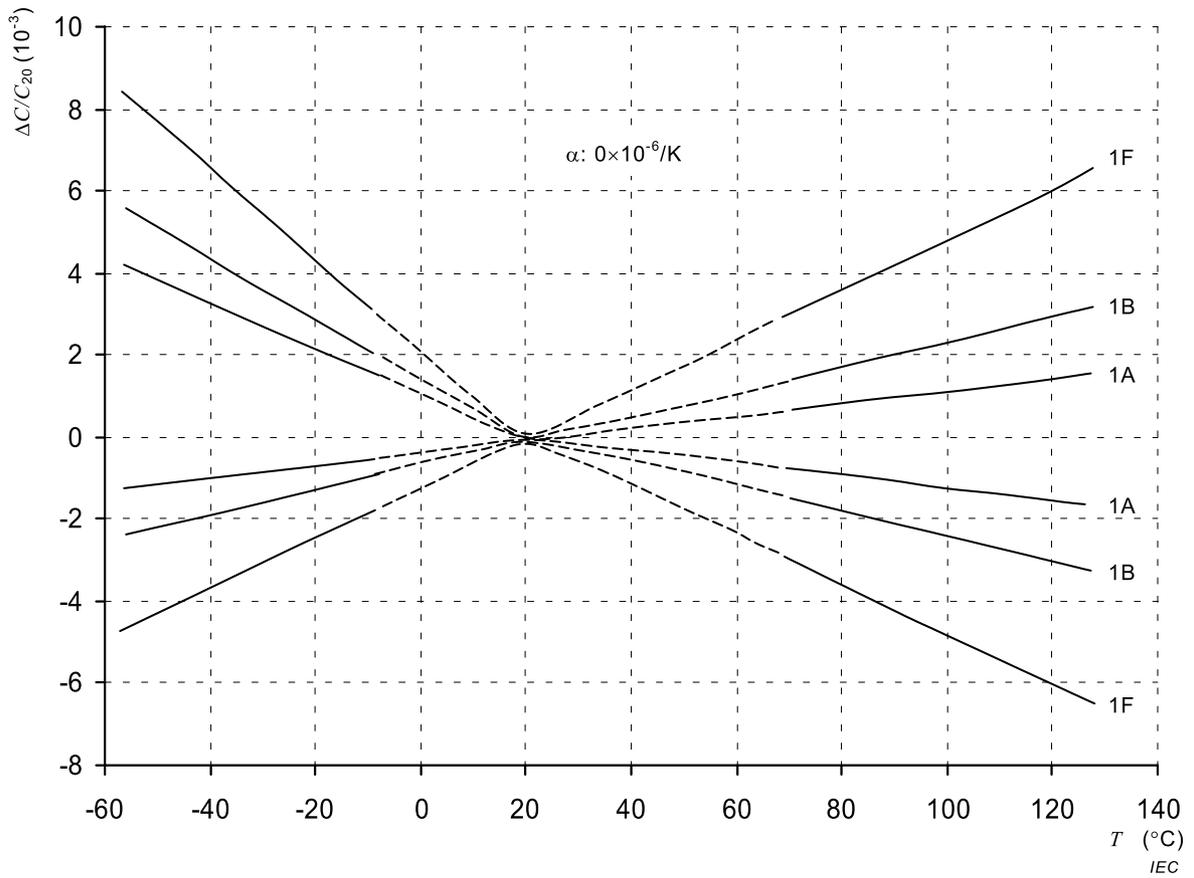


Figure A.2 – $\alpha: 0 (10^{-6}/K)$

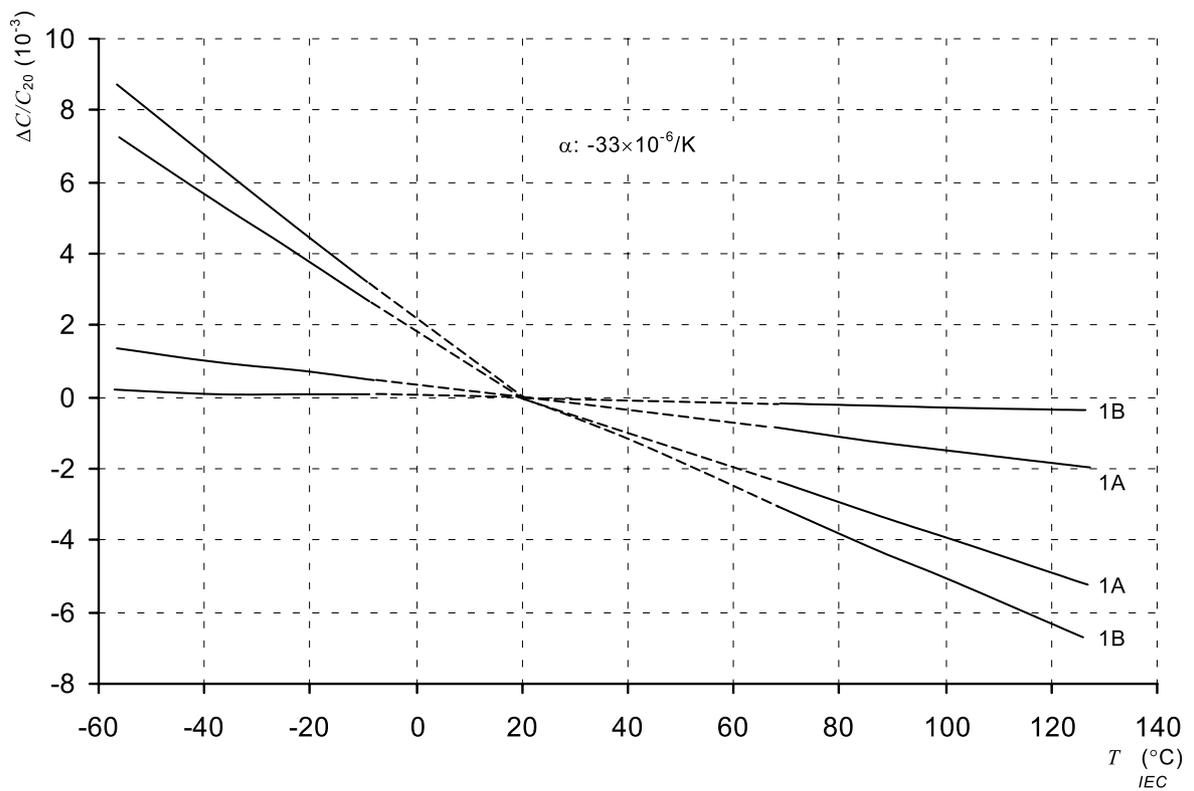


Figure A.3 – $\alpha: -33 (10^{-6}/K)$

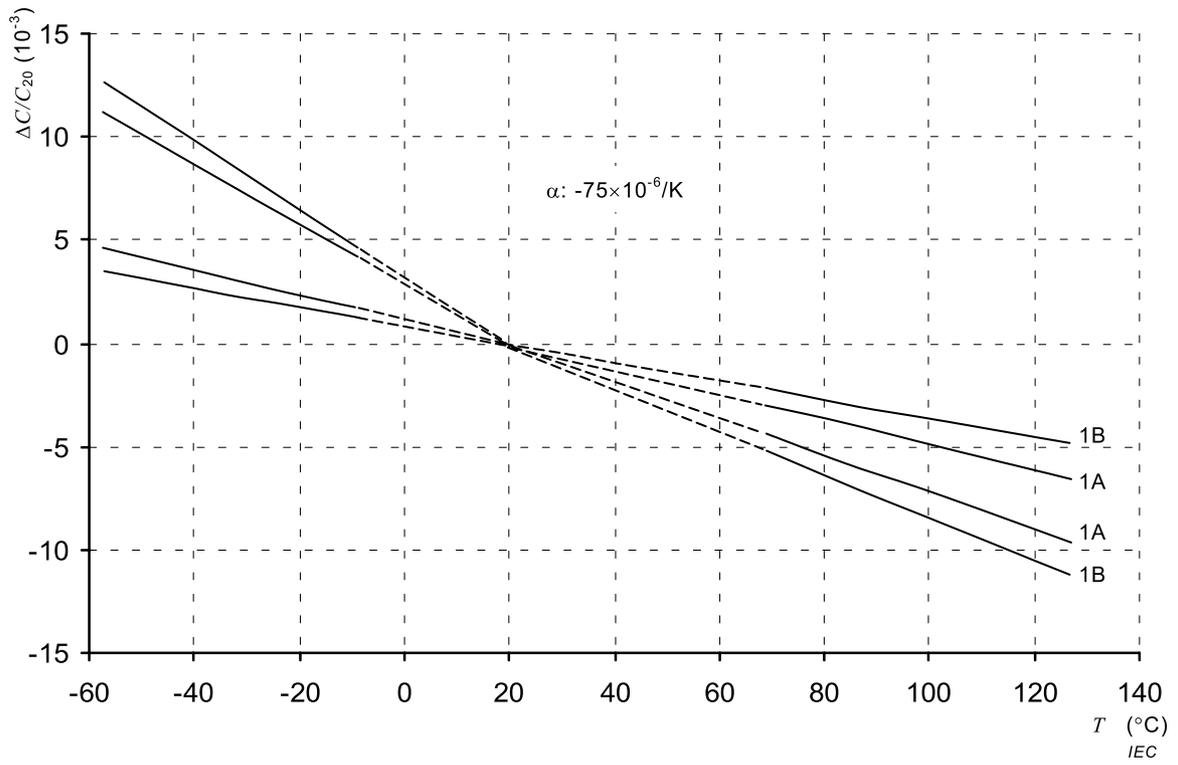


Figure A.4 – $\alpha: -75 (10^{-6}/\text{K})$

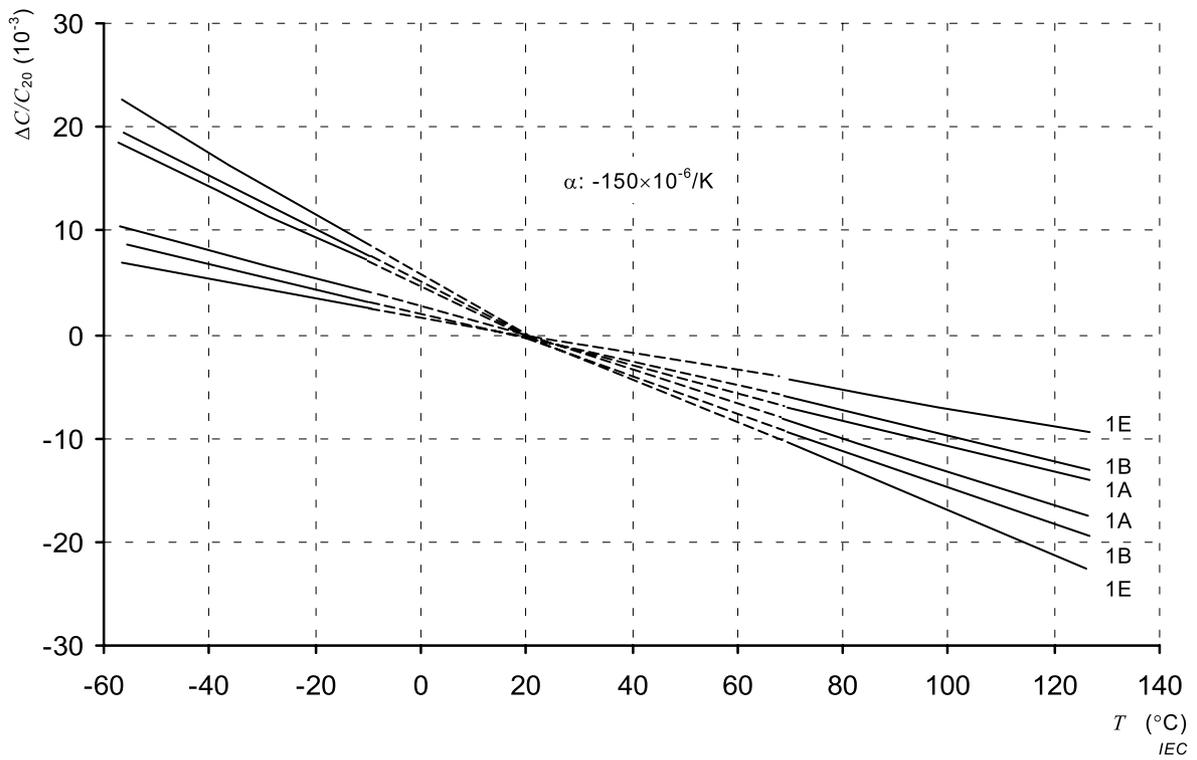


Figure A.5 – $\alpha: -150 (10^{-6}/\text{K})$

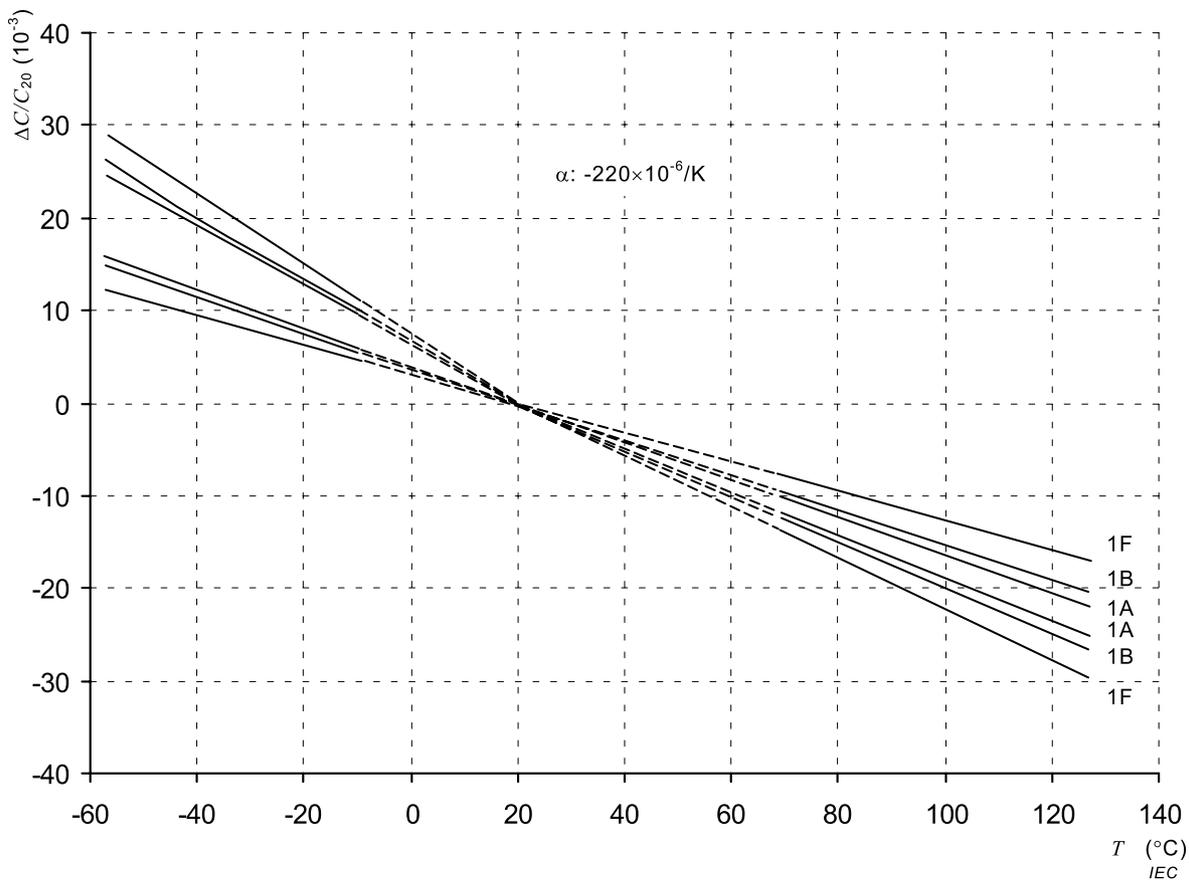


Figure A.6 – α : $-220 (10^{-6}/\text{K})$

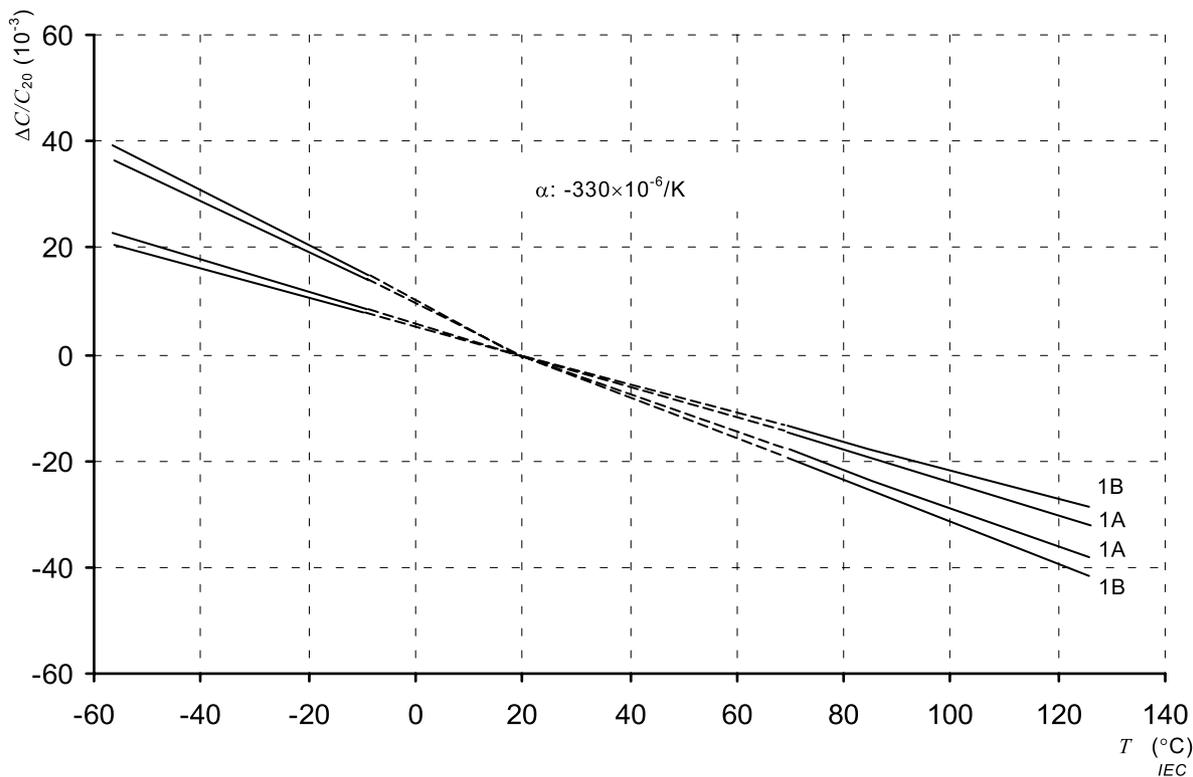


Figure A.7 – α : $-330 (10^{-6}/\text{K})$

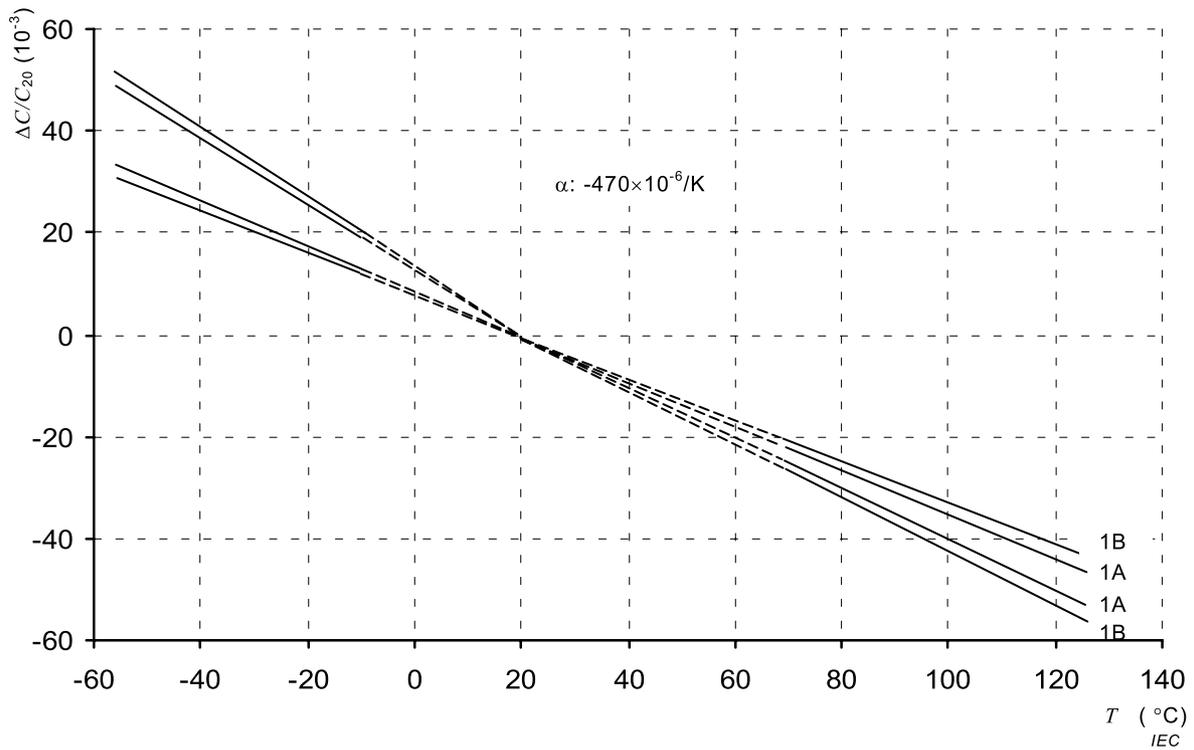


Figure A.8 – $\alpha: -470 (10^{-6}/K)$

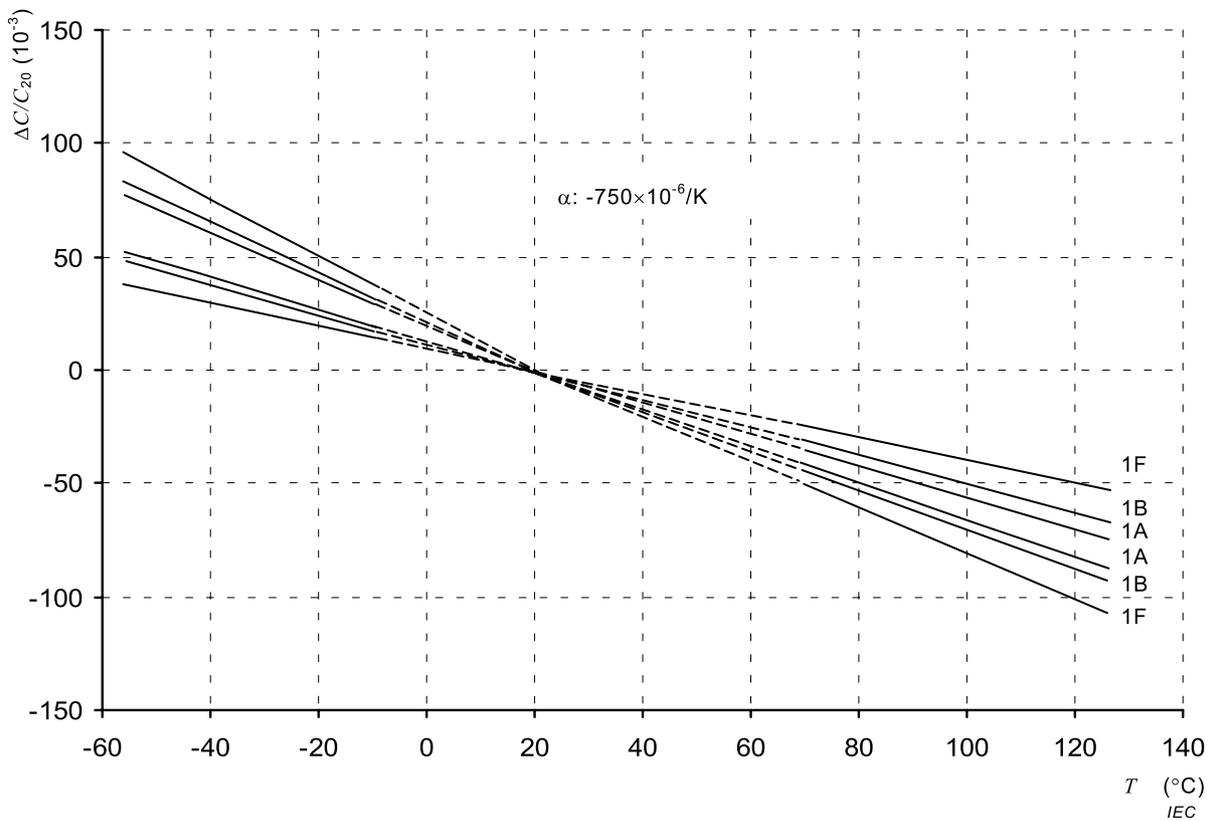


Figure A.9 – $\alpha: -750 (10^{-6}/K)$

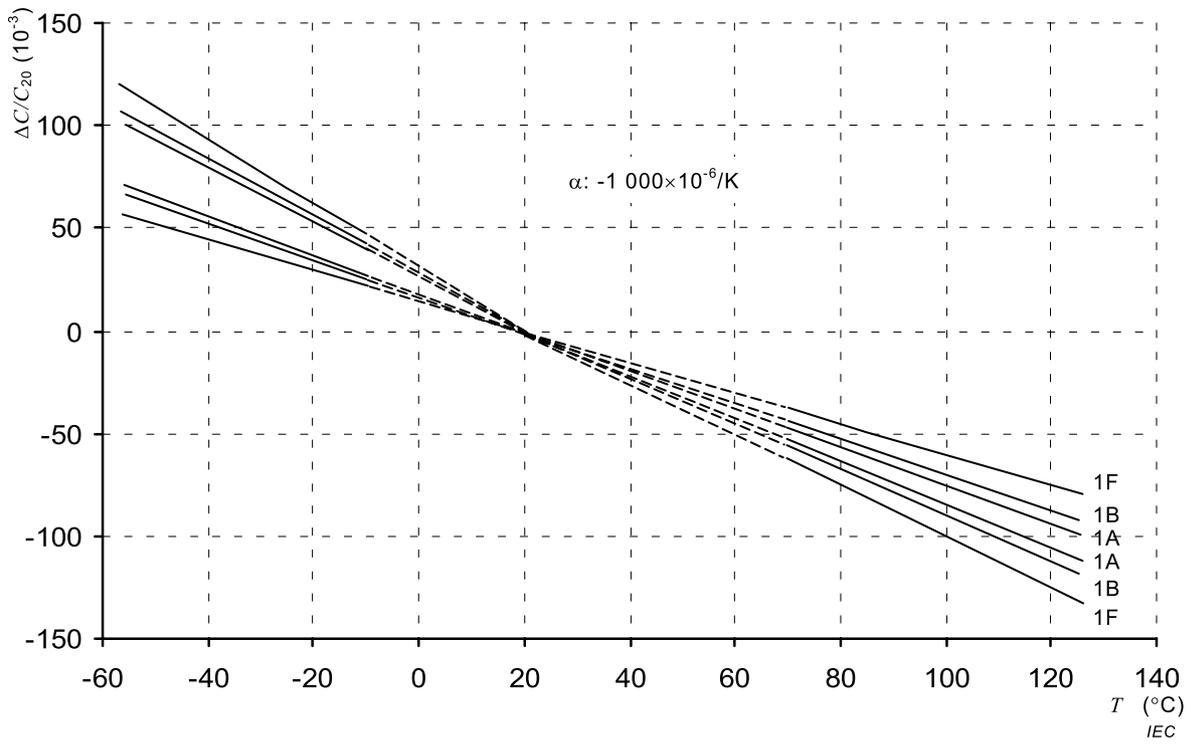


Figure A.10 – $\alpha: -1\ 000 (10^{-6}/K)$

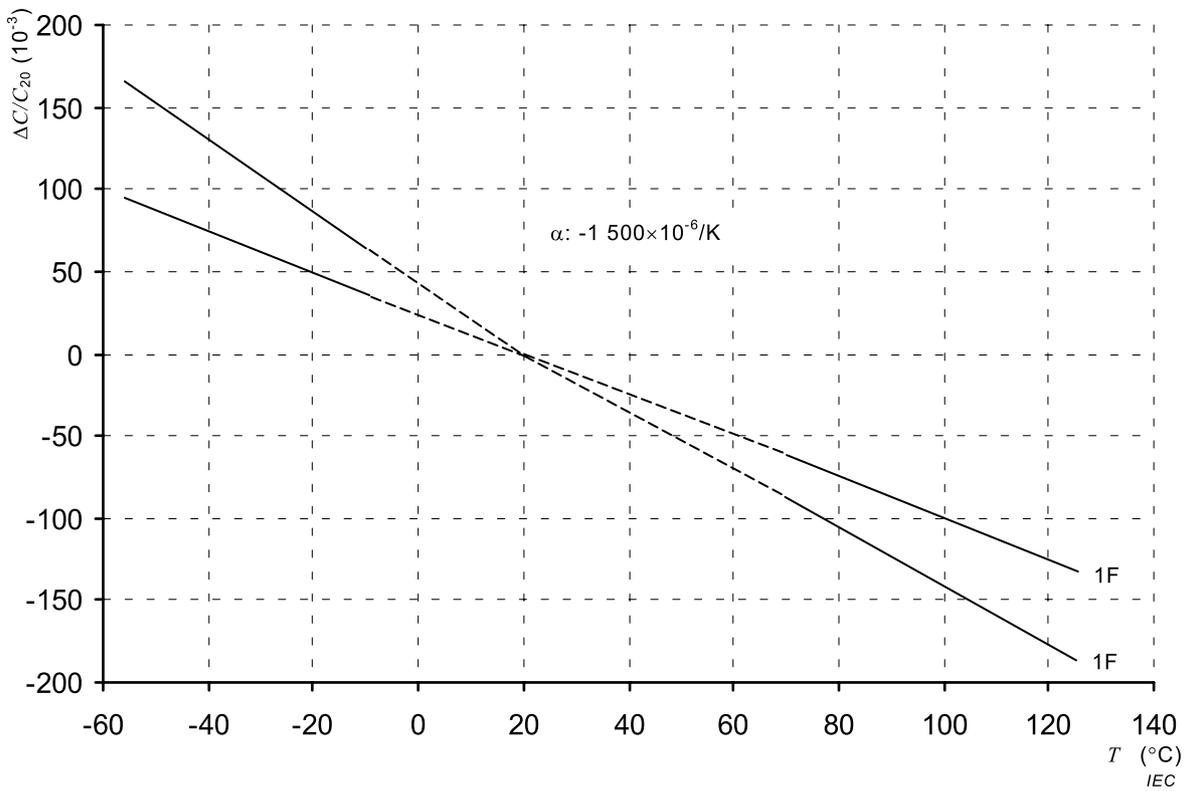


Figure A.11 – $\alpha: -1\ 500 (10^{-6}/K)$

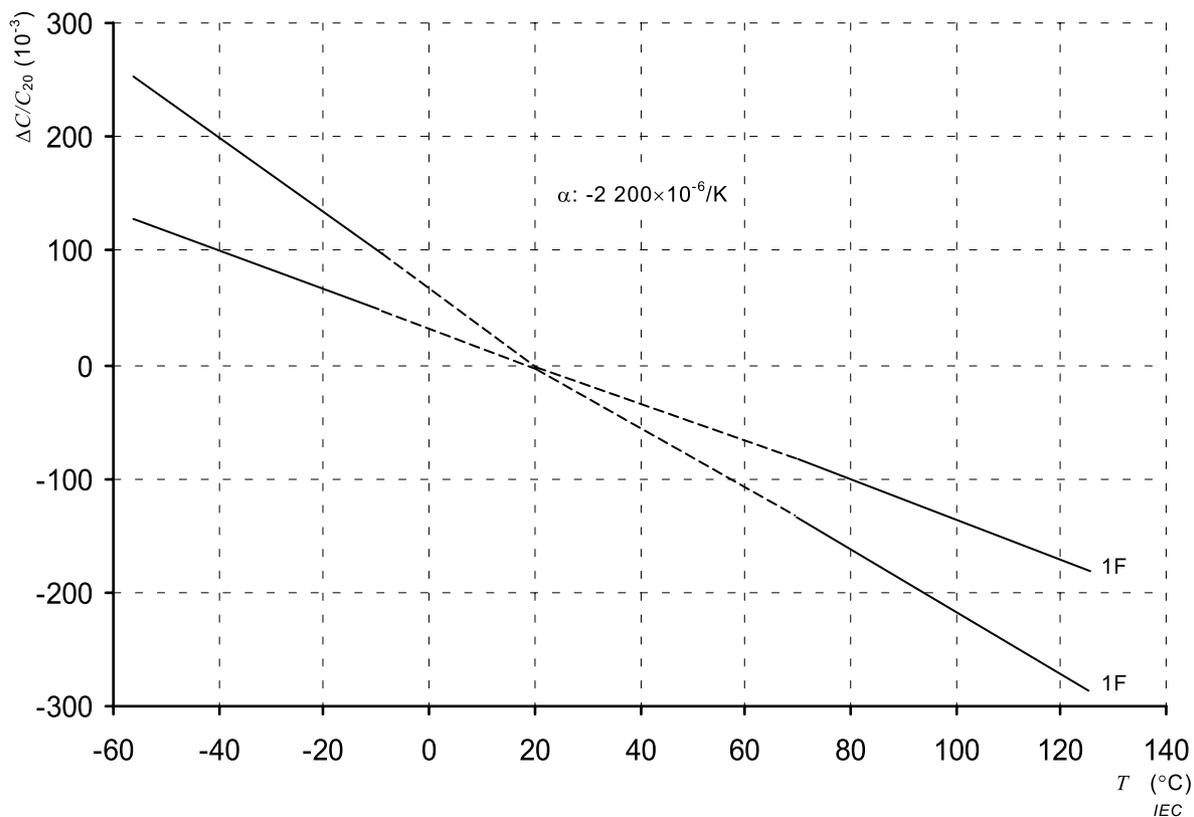


Figure A.12 – $\alpha: -2\,200 (10^{-6}/\text{K})$

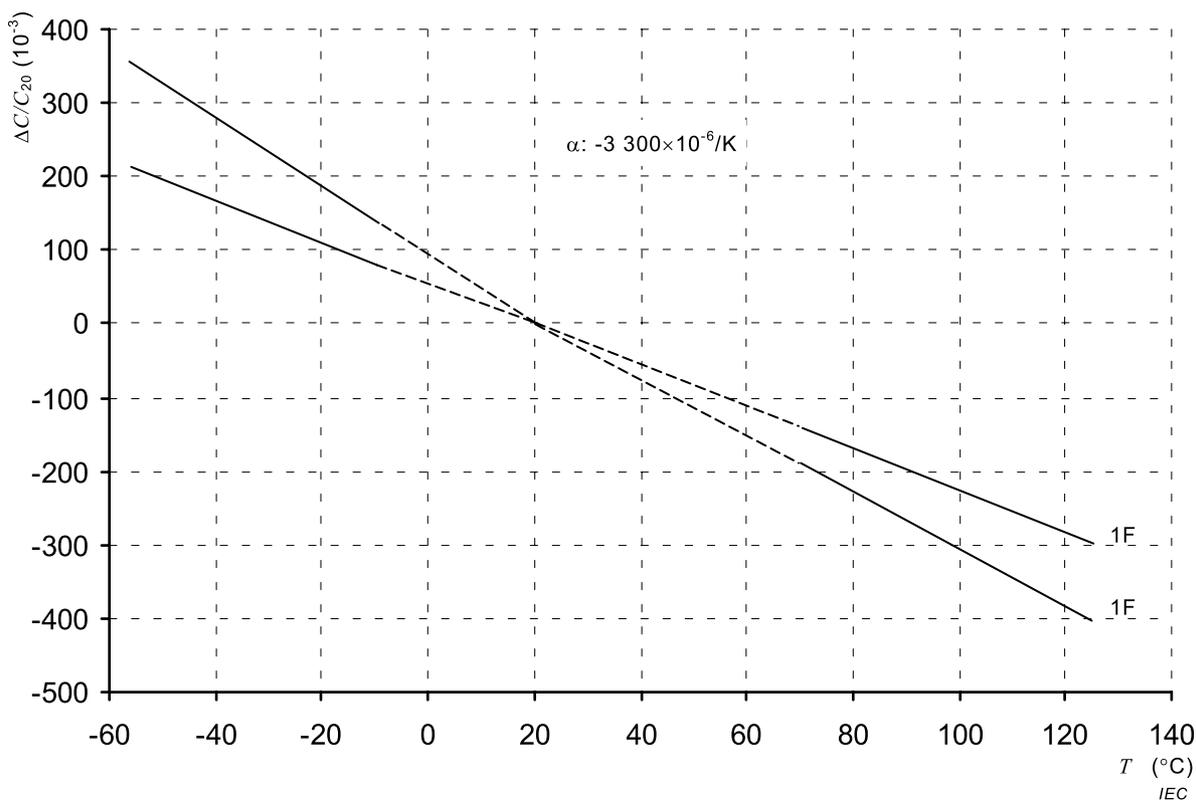


Figure A.13 – $\alpha: -3\,300 (10^{-6}/\text{K})$

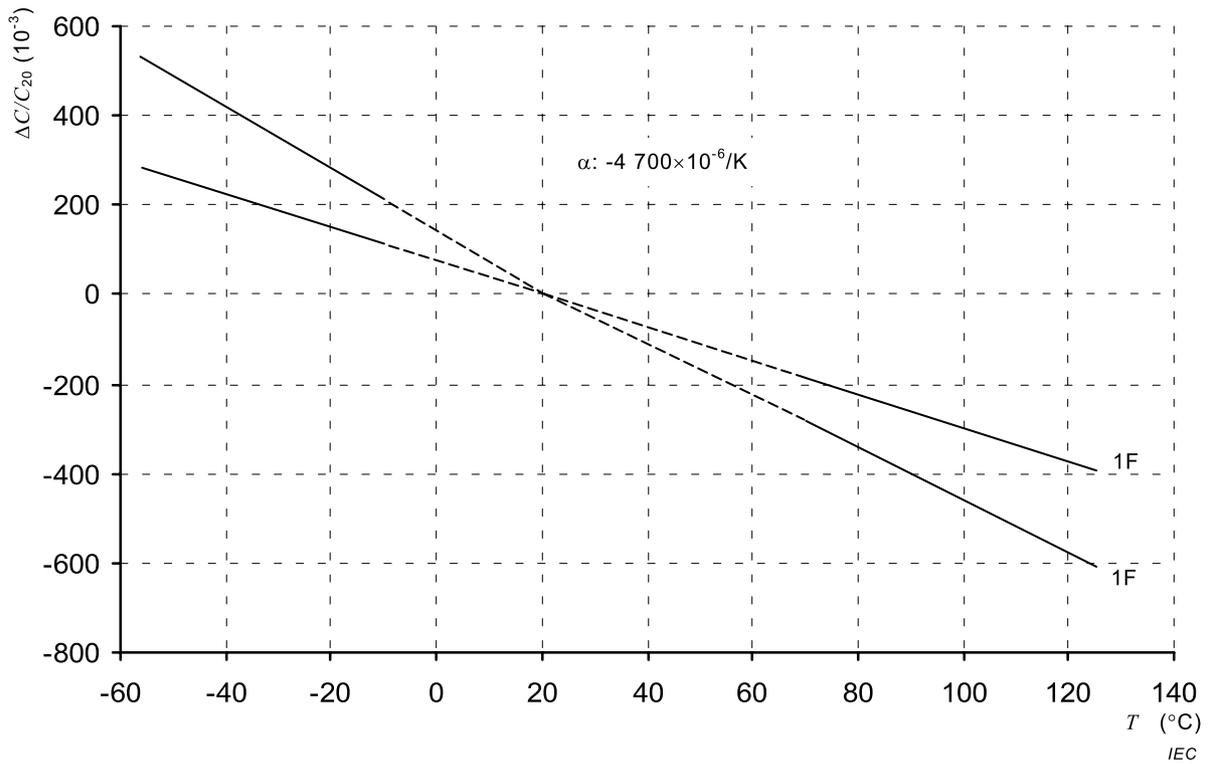


Figure A.14 – $\alpha: -4\,700 (10^{-6}/\text{K})$

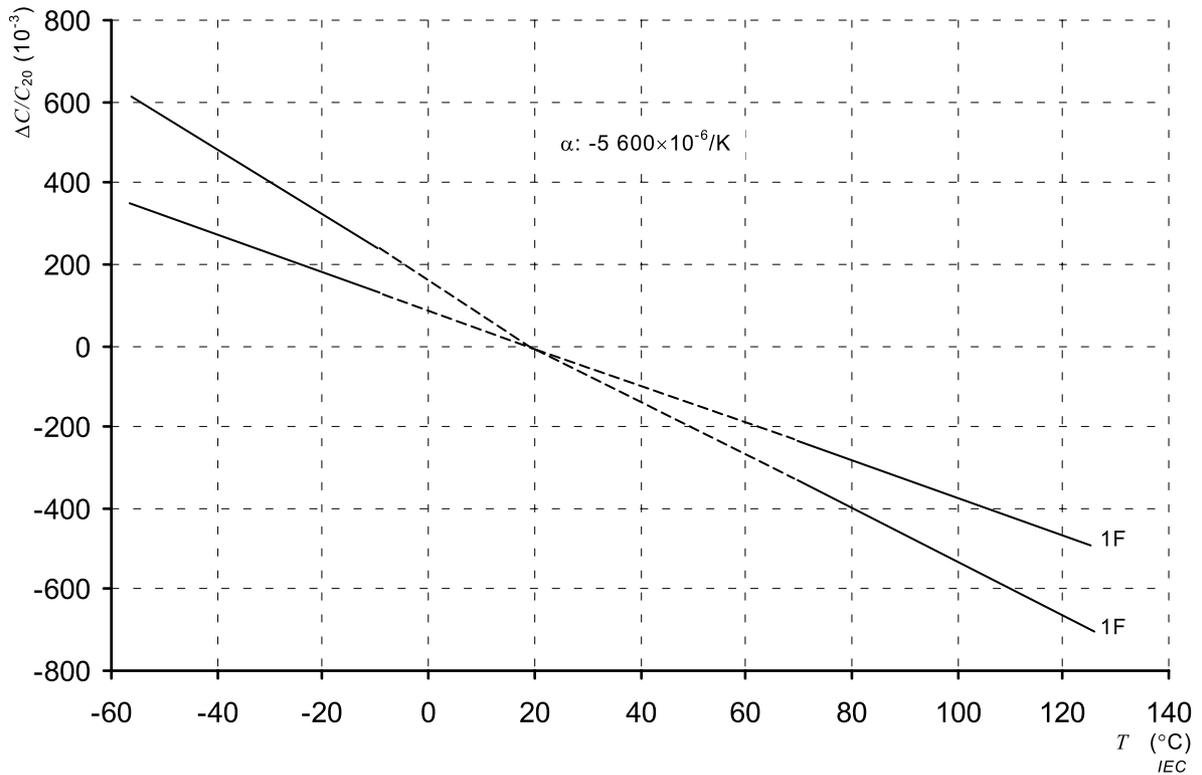


Figure A.15 – $\alpha: -5\,600 (10^{-6}/\text{K})$

Bibliography

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

IEC 60384-21, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 21: Sectional specification – Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 1*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	48
1 Généralités.....	50
1.1 Domaine d'application.....	50
1.2 Objet.....	50
1.3 Références normatives.....	50
1.4 Informations devant être données dans une spécification particulière.....	50
1.4.1 Généralités.....	50
1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions.....	51
1.4.3 Montage.....	51
1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques.....	51
1.4.5 Marquage.....	52
1.5 Termes et définitions.....	52
1.6 Marquage.....	52
1.6.1 Généralités.....	52
1.6.2 Marquage du code du coefficient de température.....	53
1.6.3 Marquage effectué sur le corps.....	53
1.6.4 Marquage de l'emballage.....	53
1.6.5 Marquage supplémentaire.....	53
2 Valeurs assignées et caractéristiques préférentielles.....	53
2.1 Caractéristiques préférentielles.....	53
2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées.....	54
2.2.1 Température assignée.....	54
2.2.2 Tension assignée (U_R).....	54
2.2.3 Tension de catégorie (U_C).....	54
2.2.4 Valeurs préférentielles de capacité nominale et valeurs de tolérance associées.....	54
2.2.5 Coefficient de température (α).....	55
3 Procédures d'assurance de la qualité.....	59
3.1 Etape initiale de fabrication.....	59
3.2 Composants associables.....	59
3.3 Rapports d'essai certifiés pour lots commercialisés.....	59
3.4 Homologation.....	59
3.4.1 Généralités.....	59
3.4.2 Homologation basée sur la procédure avec une taille d'échantillons fixe.....	59
3.4.3 Essais.....	60
3.5 Contrôle de conformité de la qualité.....	65
3.5.1 Constitution des lots de contrôle.....	65
3.5.2 Programme d'essai.....	66
3.5.3 Livraison différée.....	66
3.5.4 Niveaux d'assurance de la qualité.....	66
4 Procédures d'essai et de mesure.....	67
4.1 Généralités.....	67
4.2 Examen visuel et contrôle des dimensions.....	67
4.3 Essais électriques.....	67
4.3.1 Capacité.....	67
4.3.2 Tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$).....	68

4.3.3	Résistance d'isolement (R_i).....	68
4.3.4	Tenue en tension.....	69
4.4	Coefficient de température (α) et dérive de capacité après cycle thermique.....	70
4.4.1	Généralités.....	70
4.4.2	Séchage préliminaire.....	70
4.4.3	Conditions de mesure.....	70
4.4.4	Exigences.....	70
4.5	Robustesse des sorties.....	70
4.6	Résistance à la chaleur de brasage.....	70
4.6.1	Généralités.....	70
4.6.2	Mesure initiale.....	70
4.6.3	Conditions d'essai.....	70
4.6.4	Contrôle final, mesures et exigences.....	70
4.7	Brasabilité.....	71
4.7.1	Généralités.....	71
4.7.2	Conditions d'essai.....	71
4.7.3	Contrôle final, mesures et exigences.....	71
4.8	Variation rapide de température (si cela est exigé).....	71
4.8.1	Généralités.....	71
4.8.2	Mesure initiale.....	71
4.8.3	Conditions d'essai.....	71
4.8.4	Reprise.....	71
4.9	Vibrations.....	72
4.9.1	Généralités.....	72
4.9.2	Conditions d'essai.....	72
4.9.3	Contrôle final, mesures et exigences.....	72
4.10	Secousse (choc répétitif).....	72
4.10.1	Généralités.....	72
4.10.2	Mesures initiales.....	72
4.10.3	Conditions d'essai.....	72
4.10.4	Contrôle final, mesures et exigences.....	72
4.11	Choc (choc non répétitif).....	73
4.11.1	Généralités.....	73
4.11.2	Mesures initiales.....	73
4.11.3	Conditions d'essai.....	73
4.11.4	Contrôle final, mesures et exigences.....	73
4.12	Séquence climatique.....	74
4.12.1	Généralités.....	74
4.12.2	Mesures initiales.....	74
4.12.3	Chaleur sèche.....	74
4.12.4	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle.....	74
4.12.5	Froid.....	74
4.12.6	Basse pression atmosphérique.....	74
4.12.7	Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants.....	74
4.13	Chaleur humide, essai continu.....	75
4.13.1	Généralités.....	75
4.13.2	Mesure initiale.....	75
4.13.3	Conditions d'essai.....	75
4.13.4	Reprise.....	76

4.13.5	Contrôle final, mesures et exigences	76
4.14	Endurance	77
4.14.1	Généralités	77
4.14.2	Mesure initiale	77
4.14.3	Conditions d'essai	77
4.14.4	Reprise.....	77
4.14.5	Contrôle final, mesures et exigences	77
4.15	Résistance du composant au solvant (si exigé).....	78
4.16	Résistance au solvant du marquage (si exigé)	78
Annexe A (normative) Figures représentant les limites de variation de capacité en fonction de la température pour certains coefficients de température et certaines classes		79
Bibliographie.....		87
Figure A.1	– α : +100 ($10^{-6}/K$).....	79
Figure A.2	– α : 0 ($10^{-6}/K$)	80
Figure A.3	– α : –33 ($10^{-6}/K$).....	80
Figure A.4	– α : –75 ($10^{-6}/K$).....	81
Figure A.5	– α : –150 ($10^{-6}/K$).....	81
Figure A.6	– α : –220 ($10^{-6}/K$).....	82
Figure A.7	– α : –330 ($10^{-6}/K$).....	82
Figure A.8	– α : –470 ($10^{-6}/K$).....	83
Figure A.9	– α : –750 ($10^{-6}/K$).....	83
Figure A.10	– α : –1 000 ($10^{-6}/K$).....	84
Figure A.11	– α : –1 500 ($10^{-6}/K$).....	84
Figure A.12	– α : –2 200 ($10^{-6}/K$).....	85
Figure A.13	– α : –3 300 ($10^{-6}/K$).....	85
Figure A.14	– α : –4 700 ($10^{-6}/K$).....	86
Figure A.15	– α : –5 600 ($10^{-6}/K$).....	86
Tableau 1	– Tolérances préférentielles sur la capacité nominale.....	54
Tableau 2	– Coefficients de température nominale et tolérances.....	55
Tableau 3	– Combinaisons de coefficient de température et de tolérances	57
Tableau 4	– Plan d'échantillonnage avec des éléments non conformes admissibles pour des essais d'homologation, niveau d'assurance EZ.....	61
Tableau 5	– Programme d'essai pour homologation	62
Tableau 6	– Inspection lot par lot	66
Tableau 7	– Essais périodiques	67
Tableau 8	– Tangente de l'angle de perte	68
Tableau 9	– Exigences relatives à la résistance d'isolement	69
Tableau 10	– Tensions d'essai pour des condensateurs en céramique monocouches	69
Tableau 11	– Tensions d'essai pour des condensateurs en céramique multicouches	69
Tableau 12	– Limites de dérive après cycle thermique	70
Tableau 13	– Exigences.....	71

Tableau 14 – Sévérités préférentielles (de choc non répétitif)	73
Tableau 15 – Variation de capacité maximale	73
Tableau 16 – Nombre de cycles de chaleur humide	75
Tableau 17 – Contrôle final, mesures et exigences	75
Tableau 18 – Conditions d'essai continu de chaleur humide	76
Tableau 19 – Contrôle final, mesures et exigences	76
Tableau 20 – Conditions d'essai d'endurance	77
Tableau 21 – Contrôle final, mesures et exigences	78

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 8: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en céramique, Classe 1

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60384-8 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition publiée en 2005. Cette quatrième édition est le résultat des activités de maintenance relatives à l'édition précédente. Toutes les modifications acceptées peuvent être classées comme des révisions mineures.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2338/FDIS	40/2363/RVD

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

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

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

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

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

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 8: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en céramique, Classe 1

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

Cette partie de l'IEC 60384 est applicable aux condensateurs fixes en céramique diélectrique avec un coefficient de température défini (diélectrique de classe 1), destinés à être utilisés dans des équipements électroniques, y compris les condensateurs sans plomb et à l'exclusion des condensateurs multicouches montés en surface fixe en céramique diélectrique, qui sont couverts par l'IEC 60384-21 (classe 1).

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

1.2 Objet

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

1.3 Références normatives

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

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

IEC 60063:1963/AMD1:1967

IEC 60063:1963/AMD2:1977

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

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

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

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

1.4 Informations devant être données dans une spécification particulière

1.4.1 Généralités

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

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

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

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

1.4.2 Dessin d'encombrement et dimensions

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

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

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

Lorsque la configuration est autre que celle décrite ci-dessus, la spécification particulière doit stipuler ces informations dimensionnelles, afin de décrire correctement les condensateurs. Lorsque le condensateur n'est pas destiné à être utilisé sur des cartes imprimées, cette information doit être clairement indiquée dans la spécification particulière.

1.4.3 Montage

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

1.4.4 Valeurs assignées et caractéristiques

1.4.4.1 Généralités

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

1.4.4.2 Plage de capacités nominales

Voir 2.2.4.1.

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

1.4.4.3 Caractéristiques particulières

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

1.4.4.4 Brasage

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

1.4.5 Marquage

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

1.5 Termes et définitions

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

1.5.1

condensateurs fixes, diélectrique en céramique, Classe 1

condensateur conçu spécialement et adapté pour des applications à circuits résonants dans lesquelles il est essentiel que les pertes soient faibles et que la capacité présente une stabilité élevée ou dans lesquelles un coefficient de température défini avec précision est exigé, par exemple pour compenser les effets de température dans le circuit

Note 1 à l'article: Le diélectrique en céramique est défini par son coefficient de température nominale (α).

1.5.2

sous-classe

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

Note 1 à l'article: La valeur du coefficient de température nominale et sa tolérance se rapportent à l'intervalle de températures comprises entre +20 °C et +85 °C, mais comme en pratique les courbes TC ne sont pas strictement linéaires, il est nécessaire de définir des écarts de capacités limites ($\Delta C/C$) pour d'autres températures (voir Tableau 3). Les mêmes informations sont exprimées sous forme graphique dans les Figures A.1 à A.15.

Ces figures permettent à l'utilisateur d'estimer la valeur et la tolérance de $1/C \times (dC/dT)_T$, le coefficient de température incrémental à une température T donnée, bien que la mesure de cette quantité ne soit pas spécifiquement exigée dans l'essai.

1.5.3

tension assignée

U_R

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

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

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

1.6 Marquage

1.6.1 Généralités

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

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

- a) la capacité nominale;
- b) la tension assignée (la tension continue peut être représentée par --- ou —);
- c) la tolérance de la capacité nominale;
- d) le coefficient de température et un espace pour son code de tolérance, voir Tableau 2;
- e) l'année et le mois (ou la semaine) de fabrication;
- f) le nom du fabricant ou sa marque commerciale;
- g) la catégorie climatique;
- h) la désignation du modèle par le fabricant;
- i) la référence à la spécification particulière.

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

1.6.2 Marquage du code du coefficient de température

Le codage du coefficient de température est donné au Tableau 2. Des taches, des bandes ou des anneaux peuvent être utilisés dans le cas des codes de couleurs. De plus, pour les coefficients de température qui exigent deux couleurs, la deuxième couleur peut être la couleur du corps ou du marquage typographique.

1.6.3 Marquage effectué sur le corps

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

1.6.4 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 assignées et caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

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

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

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

- tension minimale de catégorie: -55 °C , -40 °C , -25 °C et -10 °C
- température maximale de catégorie: $+70\text{ °C}$, $+85\text{ °C}$, $+100\text{ °C}$ et $+125\text{ °C}$

– durée de l'essai continu de chaleur humide (40 °C, 93 % HR): 4, 10, 21 et 56 jours

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

2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées

2.2.1 Température assignée

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

2.2.2 Tension assignée (U_R)

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

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

2.2.3 Tension de catégorie (U_C)

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

2.2.4 Valeurs préférentielles de capacité nominale et valeurs de tolérance associées

2.2.4.1 Valeurs préférentielles de capacité assignée

Les valeurs de capacité nominale doivent provenir de préférence des séries E6, E12 et E24 de l'IEC 60063.

2.2.4.2 Tolérance préférentielle sur la capacité nominale

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

Tableau 1 – Tolérances préférentielles sur la capacité nominale

Série préférentielle	$C_N \geq 10 \text{ pF}$		$C_N < 10 \text{ pF}$	
	Tolérances	Code littéral	Tolérances	Code littéral
E 6	$\pm 20 \%$	M	$\pm 2 \text{ pF}$	G
E 12	$\pm 10 \%$	K	$\pm 1 \text{ pF}$	F
	$\pm 5 \%$	J	$\pm 0,5 \text{ pF}$	D
E 24	$\pm 2 \%$	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 le coefficient de température nominale préférentiel et les tolérances associées, exprimés en partie par million par Kelvin ($10^{-6}/K$), ainsi que les sous-classes et les codes correspondants.

La spécification particulière doit indiquer pour chaque coefficient de température, la valeur minimale de la capacité pour laquelle la tolérance donnée du coefficient de température peut être vérifiée, en tenant compte de la précision des méthodes de mesure de capacité spécifiées.

Pour des valeurs de capacité inférieures à ces valeurs minimales:

- La spécification particulière doit indiquer un facteur de multiplication pour la tolérance sur α , ainsi que les variations admissibles de capacité à la température minimale de catégorie et à la température maximale de catégorie;
- Des méthodes de mesure spéciales peuvent être nécessaires et, si exigé, elles doivent être indiquées dans la spécification particulière.

2.2.5.2 Limites de la variation de capacité

Les Figures A.1 à A.15 représentent les limites de variation de capacité en fonction de la température pour les coefficients de température et les sous-classes indiqués dans le Tableau 3.

Tableau 2 – Coefficients de température nominale et tolérances

Coefficient de température nominale (α) $10^{-6}/K$	Tolérance sur le coefficient de température $10^{-6}/K$	Sous-classe	Code littéral		Code de couleurs pour le coefficient de température
			α	Tolérance	
+100	± 15 ± 30	1A 1B	A	F G	Rouge + Violet
<u>0</u>	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	C	F G H	Noir
-33	± 15 ± 30	1A 1B	H	F G	Marron
-75	± 15 ± 30	1A 1B	L	F G	Rouge
<u>-150</u>	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	P	F G H	Orange
-220	± 15 ± 30 ± 60	1A 1B 1F	R	F G H	Jaune
-330	± 30 ± 60	1A 1B	S	G H	Vert
-470	± 30 ± 60	1A 1B	T	G H	Bleu
<u>-750</u>	± 60 ± 120 ± 250	1A 1B 1F	U	H J K	Violet
-1 000	± 60	1A	Q	H	Rouge + Jaune

Coefficient de température nominale (α) $10^{-6}/K$	Tolérance sur le coefficient de température $10^{-6}/K$	Sous-classe	Code littéral		Code de couleurs pour le coefficient de température
			α	Tolérance	
	± 120	1B		J	
	± 250	1F		K	
-1 500	± 250	1F	V	K	Orange + Orange
-2 200	± 500	1F	K	L	Jaune + Orange
-3 300	± 500	1F	D	L	Vert + Orange
-4 700	$\pm 1\ 000$	1F	E	M	Bleu + Orange
-5 600	$\pm 1\ 000$	1F	F	M	Noir + Orange
$+140 \geq \alpha \geq -1\ 000$	^a	1C	SL	-	Gris
$+250 \geq \alpha \geq -1\ 750$	^a	1D	UM	-	Blanc

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

NOTE 2 α les valeurs $+33 \xi 10^{-6}/K$ et $-47 \xi 10^{-6}/K$ sont aussi obtenues sur demande.

NOTE 3 Les coefficients de température nominale et leurs tolérances sont définis à l'aide de la variation de capacité entre les températures 20 °C et 85 °C.

NOTE 4 Un condensateur avec 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 conçu comme un condensateur CG (sous-classe 1B).

^a Ces valeurs de coefficient de température ne sont pas soumises à une inspection puisqu'aucune limite sur la variation relative de capacité n'est spécifiée dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Combinaisons de coefficient de température et de tolérances

Coefficients de température		Variation relative admissible de capacité en parties par 1 000 entre 20 °C et une température donnée							
		Températures de catégorie inférieure				Températures de catégorie supérieure			
α 10 ⁻⁶ /K	Tol. ^a 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
+100	±15 (F)	-8,63/-5,08	-6,90/-4,06	-5,18/-3,05	-3,45/-2,03	4,25/5,75	5,53/7,48	6,80/9,20	8,93/12,1
	±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
0	±15 (F)	-1,13/4,07	-0,900/3,26	-0,675/2,44	-0,450/1,63	-0,750/0,750	-0,975/0,975	-1,20/1,20	-1,58/1,58
	±30 (G)	-2,25/5,45	-1,80/4,36	-1,35/3,27	-0,900/2,18	-1,50/1,50	-1,95/1,95	-2,40/2,40	-3,15/3,15
	±60 (H)	-4,50/8,19	-3,60/6,55	-2,70/4,91	-1,80/3,28	-3,00/3,00	-3,90/3,90	-4,80/4,80	-6,30/6,30
-33	±15 (F)	1,35/7,09	1,08/5,67	0,810/4,26	0,540/2,84	-2,40/-0,900	-3,12/-1,17	-3,84/-1,44	-5,04/-1,89
	±30 (G)	0,225/8,46	0,180/6,77	0,135/5,08	0,090/3,39	-3,15/-0,150	-4,10/-0,195	-5,04/0,240	-6,62/-0,315
-75	±15 (F)	4,50/10,9	3,60/8,75	2,70/6,56	1,80/4,37	-4,50/-3,00	-5,85/-3,90	-7,20/-4,80	-9,45/-6,30
	±30 (G)	3,38/12,3	2,70/9,85	2,03/7,38	1,35/4,92	-5,25/-2,25	-6,83/-2,93	-8,40/-3,60	-11,0/-4,73
<u>-150</u>	±15 (F)	10,1/17,8	8,10/14,2	6,08/10,7	4,05/7,12	-8,25/-6,75	-10,7/-8,78	-13,2/-10,8	-17,3/-14,2
	±30 (G)	9,00/19,2	7,20/15,3	5,40/11,5	3,60/7,67	-9,00/-6,00	-11,7/-7,80	-14,4/-9,60	-18,9/-12,6
	±60 (H)	6,75/21,9	5,40/17,5	4,05/13,1	2,70/8,77	-10,5/-4,50	-13,7/-5,85	-16,8/-7,20	-22,1/-9,45
-220	±15 (F)	15,4/24,2	12,3/19,4	9,23/14,5	6,15/9,68	-11,8/-10,3	-15,3/-13,3	-18,8/-16,4	-24,7/-21,5
	±30 (G)	14,3/25,6	11,4/20,5	8,55/15,3	5,70/10,2	-12,5/-9,50	-16,3/-12,4	-20,0/-15,2	-26,3/-20,0
	±60 (H)	12,0/28,3	9,60/22,7	7,20/17,0	4,80/11,3	-14,0/-8,00	-18,2/-10,4	-22,4/-12,8	-29,4/-16,8
-330	±30 (G)	22,5/35,6	18,0/28,5	13,5/21,4	9,00/14,3	-18,0/-15,0	-23,4/-19,5	-28,8/-24,0	-37,8/-31,5
	±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	±30 (G)	33,0/48,5	26,4/38,8	19,8/29,1	13,2/19,4	-25,0/-22,0	-32,5/-28,6	-40,0/-35,2	-52,5/-46,2
	±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>	±60 (H)	51,8/76,8	41,4/61,5	31,1/46,1	20,7/30,7	-40,5/-34,5	-52,7/-44,9	-64,8/-55,2	-85,1/-72,5
	±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
	±250 (K)	37,5/94,2	30,0/75,4	22,5/56,5	15,0/37,7	-50,0/-25,0	-65,0/-32,5	-80,0/-40,0	-105/-52,5

Coefficients de température		Variation relative admissible de capacité en parties par 1 000 entre 20 °C et une température donnée							
		Températures de catégorie inférieure				Températures de catégorie supérieure			
α 10 ⁻⁶ /K	Tol. ^a 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
-1 000	±60 (H)	70,5/99,7	56,4/79,8	42,3/59,8	28,2/39,9	-53,0/-47,0	-68,9/-61,1	-84,8/-75,2	-111/-98,7
	±120 (J)	66,0/105	52,8/84,1	39,6/63,1	26,4/42,1	-56,0/-44,0	-72,8/-57,2	-89,6/-70,4	-118/-92,4
	±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
-2 200	±500 (L)	128/250	102/200	76,5/150	51,0/99,9	-135/-85,0	-176/-111	-216/-136	-284/-179
-3 300	±500 (L)	210/350	168/280	126/210	84,0/140	-190/-140	-247/-182	-304/-224	-399/-294
-4 700	±1 000 (M)	278/524	222/419	167/315	111/210	-285/-185	-371/-241	-456/-296	-599/-389
-5 600	±1 000 (M)	345/607	276/485	207/364	138/243	-330/-230	-429/-299	-528/-368	-693/-483
α 10 ⁻⁶ /K	Tol. ^a 10 ⁻⁶ /K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C

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

NOTE 2 Les limites des coefficients de température dans la plage des températures allant de 20 °C à la température maximale de catégorie sont calculées par les coefficients de température nominale et leurs tolérances (voir NOTE 3, a)).
Les limites des coefficients de température dans la plage des températures allant de 20 °C à -55 °C sont calculées selon la NOTE 3, b) et c).

NOTE 3 L'écart de capacité à la température de catégorie inférieure est obtenu en utilisant la formule suivante:

a) Variation relative de capacité supérieure et inférieure à la température de catégorie supérieure:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = (\text{coefficient de température nominale} \pm \text{tolérance sur le coefficient de température}) \times (\text{température maximale de catégorie} - 20)/1\ 000$

b) Variation relative de capacité inférieure à la température de catégorie inférieure:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = (\text{coefficient de température nominale} + \text{tolérance sur le coefficient de température}) \times (\text{température de catégorie inférieure} - 20)/1\ 000$

c) Variation relative de capacité supérieure à la température de catégorie inférieure:
 $\Delta C/C(10^{-3}) = [(-36) - (1,22 \times \text{tolérance sur coefficient de température}) + (0,22 \times \text{coefficient de température nominale}) + \text{coefficient de température nominale}] \times (\text{température de catégorie inférieure} - 20)/1\ 000$

où la tolérance sur le coefficient de température est une valeur absolue.

3 Procédures d'assurance de la qualité

3.1 Etape initiale de fabrication

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

3.2 Composants associables

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

3.3 Rapports d'essai certifiés pour lots commercialisés

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

3.4 Homologation

3.4.1 Généralités

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

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

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

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

Lorsque l'approbation porte sur un seul coefficient de température, l'échantillon doit être constitué de spécimens possédant les tensions les plus basses et les plus hautes et, pour ces tensions, les valeurs de capacité les plus basses et les plus élevées. En présence de plus de quatre tensions assignées, une tension intermédiaire doit également faire l'objet d'essais. Ainsi, pour homologuer une gamme, un essai est exigé sur quatre ou six valeurs (combinaisons capacité/tension) pour 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 exigé pour quatre valeurs. Lorsque l'approbation porte sur plusieurs coefficients de température, voir 3.4.3.

Les spécimens de rechange sont permis selon les modalités suivantes:

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

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

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

Le Tableau 4 donne le nombre d'échantillons à soumettre à un essai dans chaque groupe ou sous-groupe et le nombre de non-conformités admissibles pour les essais d'homologation.

3.4.3 Essais

Les séries complètes d'essais spécifiés aux Tableaux 4 et 5 sont exigées pour l'approbation des condensateurs couverts par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre donné.

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

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

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

Lorsque l'approbation porte sur plusieurs coefficients de température en même temps, les essais des Groupes 1 et 2 doivent être effectués sur le plus petit coefficient de température, mais les essais des Groupes 3 et 4 doivent être effectués sur chaque coefficient de température individuel.

L'approbation est basée sur le coefficient de température individuel en fonction du nombre admissible d'éléments non conformes indiqués au Tableau 4. Afin de calculer le nombre total réel d'éléments non conformes pour des coefficients de température différents du plus petit coefficient de température, les éléments non conformes du Groupe 1 et du Groupe 2 pour le plus petit coefficient de température sont ajoutés aux éléments non conformes du Groupe 3 et du Groupe 4 pour ce coefficient de température particulier.

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

Ensemble, les Tableaux 4 et 5 forment le programme d'essai avec une taille d'échantillons 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.

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

Tableau 4 – Plan d'échantillonnage avec des éléments non conformes admissibles pour des essais d'homologation, niveau d'assurance EZ

Groupe N°	Essai	Paragraphe de la présente publication	Nombre de spécimens <i>n</i> ^b	Nombre admissible d'éléments non conformes <i>c</i> ^d
0	Examen visuel Dimensions Capacité Tangente de l'angle de perte Tenue en tension Résistance d'isolement Spécimens de rechange	4.2 4.2 4.3.1 4.3.2 4.3.4 4.3.3	108 8	0
1A	Robustesse des sorties Résistance à la chaleur de brasage Résistance au solvant des composants ^c	4.5 4.6 4.15	12	0
1B	Brasabilité Résistance au solvant du marquage ^c Variations rapides de température ^a Vibrations Secousses ou chocs ^a	4.7 4.16 4.8 4.9 4.10 ou 4.11	24	0
1	Séquence climatique	4.12	36	0
2	Chaleur humide, essai continu	4.13	24	0
3	Endurance	4.14	36	0
4	Coefficient de température et dérive cyclique de capacité	4.4	12	0
<p>^a Si exigé dans la spécification particulière.</p> <p>^b Voir 3.4.1 pour les combinaisons capacité/tension.</p> <p>^c Si exigé dans la spécification particulière.</p> <p>^d Critère d'acceptation, non dépassé pour acceptation.</p>				

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

Numéro de paragraphe et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c) ^c	Exigences de performances ^a
<p>Groupe 0</p> <p>4.2 Examen visuel</p> <p>4.2 Dimensions (détail)</p> <p>4.3.1 Capacité</p> <p>4.3.2 Tangente de l'angle de perte (tan δ)</p> <p>4.3.3 Résistance d'isolement</p> <p>4.3.4 Epreuve de tension</p>	ND	<p>Fréquence: ... MHz ou kHz</p> <p>Fréquence: ... MHz ou kH (voir 4.3.1)</p> <p>Voir la spécification particulière pour la méthode</p> <p>Voir la spécification particulière pour la méthode</p>	<p>Voir Tableau 4</p> 	<p>Comme en 4.2</p> <p>Marquage lisible et comme indiqué dans la spécification particulière</p> <p>Voir la spécification particulière</p> <p>Dans la tolérance spécifiée</p> <p>Selon 4.3.2.3</p> <p>Selon 4.3.3.3</p> <p>Ni panne ni contournement</p>
<p>Groupe 1A</p> <p>4.5 Robustesse des connexions</p> <p>4.6.2 Mesures initiales</p> <p>4.6 Résistance à la chaleur de brasage</p> <p>4.6.4 Mesures finales</p> <p>4.15 Résistance du composant aux solvants (si applicable)</p>	D	<p>Examen visuel</p> <p>Capacité</p> <p>Aucun préséchage</p> <p>Voir la spécification particulière pour la méthode</p> <p>Examen visuel</p> <p>Capacité</p> <p>Solvant: ...</p> <p>Temp solvant: ...</p> <p>Méthode 2</p> <p>Rétablissement: ...</p>	<p>Voir Tableau 4</p> 	<p>Aucune dégradation visible</p> <p>Aucun dommage visible</p> <p>Marquage lisible</p> <p>ΔC/C comme en 4.6.4</p> <p>Voir la spécification particulière</p>

Tableau 5 (2 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre d'éléments non conformes (<i>c</i>) ^c	Exigences de performances ^a
<p>Groupe 1B</p> <p>4.7 Brasabilité</p> <p>4.16 Résistance au solvant du marquage (si applicable)</p> <p>4.8.2 Mesure initiale</p> <p>4.8 Variation rapide de température</p> <p>4.9 Vibration</p> <p>4.9.3 Inspection intermédiaire</p> <p>4.10 Secousse (ou choc, voir 4.10)</p> <p>4.11 Choc (ou secousse, voir 4.9)</p> <p>4.10.4 Mesures finales ou 4.11.4</p>	D	<p>Aucun préséchage Voir la spécification particulière pour la méthode</p> <p>Solvant: ... Température du solvant: ... Méthode 1 Matériau de frottement: ouate Rétablissement: ...</p> <p>Capacité</p> <p>T_A = Température de catégorie inférieure T_B = Température de catégorie supérieure Cinq cycles Durée t_1 = 30 min Rétablissement: 24 h ± 2 h</p> <p>Examen visuel</p> <p>La méthode de montage est indiquée dans la spécification particulière Plage de fréquences: de ... Hz à ... Hz Amplitude: 0,75 mm ou accélération 100 m/s² (le moins sévère des deux) Durée totale: 6 h</p> <p>Examen visuel</p> <p>La méthode de montage est indiquée dans la spécification particulière Nombre de secousses: ... Accélération: ... m/s² Durée d'impulsion: ... ms</p> <p>La méthode de montage est indiquée dans la spécification particulière Accélération: ... m/s² Durée d'impulsion: ... ms</p> <p>Examen visuel</p> <p>Capacité</p>	<p>Voir Tableau 4</p> 	<p>Etamage satisfaisant comme le prouve l'écoulement fluide de la brasure avec une humidification des bornes ou voir la spécification particulière pour la méthode de la balance de mouillage</p> <p>Marquage lisible</p> <p>Aucune dégradation visible</p> <p>Aucune dégradation visible</p> <p>Aucun dommage visible Marquage lisible</p> <p>$\Delta C/C$ comme en 4.11.4</p>

Tableau 5 (3 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a	Nombre de spécimens (n) et nombre d'éléments non conformes (c) ^c	Exigences de performances ^a
<p>Groupe 1</p> <p>4.12 Séquence climatique</p> <p>4.12.3 Chaleur sèche</p> <p>4.12.4 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle</p> <p>4.12.5 Froid</p> <p>4.12.6 Basse pression d'air (si exigé par la spécification particulière)</p> <p>4.12.6.4 Mesure intermédiaire</p> <p>4.12.7 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants</p> <p>4.12.7.4 Mesures finales</p>	D	<p>Température: température maximale de catégorie Durée: 16 h</p> <p>Température: température de la catégorie inférieure Durée: 2 h</p> <p>Examen visuel</p> <p>Pression d'air: 8 kPa</p> <p>Examen visuel</p> <p>Rétablissement: 6 h à 24 h</p> <p>Examen visuel</p> <p>Capacité</p> <p>Tangente de l'angle de perte</p> <p>Résistance d'isolement</p>	<p>Voir Tableau 4</p> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p>Aucune dégradation visible</p> <p>Ni panne ni contournement</p> <p>Aucun dommage visible Marquage lisible $\Delta C/C$ comme en 4.12.7.4 Selon 4.12.7.4 Selon 4.12.7.4</p>
<p>Groupe 2</p> <p>4.13 Chaleur humide, régime permanent</p> <p>4.13.2 Mesures initiales</p> <p>4.13.5 Mesures finales</p>	D	<p>Capacité</p> <p>Rétablissement: 6 h à 24 h</p> <p>Examen visuel</p> <p>Capacité</p> <p>Tangente de l'angle de perte</p> <p>Résistance d'isolement</p>	<p>Voir Tableau 4</p> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p>Aucun dommage visible Marquage lisible $\Delta C/C$ comme en 4.13.5 Comme en 4.13.5 Comme en 4.13.5</p>

Tableau 5 (4 de 4)

Numéro de paragraphe et essai ^a	D ou ND ^b	Conditions d'essai ^a	Nombre de spécimens (<i>n</i>) et nombre d'éléments non conformes (<i>c</i>) ^c	Exigences de performances ^a
Groupe 3 4.14 Endurance 4.14.2 Mesures initiales 4.14.5 Mesures finales	D	Durée: h Tension: V Capacité Rétablissement: 6 à 24 h Examen visuel Capacité Tangente de l'angle de perte Résistance d'isolement	Voir Tableau 4 	Aucun dommage visible Marquage lisible $\Delta C/C$ comme en 4.14.5 Selon 4.14.5 Selon 4.14.5
Groupe 4 4.3 Coefficient de température et dérive cyclique	ND	Conditionnement: préséchage pendant 16 h à 24 h	Voir Tableau 4 	$\Delta C/C$ comme en 4.4.4
^a Les numéros de paragraphe des exigences d'essai et de performances font référence à l'Article 4. ^b Dans ce tableau: D = destructif, ND = non destructif. ^c Critère d'acceptation, non dépassé pour acceptation.				

3.5 Contrôle de conformité de la qualité

3.5.1 Constitution des lots de contrôle

3.5.1.1 Contrôle des Groupes A et B

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

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

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

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

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

3.5.1.2 Contrôle du groupe C

Ces essais doivent être effectués de façon périodique.

Les échantillons doivent être représentatifs de la production actuelle pour les périodes spécifiées et doivent être divisés en hautes, moyennes et basses valeurs de capacité. Pour

les périodes suivantes, les essais doivent porter sur différentes valeurs assignées de tension et valeurs de capacité en production pour couvrir toute la gamme.

3.5.2 Programme d'essai

Le programme pour les essais lot par lot et périodiques pour le contrôle de conformité de la qualité est donné à l'Article 2 dans le Tableau 6 de la spécification particulière-cadre.

3.5.3 Livraison différée

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

3.5.4 Niveaux d'assurance de la qualité

Les niveaux d'assurance donnés dans la spécification particulière-cadre doivent de préférence être sélectionnés des Tableaux 6 et 7:

Tableau 6 – Inspection lot par lot

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

IL = niveau d'inspection;
n = taille de l'échantillon;
c = nombre admissible d'éléments non conformes.

^a Le contrôle doit avoir lieu après le retrait des éléments non conformes par les essais à 100 % au cours du processus de fabrication. Que le lot ait été ou non accepté, tous les échantillons pour inspection des échantillons doivent être inspectés afin de surveiller le niveau de qualité en sortie par nombre d'éléments non conformes par million ($\times 10^{-6}$).

Le niveau d'échantillonnage doit être établi par le fabricant, de préférence conformément à l'IEC 61193-2:2007, Annexe A.

Si un échantillon contient un ou plusieurs éléments non conformes, ce lot doit être rejeté; mais tous les éléments non conformes doivent être comptés pour le calcul des valeurs de niveau de la qualité. Le niveau de qualité obtenu en donnant les éléments non conformes en valeurs de pourcentage par million ($\times 10^{-6}$) doit être calculé en cumulant les données de contrôle, selon la méthode fournie dans l'IEC 61193-2:2007, 6.2.

^b Nombre à soumettre à l'essai: Le nombre d'échantillons doit être déterminé conformément à l'IEC 61193-2:2007, 4.3.2.

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

Tableau 7 – Essais périodiques

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

4 Procédures d'essai et de mesure

4.1 Généralités

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

4.2 Examen visuel et contrôle des dimensions

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

4.3 Essais électriques

4.3.1 Capacité

4.3.1.1 Généralités

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

4.3.1.2 Conditions de mesure

La capacité doit être mesurée à l'aide des détails suivants:

- Tension de mesure: ≤ 5 V eff., sauf indication contraire dans la spécification particulière.
- Fréquence: $C_N \leq 1\,000$ pF, 1 MHz (± 20 %) ou 100 kHz (± 20 %) (fréquence d'arbitrage 1 MHz);
 $C_N > 1\,000$ pF, 1 kHz (± 20 %) ou 100 kHz (± 20 %) (fréquence d'arbitrage 1 kHz).

4.3.1.3 Exigences

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

4.3.2 Tangente de l'angle de perte (tan δ)

4.3.2.1 Généralités

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

4.3.2.2 Conditions de mesure

Voir 4.3.1.

4.3.2.3 Exigences

La tangente de l'angle de perte ne doit pas dépasser les limites données au Tableau 8.

Tableau 8 – Tangente de l'angle de perte

Capacité nominale pF	Tangente de l'angle de perte (tan δ) × 10 ⁻⁴				
	+100 ≥ α > -750 et SL (1C)	-750 ≥ α > -1500 et UM (1D)	-1500 ≥ α > -3300	-3300 ≥ α > -5600	α ≤ -5600
C _N ≥ 50	15	20	30	40	50
5 ≤ C _N < 50	1,5ξ(150/C _N + 7)	2ξ(150/C _N + 7)	3ξ(150/C _N + 7)	4 × (150/C _N + 7)	5ξ(150/C _N + 7)
C _N < 5	Lorsque la mesure est exigée par l'utilisateur, la spécification particulière doit spécifier la limite.				

4.3.3 Résistance d'isolement (R_i)

4.3.3.1 Généralités

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

4.3.3.2 Conditions de mesure

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

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

La tension doit être appliquée immédiatement à la valeur spécifiée pendant 60 s ± 5 s pour les essais d'homologation et les essais périodiques (Groupe C). Pour les essais lot par lot (Groupe A), l'essai peut durer moins longtemps, si la valeur de la résistance d'isolement exigée est atteinte. Le produit de la résistance interne de la source de tension et de la capacité nominale du condensateur ne doit pas dépasser 1 seconde, sauf prescription contraire figurant dans la spécification particulière.

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

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

4.3.3.3 Exigences

La résistance d'isolation (R_i) doit satisfaire aux exigences données dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Exigences relatives à la résistance d'isolement

Modèle	Points de mesure	$C_N \leq 10 \text{ nF}$	$C_N > 10 \text{ nF}$
		R_i	$R_i \times C_N$
Isolé	1a et 1c	$\geq 10\,000 \text{ M}\Omega$	$\geq 100 \text{ s}$
Non isolé	1a		

4.3.4 Tenue en tension**4.3.4.1 Généralités**

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

4.3.4.2 Conditions d'essai

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

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

4.3.4.3 Tension d'essai

Les tensions d'essai conformes aux Tableaux 10 et 11 doivent être appliquées entre les points de mesure du Tableau 3 de l'IEC 60384-1:2008, pendant une période de 1 minute pour les essais d'homologation et pendant une période de 1 s pour les essais de conformité de la qualité lot par lot.

Tableau 10 – Tensions d'essai pour des condensateurs en céramique monocouches

Tension assignée V	Tension d'essai V
≤ 500	$2,5 U_R$
> 500	$1,5 U_R + 500$

NOTE La tension d'essai de $U_R > 500 \text{ V}$ dans l'essai C (isolement externe) est $1,5 U_R + 500 \text{ V}$ ou est conforme aux exigences de la spécification particulière.

Tableau 11 – Tensions d'essai pour des condensateurs en céramique multicouches

Tension assignée V	Tension d'essai V
$U_R \leq 100$	$2,5 U_R$
$100 < U_R \leq 200$	$1,5 U_R + 100$
$200 < U_R \leq 500$	$1,3 U_R + 100$
$500 < U_R$	$1,3 U_R$

4.3.4.4 Exigence

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

4.4 Coefficient de température (α) et dérive de capacité après cycle thermique

4.4.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.24.3.2, avec les détails suivants:

4.4.2 Séchage préliminaire

Les condensateurs doivent être séchés conformément à l'IEC 60384-1:2008, 4.3, pendant 16 heures à 24 heures.

4.4.3 Conditions de mesure

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.24.1.2 et 4.24.1.3.

4.4.4 Exigences

L'écart de capacité aux températures des catégories supérieure et inférieure (ainsi qu'aux autres températures qui peuvent être indiquées dans la spécification particulière) ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 3.

La dérive après cycle thermique ne doit pas dépasser les limites données au Tableau 12.

Tableau 12 – Limites de dérive après cycle thermique

α assigné en $10^{-6}/K$	Exigences ^a
$+100 \geq \alpha \geq -150$	0,3 % ou 0,05 pF
$-150 > \alpha \geq -1\ 500$ SL (1C) et UM (1D)	1 % ou 0,05 pF
$-1\ 500 > \alpha \geq -5\ 600$	2 % ou 0,05 pF
^a La plus grande des valeurs.	

4.5 Robustesse des sorties

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.13.

4.6 Résistance à la chaleur de brasage

4.6.1 Généralités

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

4.6.2 Mesure initiale

La capacité doit être mesurée selon 4.3.1.

4.6.3 Conditions d'essai

Il ne doit pas y avoir de séchage préliminaire.

4.6.4 Contrôle final, mesures et exigences

Les condensateurs doivent être examinés visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les capacités doivent être mesurées conformément à 4.3.1; leur variation ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 13.

Tableau 13 – Exigences

α assignées en $10^{-6}/K$	Exigences ^a
$+100 \geq \alpha \geq -750$	0,5 % ou 0,5 pF
$-750 > \alpha \geq -1\ 500$ SL (1C) et UM (1D)	1 % ou 1 pF
$\alpha < -1\ 500$	3 % ou 1 pF
^a La plus grande des valeurs.	

4.7 Brasabilité

4.7.1 Généralités

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

4.7.2 Conditions d'essai

Il ne doit pas y avoir de séchage préliminaire.

Les exigences relatives à la méthode d'essai des gouttelettes doivent être prescrites dans la spécification particulière. Lorsque, ni la méthode du bain d'alliage ni celle de la goutte d'alliage ne sont appropriées, l'essai du fer à braser doit être utilisé avec une taille A de fer à braser.

4.7.3 Contrôle final, mesures et exigences

L'étamage des sorties mis en évidence par mouillage et bonne répartition des soudures doit être contrôlé ou voir la spécification particulière pour la méthode de la balance de mouillage.

4.8 Variation rapide de température (si cela est exigé)

4.8.1 Généralités

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

4.8.2 Mesure initiale

Les mesures initiales doivent être celles prescrites en 4.3.1.

4.8.3 Conditions d'essai

Nombre de cycles: 5.

Durée d'exposition aux limites de température: 30 minutes.

4.8.4 Reprise

La reprise des condensateurs doit durer $24\ h \pm 2\ h$.

4.9 Vibrations

4.9.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.17, avec les détails suivants:

4.9.2 Conditions d'essai

Le degré de sévérité suivant de l'essai Fc s'applique

Un déplacement de 0,75 mm ou une valeur de 100 m/s², selon l'amplitude la plus faible des deux, sur une des plages de fréquences suivantes: 10 Hz à 55 Hz, 10 Hz à 500 Hz, 10 Hz à 2 000 Hz.

La durée totale doit être de 6 heures.

La spécification particulière doit spécifier la plage de fréquences et doit prescrire la méthode de montage à utiliser. Pour les condensateurs à sorties axiales et destinés à être montés par leurs seuls connecteurs de sortie, la distance entre le corps et le point de montage doit être de 6 mm ± 1 mm.

4.9.3 Contrôle final, mesures et exigences

Les condensateurs doivent être examinés visuellement. Il ne doit y avoir aucun dommage visible.

4.10 Secousse (choc répétitif)

4.10.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.18, avec les détails suivants:

La spécification particulière doit indiquer si l'essai de secousses (chocs répétitifs) et de chocs s'applique.

4.10.2 Mesures initiales

Pas exigé.

4.10.3 Conditions d'essai

La spécification particulière doit indiquer laquelle des sévérités préférentielles suivantes s'applique:

Nbre total de secousses:	1 000	ou	4 000
Accélération:	400 m/s ²	} ou {	100 m/s ²
Durée des impulsions:	6 ms		16 ms

La spécification particulière doit également prescrire la méthode de montage à utiliser. Pour les condensateurs à sorties axiales et destinés à être montés par leurs seuls connecteurs de sortie, la distance entre le corps et le point de montage doit être de 6 mm ± 1 mm.

4.10.4 Contrôle final, mesures et exigences

Les condensateurs doivent être mesurés et inspectés visuellement et doivent satisfaire aux exigences de 4.11.4.

4.11 Choc (choc non répétitif)

4.11.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.19, avec les détails suivants:

La spécification particulière doit indiquer si l'essai de secousses (chocs répétitifs) et de chocs s'applique.

4.11.2 Mesures initiales

Pas exigé.

4.11.3 Conditions d'essai

La spécification particulière doit indiquer les sévérités préférentielles, telles qu'elles sont indiquées dans le Tableau 14, qui s'appliquent.

Forme de la pulsation: demi-onde sinusoïdale

Tableau 14 – Sévérités préférentielles (de choc non répétitif)

Accélération de crête m/s ²	Durée correspondante de l'impulsion ms
300	18
500	11
1 000	6

La spécification particulière doit également prescrire la méthode de montage à utiliser. Pour les condensateurs à sorties axiales et destinés à être montés par leurs seuls connecteurs de sortie, la distance entre le corps et le point de montage doit être de 6 mm ± 1 mm.

4.11.4 Contrôle final, mesures et exigences

Les condensateurs doivent être examinés visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les capacités doivent être mesurées conformément à 4.3.1; leur variation ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 15.

Tableau 15 – Variation de capacité maximale

α assigné en 10 ⁻⁶ /K	Exigences ^a
+100 ≥ α ≥ -750	0,5 % ou 0,5 pF
-750 > α ≥ -1 500 SL (1C) et UM (1D)	1 % ou 1 pF
α < -1 500	3 % ou 1 pF
^a La plus grande des valeurs.	

4.12 Séquence climatique

4.12.1 Généralités

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

4.12.2 Mesures initiales

Non exigé, voir 4.6.4, 4.10.4 ou 4.11.4 selon le cas.

4.12.3 Chaleur sèche

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

4.12.4 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, premier cycle

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

4.12.5 Froid

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.21.4, avec les détails suivants:

Les condensateurs doivent être examinés visuellement. Il ne doit y avoir aucun dommage visible.

4.12.6 Basse pression atmosphérique

4.12.6.1 Généralités

Voir l'IEC 60384-1:2008, 4.21.5, avec les détails suivants:

4.12.6.2 Conditions d'essai

L'essai, s'il est exigé dans la spécification particulière, doit être effectué à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et à une pression de 8 kPa. L'essai doit durer 1 heure.

4.12.6.3 Procédures d'essai

Dès que la basse pression est atteinte, la tension U_R doit être appliquée pendant 1 minute à 2 minutes.

4.12.6.4 Contrôle final et exigences

Les condensateurs doivent être examinés visuellement. Il ne doit y avoir aucun dommage visible.

4.12.7 Chaleur humide, cyclique, Essai Db, cycles restants

4.12.7.1 Généralités

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

4.12.7.2 Conditions d'essai

Les conditions d'essai sont présentées dans le Tableau 16.

Sans application de tension.

Tableau 16 – Nombre de cycles de chaleur humide

Catégorie	Nombre de cycles de 24 h
-/-56	5
-/-21	1
-/-10	1
-/-04	0

4.12.7.3 Reprise

Après une période de rétablissement comprise entre 6 heures et 24 heures, les condensateurs doivent être mesurés.

4.12.7.4 Contrôle final, mesures et exigences

Les condensateurs doivent être examinés visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les condensateurs doivent être mesurés et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 17.

Tableau 17 – Contrôle final, mesures et exigences

Mesure	Conditions de mesure	α assignées et (sous-classe)	Exigences
Capacité	4.3.1	+100 \geq α \geq -750 (1 A) (1 B)	Variation de capacité \leq 2 % ou 1 pF ^a
		+100 \geq α \geq -750 SL (1 F) (1 C)	Variation de capacité \leq 3 % ou 1 pF ^a
		-750 \geq α \geq -1 500 UM (1 F) (1 D)	
		-1 500 $>$ α \geq -5 600 (1 F)	Variation de capacité \leq 5 % ou 1 pF ^a
Tangente de l'angle de perte	4.3.2	Tous les α 's et toutes les sous-classes	\leq 2 \times la valeur de 4.3.2.3
Résistance d'isolement	4.3.3	Tous les α 's et toutes les sous-classes	\geq 2 500 M Ω ou 25 s ^b
NOTE Les codes des sous-classes sont expliqués en 2.2.5.			
^a La plus grande des valeurs.			
^b La plus petite des valeurs.			

4.13 Chaleur humide, essai continu**4.13.1 Généralités**

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

4.13.2 Mesure initiale

La capacité doit être mesurée selon 4.3.1.

4.13.3 Conditions d'essai

Aucune tension appliquée, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Il convient de choisir la sévérité d'essai à partir des conditions d'essai indiquées dans le Tableau 18 et de les spécifier dans la spécification particulière.

Il convient d'en choisir la durée conformément à 2.1 et elle doit être spécifiée dans la spécification particulière.

Tableau 18 – Conditions d'essai continu de chaleur humide

Sévérité	Température °C	Humidité relative %
1	+85 ± 2	85 ± 3
2	+60 ± 2	93 ± 3
3	+40 ± 2	93 ± 3

Lorsqu'il est prescrit d'appliquer une tension, la tension U_R doit être appliquée à une moitié de l'échantillon et aucune tension ne doit être appliquée à l'autre moitié.

Dans les 15 minutes qui suivent le retrait de l'essai de chaleur humide, l'essai de tenue en tension doit être effectué conformément à 4.3.4, mais en appliquant la tension assignée.

4.13.4 Reprise

Après une période de rétablissement comprise entre 6 heures et 24 heures, les condensateurs doivent être mesurés. S'ils ne satisfont pas aux exigences, ils peuvent être mesurés une nouvelle fois après une période de rétablissement comprise entre 6 heures et 24 heures.

4.13.5 Contrôle final, mesures et exigences

Le condensateur doit être examiné visuellement.

Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les condensateurs doivent être mesurés et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 19.

Tableau 19 – Contrôle final, mesures et exigences

Measure	Conditions de mesure	α assignées et (sous-classe)	Exigences
Capacité	4.3.1	+100 ≥ α ≥ -750 (1 A) (1 B)	Variation de capacité ≤ 2 % ou 1 pF ^a
		+100 ≥ α ≥ -750 SL (1 F) (1 C)	Variation de capacité ≤ 3 % ou 1 pF ^a
		-750 ≥ α ≥ -1 500 UM (1 F) (1 D)	
		-1 500 > α ≥ -5 600 (1 F)	Variation de capacité ≤ 5 % ou 1 pF ^a
Tangente de l'angle des pertes	4.3.2	Tous les α s et toutes les sous-classes	≤ 2 × la valeur de 4.3.2.3
Résistance d'isolement	4.3.3	Tous les α s et toutes les sous-classes	≥ 2 500 MΩ ou 25 s ^b
NOTE Les codes des sous-classes sont expliqués en 2.2.5.			
^a La plus grande des valeurs.			
^b La plus petite des valeurs.			

4.14 Endurance

4.14.1 Généralités

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

4.14.2 Mesure initiale

La capacité doit être mesurée selon 4.3.1.

4.14.3 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai conformément au Tableau 20.

Tableau 20 – Conditions d'essai d'endurance

Type	Température	Tension assignée V	Tension d'essai V	Durée h
Condensateurs en céramique multicouches	Température maximale de catégorie	$U_R \leq 200$	$1,5 U_R$	1 000
		$200 < U_R \leq 500$	$1,3 U_R$	1 500
		$500 < U_R$	$1,2 U_R$	2 000
Autres	Température maximale de catégorie	U_R	$1,5 U_R$	1 000

4.14.4 Reprise

Pour les essais, les condensateurs doivent être soumis aux conditions atmosphériques normales pendant 6 heures à 24 heures.

4.14.5 Contrôle final, mesures et exigences

Le condensateur doit être examiné visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les condensateurs doivent être mesurés et doivent satisfaire aux exigences du Tableau 21.

Tableau 21 – Contrôle final, mesures et exigences

Mesure	Conditions de mesure	α assignées et (sous-classe)	Exigences
Capacité	4.3.1	+100 \geq α \geq -750 (1 A) (1 B)	Variation de capacité \leq 3 % ou 1 pF ^a
		+100 \geq α \geq -750 SL (1 F) (1 C)	Variation de capacité \leq 5 % ou 1 pF ^a
		-750 \geq α \geq -1 500 UM (1 F) (1 D)	
		-1 500 $>$ α \geq -5 600 (1 F)	Variation de capacité \leq 10 % ou 1 pF ^a
Tangente de l'angle des pertes	4.3.2	Tous les α s et toutes les sous-classes	\leq 1,5 \times la valeur de 4.3.2.3
Résistance d'isolement	4.3.3	Tous les α s et toutes les sous-classes	\geq 4 000 M Ω ou 40 s ^b
NOTE Les codes des sous-classes sont expliqués en 2.2.5.			
^a La plus grande des valeurs. ^b La plus petite des valeurs.			

4.15 Résistance du composant au solvant (si exigé)

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

4.16 Résistance au solvant du marquage (si exigé)

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

Annexe A (normative)

Figures représentant les limites de variation de capacité en fonction de la température pour certains coefficients de température et certaines classes

Voir Figure A.1 à Figure A.15.

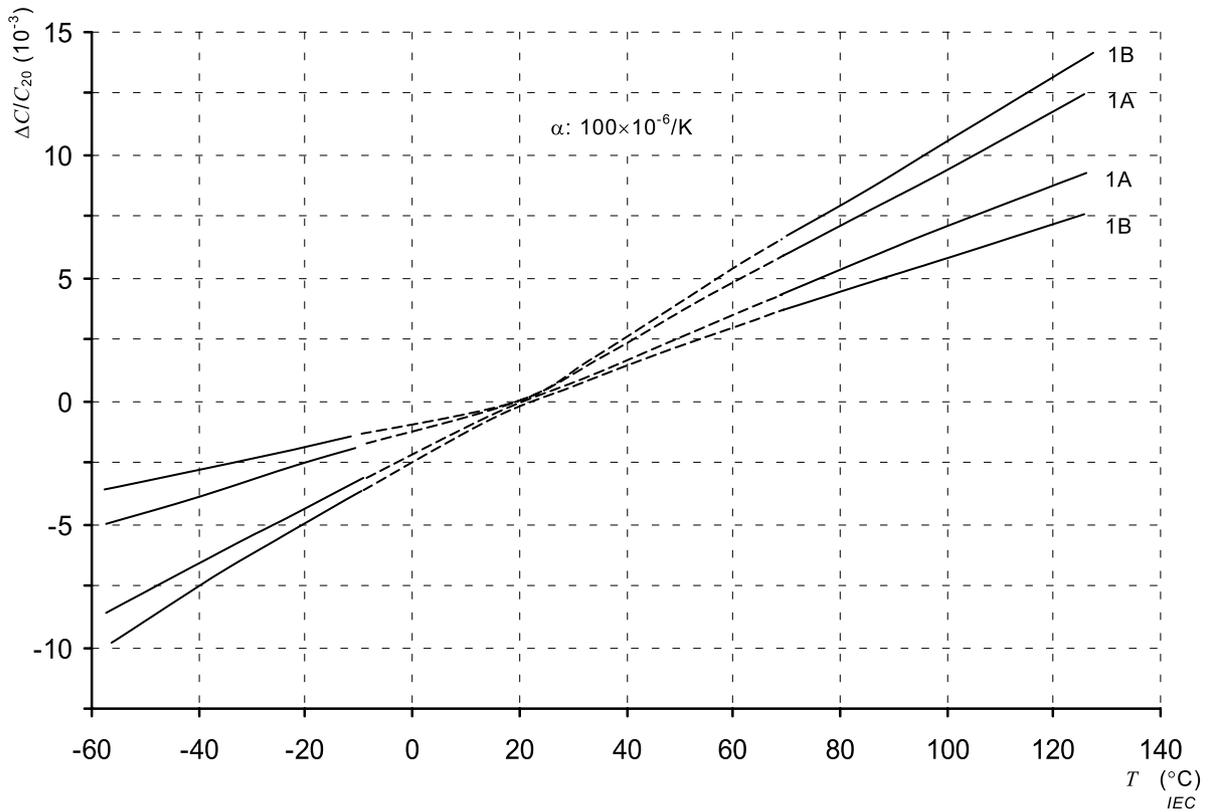


Figure A.1 - $\alpha: +100 (10^{-6}/\text{K})$

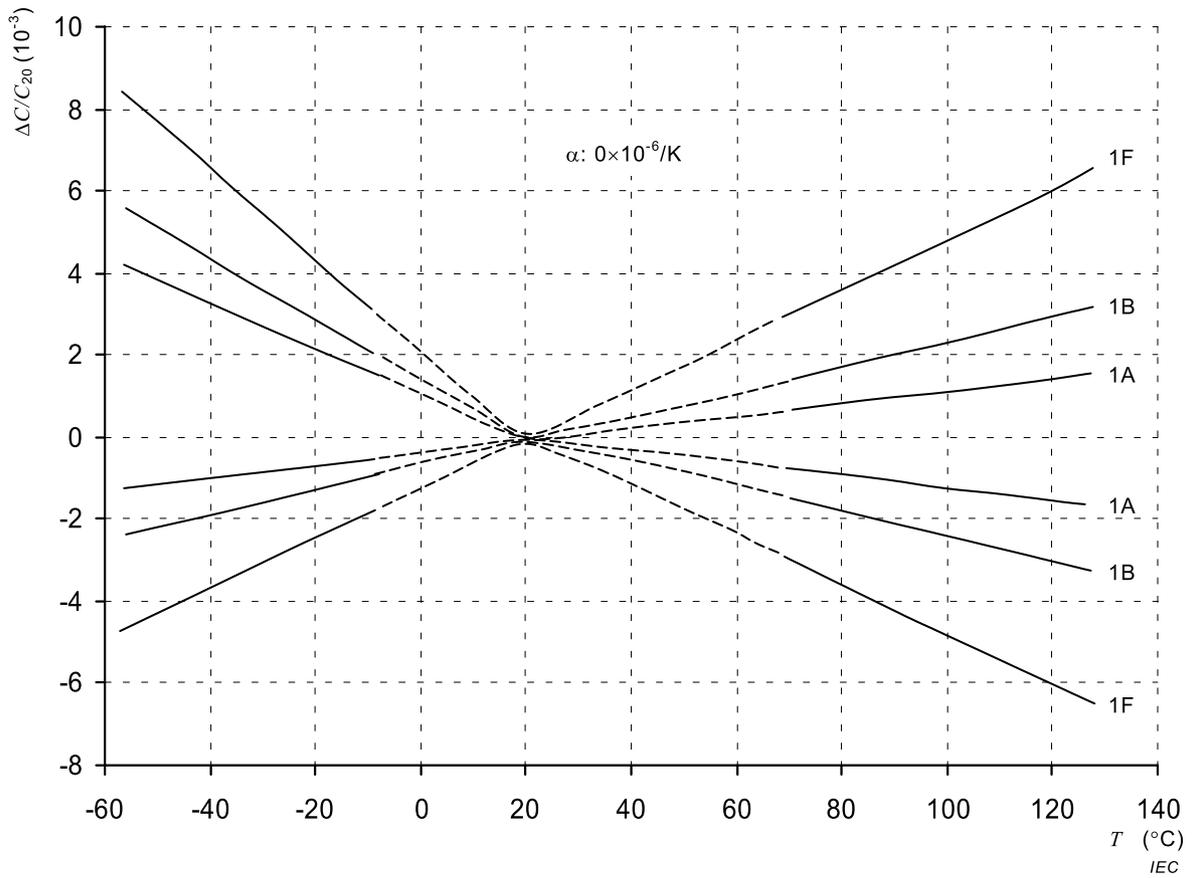


Figure A.2 – $\alpha: 0 (10^{-6}/K)$

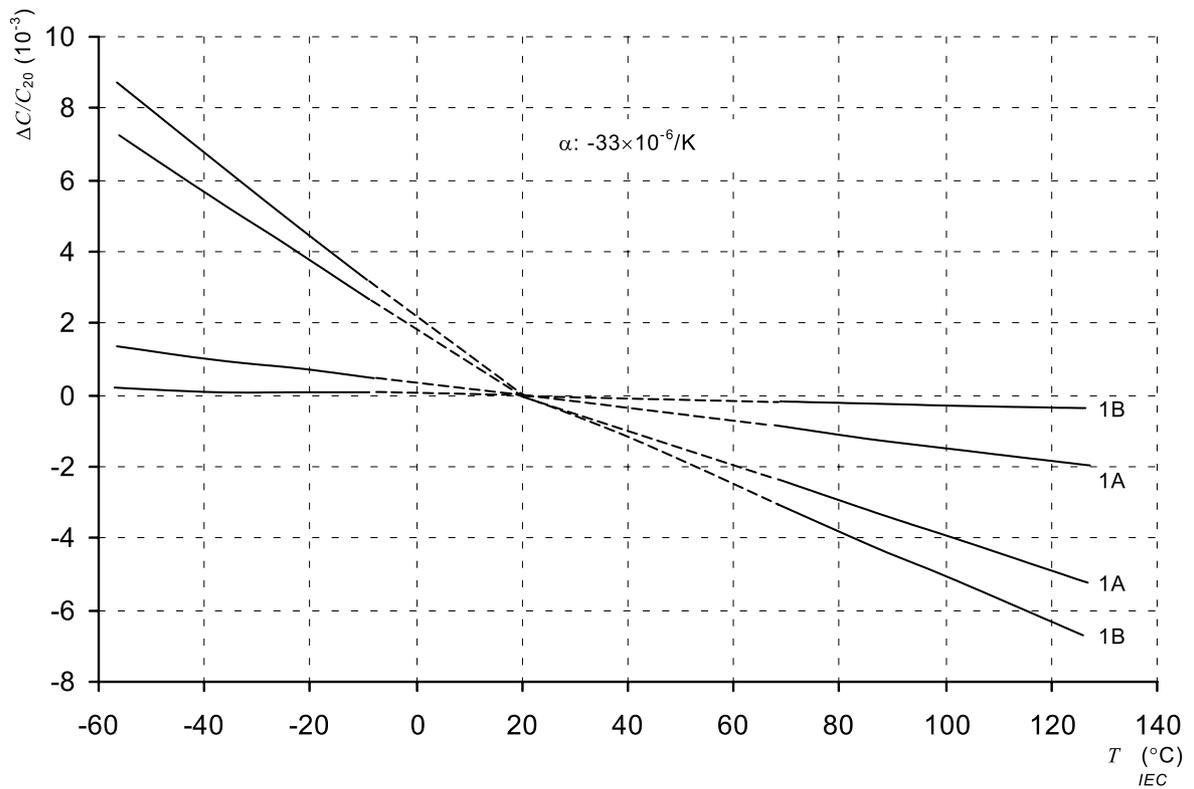


Figure A.3 – $\alpha: -33 (10^{-6}/K)$

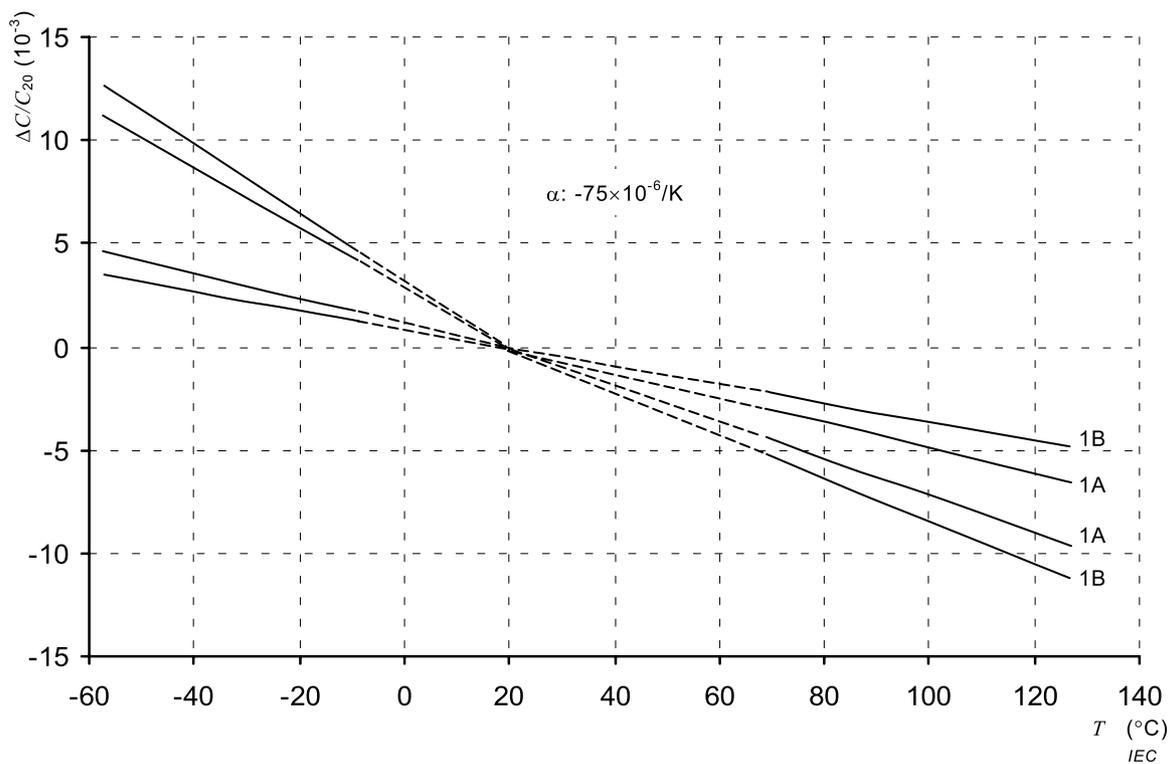


Figure A.4 – $\alpha: -75 (10^{-6}/\text{K})$

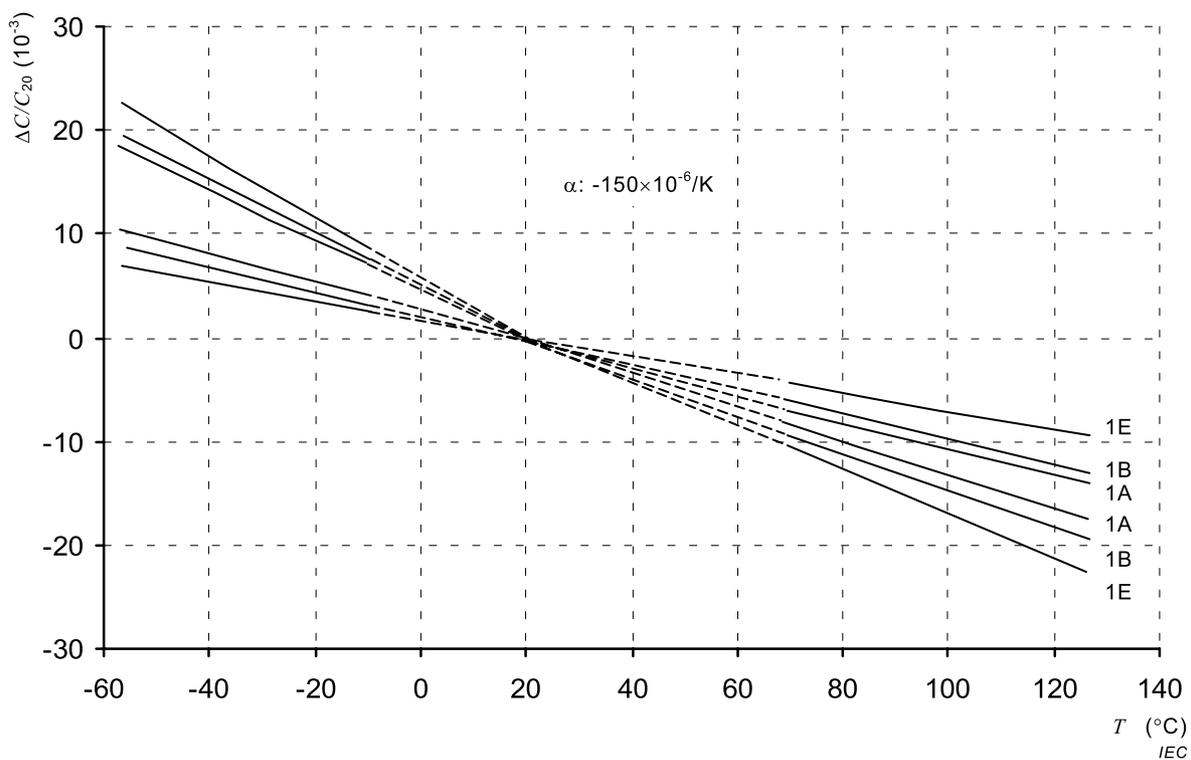


Figure A.5 – $\alpha: -150 (10^{-6}/\text{K})$

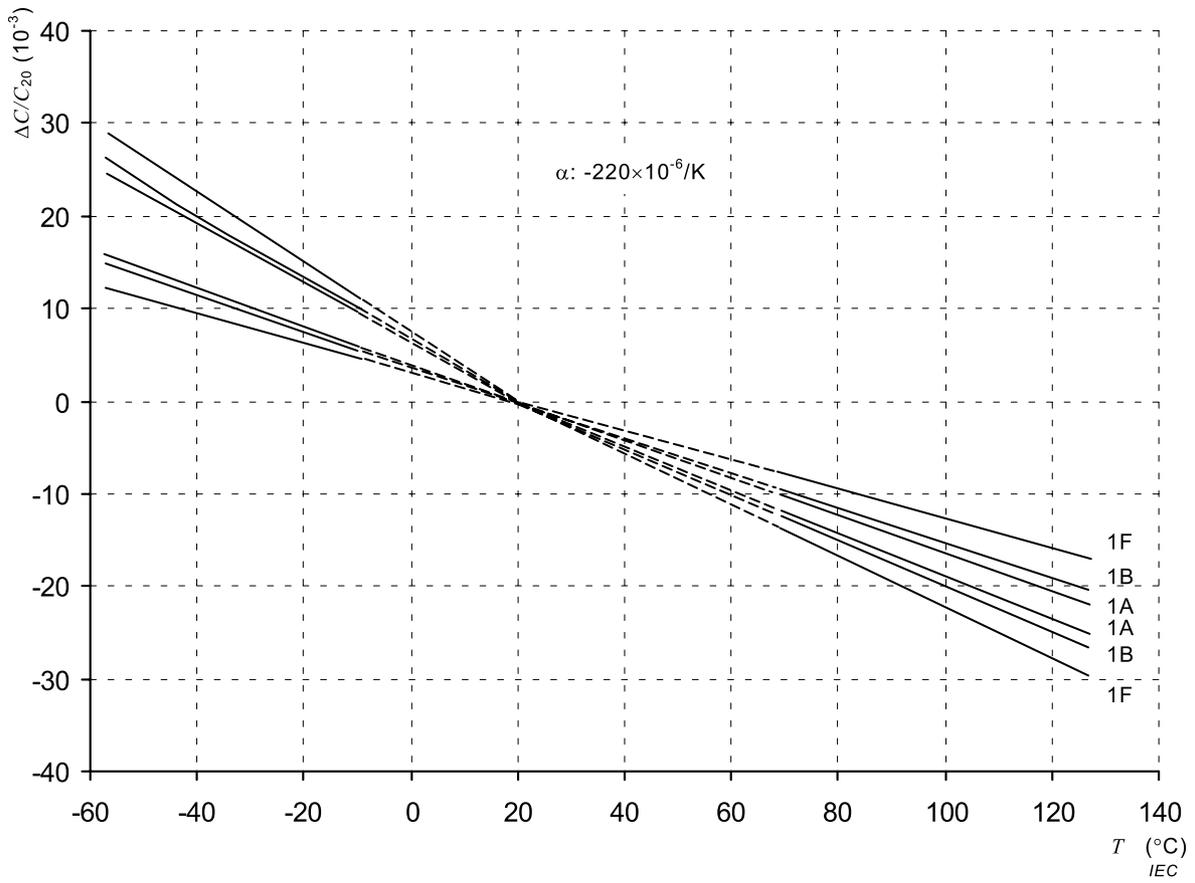


Figure A.6 – $\alpha: -220 (10^{-6}/\text{K})$

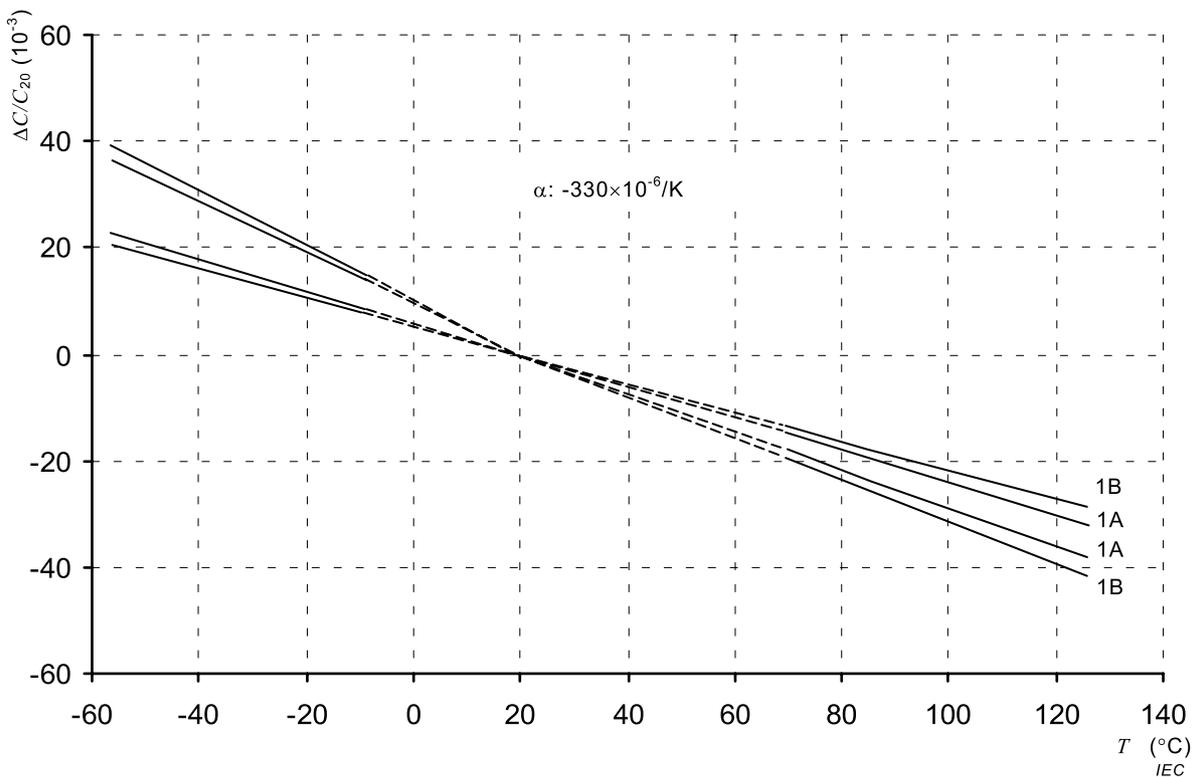


Figure A.7 – $\alpha: -330 (10^{-6}/\text{K})$

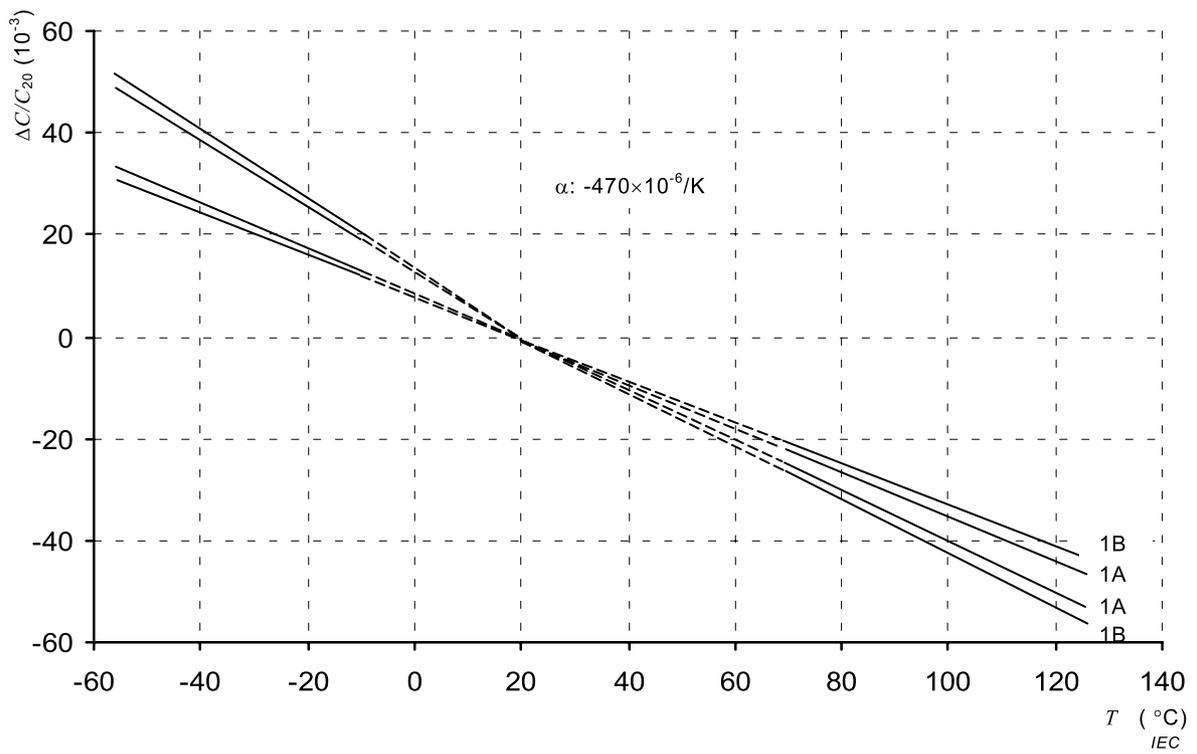


Figure A.8 - $\alpha: -470 (10^{-6}/K)$

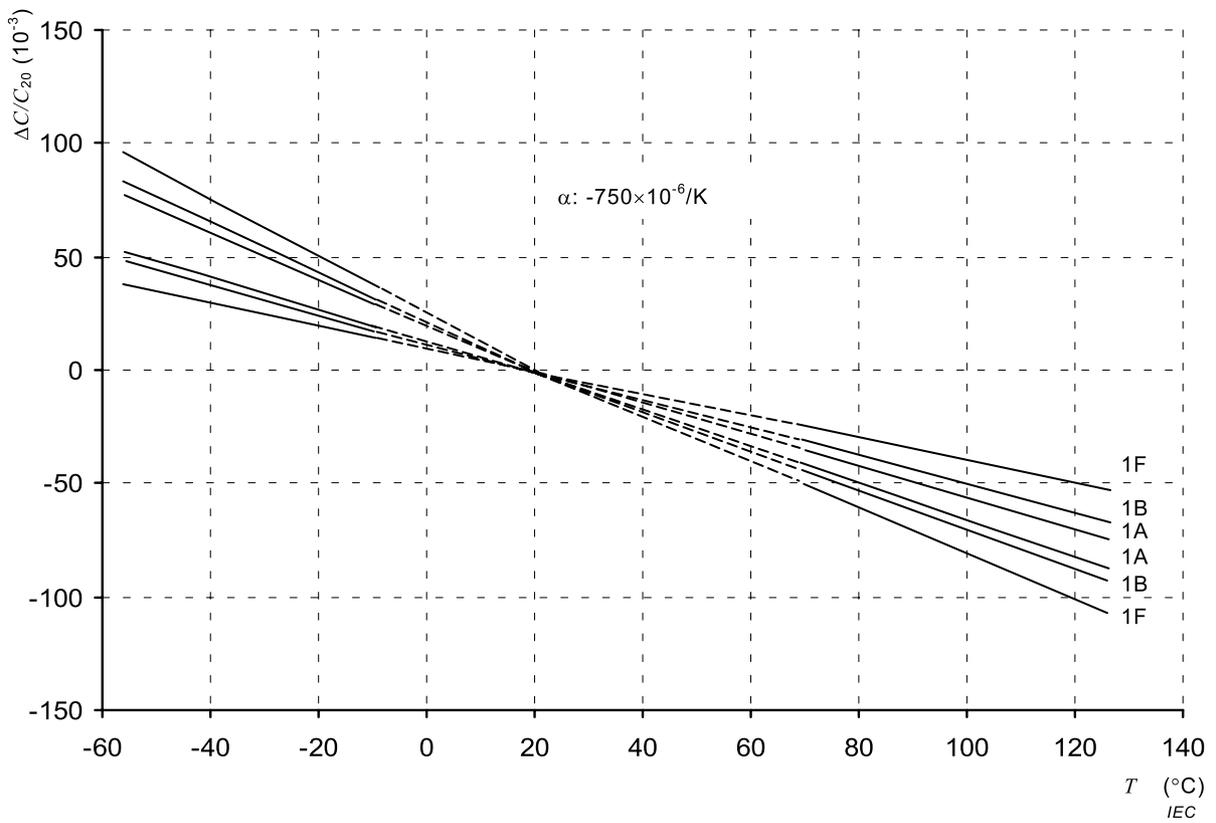


Figure A.9 - $\alpha: -750 (10^{-6}/K)$

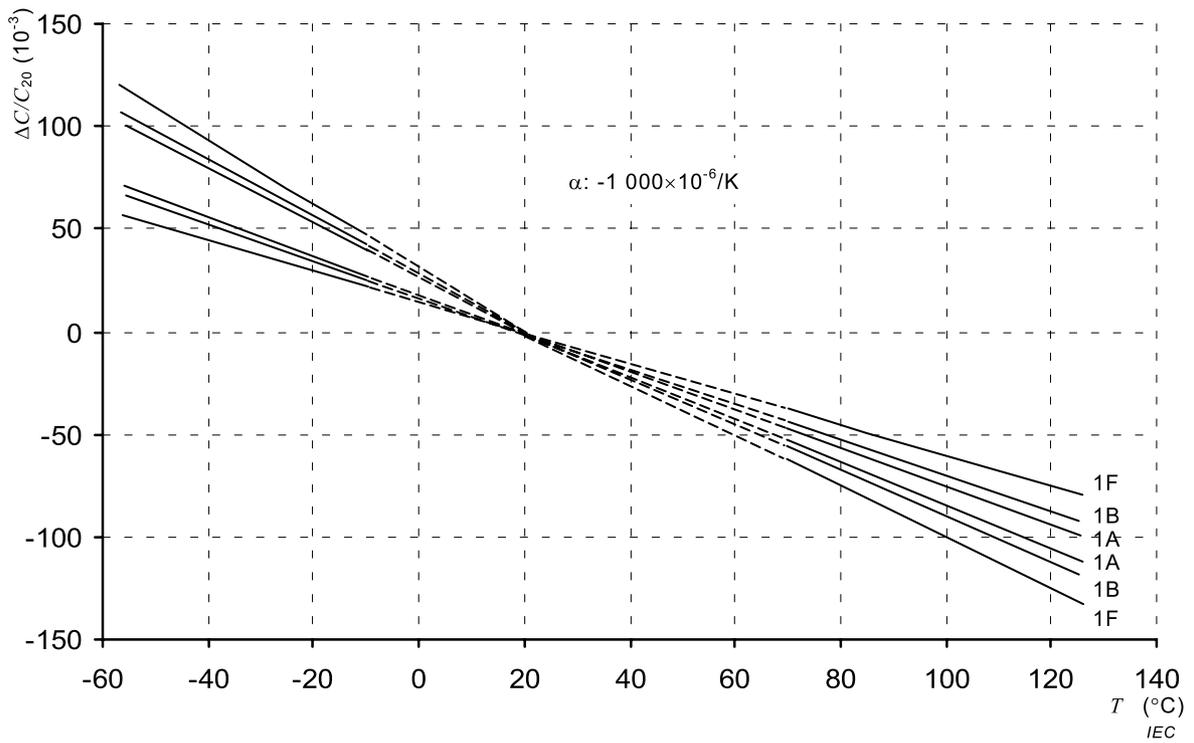


Figure A.10 – α : -1 000 ($10^{-6}/\text{K}$)

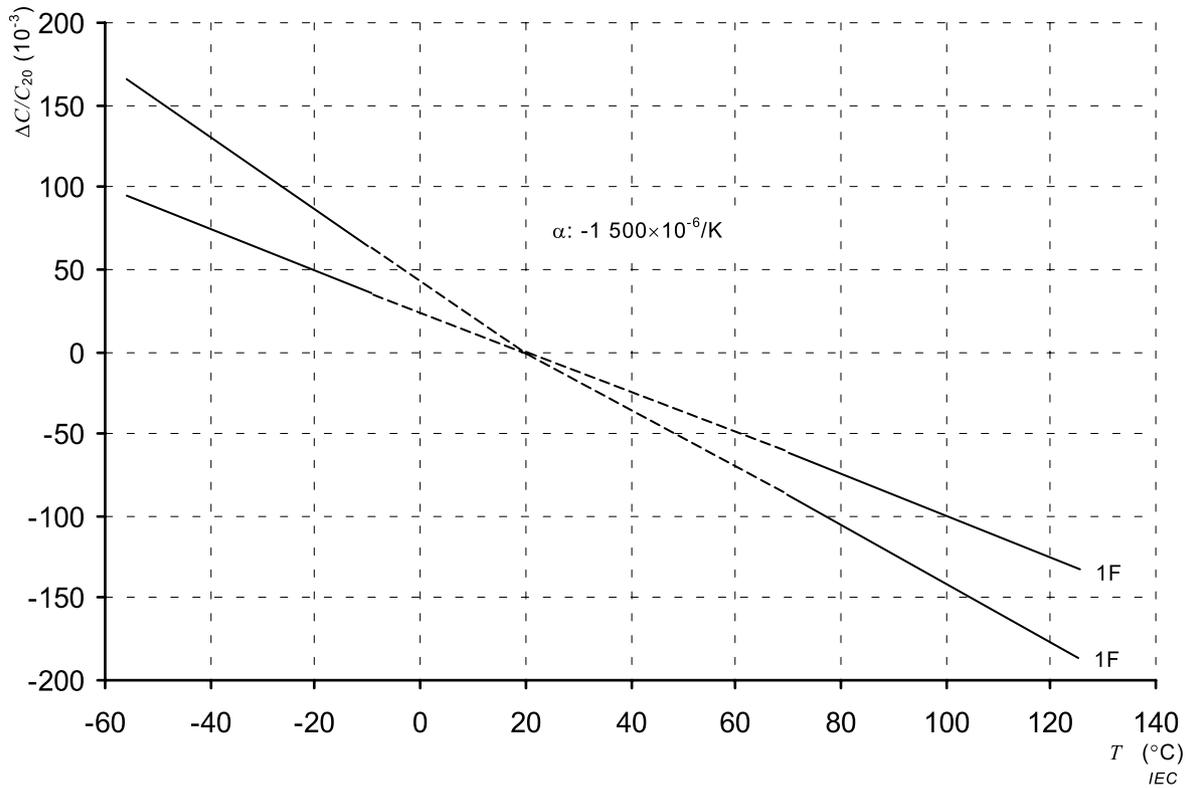
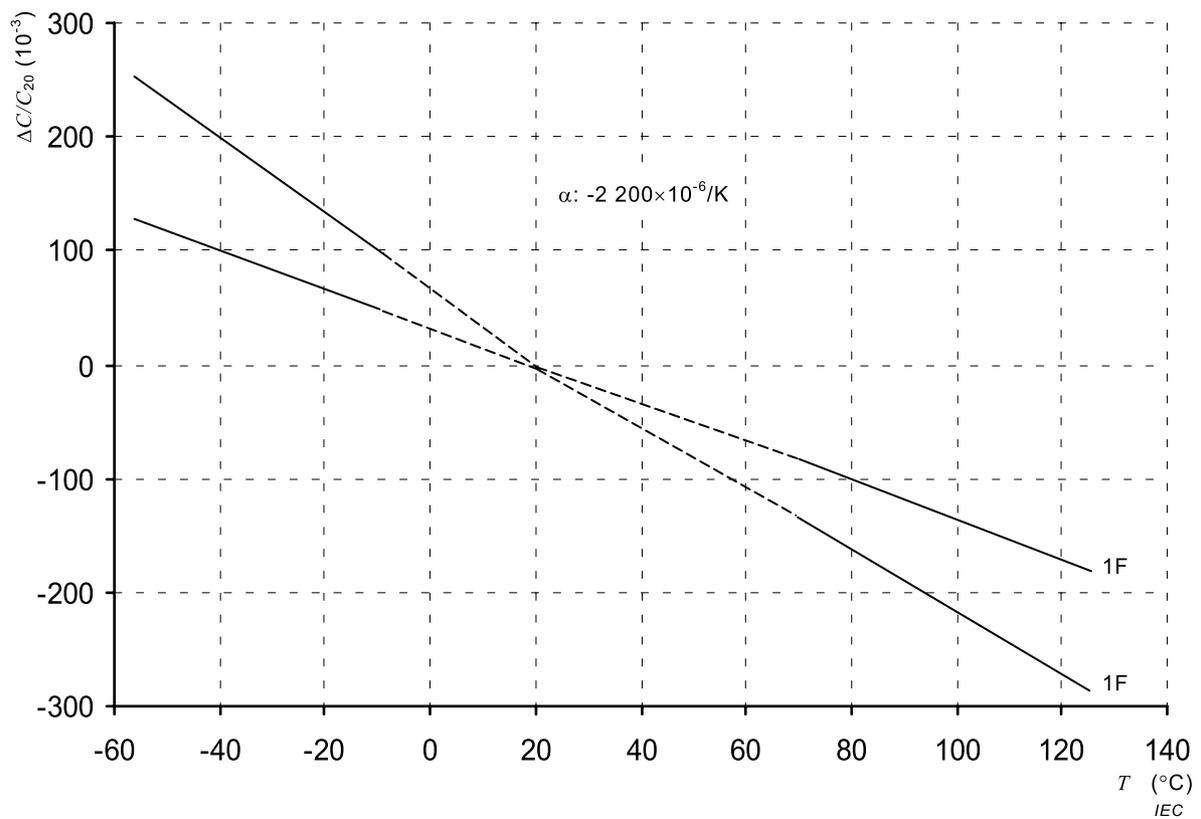
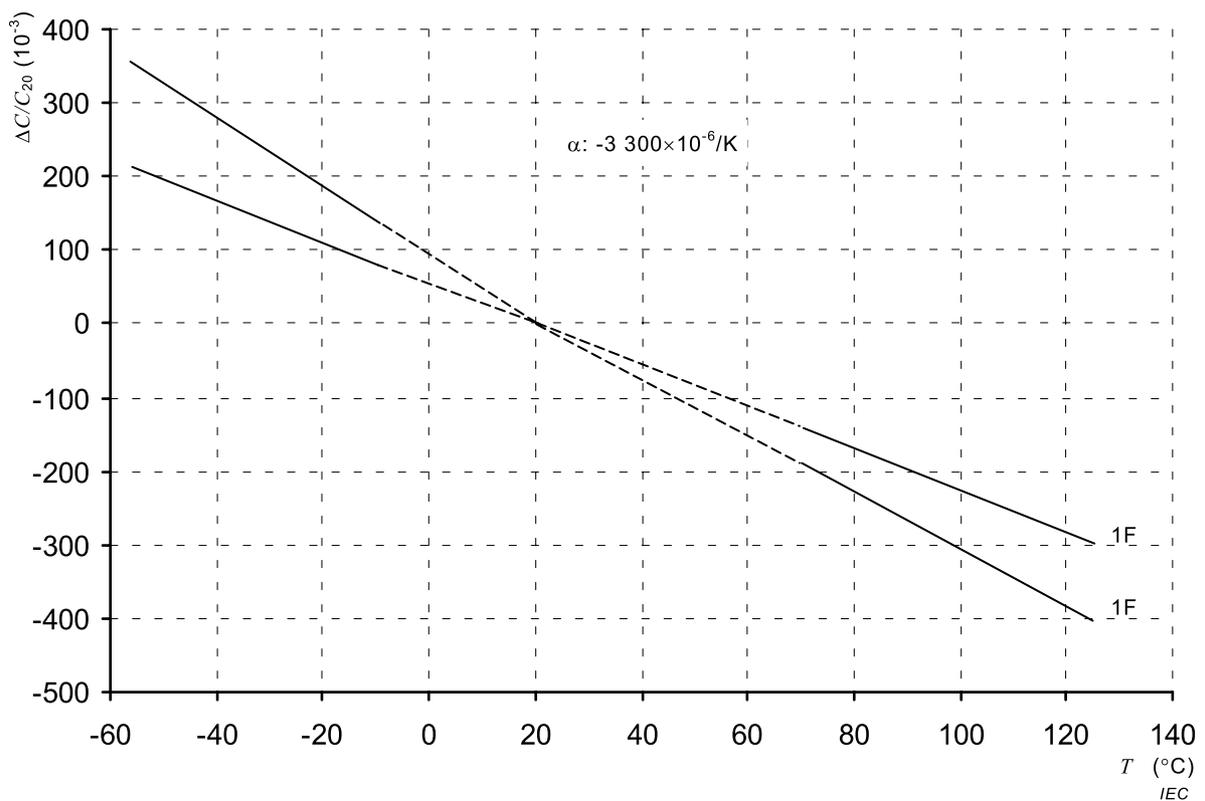


Figure A.11 – α : -1 500 ($10^{-6}/\text{K}$)

**Figure A.12 – $\alpha: -2\ 200 (10^{-6}/\text{K})$** **Figure A.13 – $\alpha: -3\ 300 (10^{-6}/\text{K})$**

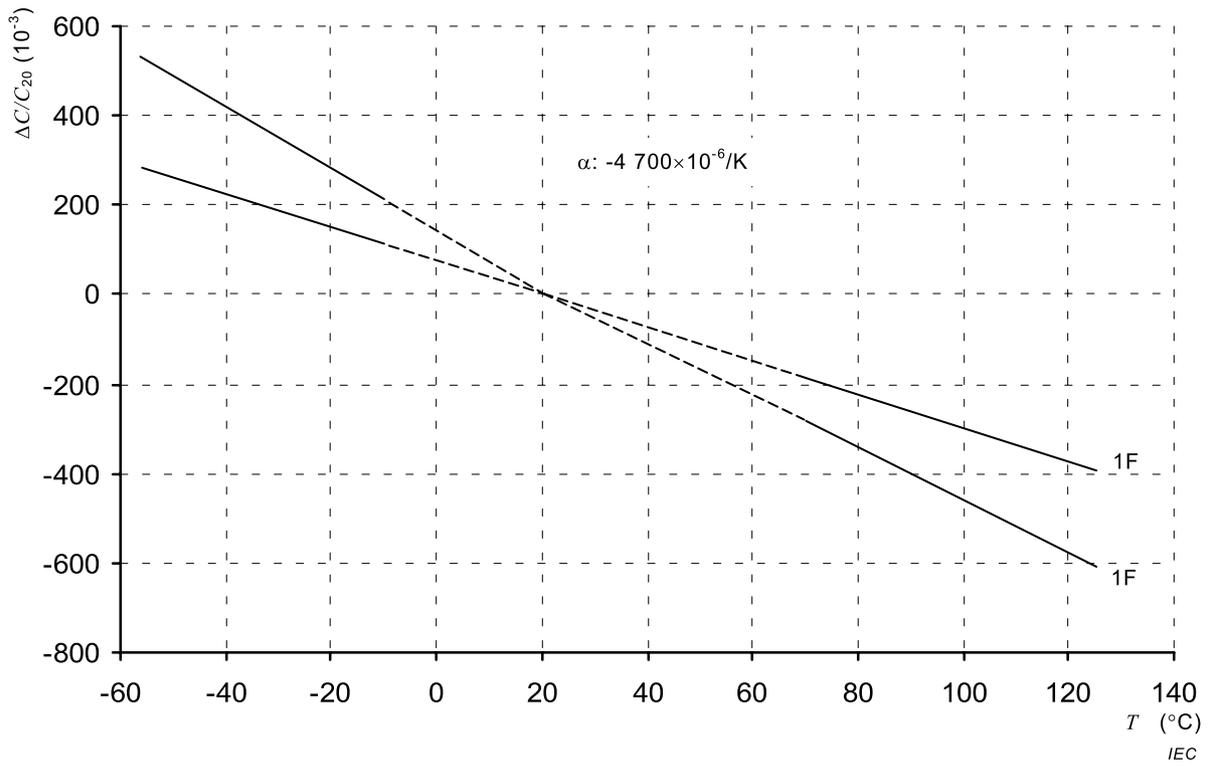


Figure A.14 – $\alpha: -4\,700 (10^{-6}/\text{K})$

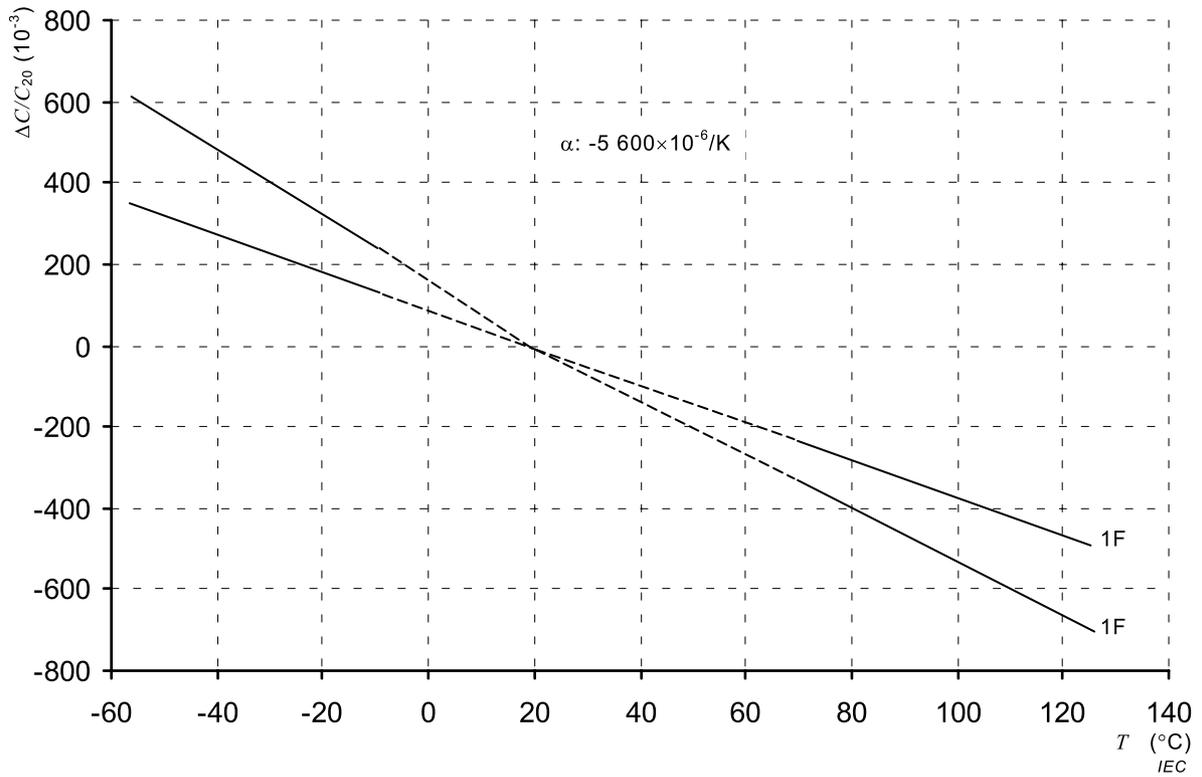


Figure A.15 – $\alpha: -5\,600 (10^{-6}/\text{K})$

Bibliographie

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

IEC 60384-21, *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

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

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