

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60384-8

QC 300600

Deuxième édition
Second edition
1988-07

**Condensateurs fixes utilisés
dans les équipements électroniques –**

**Partie 8:
Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes à diélectrique en
céramique de classe 1**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –

**Part 8:
Sectional specification –
Fixed capacitors of ceramic dielectric, class 1**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60384-8: 1988

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60384-8

QC 300600

Deuxième édition
Second edition
1988-07

**Condensateurs fixes utilisés
dans les équipements électroniques –**

**Partie 8:
Spécification intermédiaire –
Condensateurs fixes à diélectrique en
céramique de classe 1**

Fixed capacitors for use in electronic equipment –

**Part 8:
Sectional specification –
Fixed capacitors of ceramic dielectric, class 1**

© IEC 1988 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

Pages

Préambule.....	4
Préface.....	4

SECTION UN - GENERALITES

Articles

1. Généralités.....	6
1.1 Domaine d'application.....	6
1.2 Objet.....	6
1.3 Documents de référence.....	6
1.4 Informations à donner dans une spécification particulière..	8
1.5 Terminologie.....	10
1.6 Marquage.....	12

SECTION DEUX - CARACTERISTIQUES PREFERENTIELLES

2. Caractéristiques préférentielles.....	16
2.1 Caractéristiques préférentielles.....	16
2.2 Valeurs préférentielles des caractéristiques assignées.....	16

SECTION TROIS - PROCEDURES D'ASSURANCE DE LA QUALITE

3. Procédures d'assurance de la qualité.....	24
3.1 Etape initiale de fabrication.....	24
3.2 Modèles associables.....	24
3.3 Rapports certifiés de lots acceptés.....	24
3.4 Homologation.....	24
3.5 Contrôle de la conformité de la qualité.....	42

SECTION QUATRE - METHODES D'ESSAI ET DE MESURE

4. Méthodes d'essai et de mesure.....	46
4.1 Examen visuel et vérification des dimensions.....	46
4.2 Essais électriques.....	46
4.3 Coefficient de température (α) et dérive de capacité après cycle thermique.....	50
4.4 Robustesse des sorties.....	50
4.5 Résistance à la chaleur de soudage.....	50
4.6 Soudabilité.....	52
4.7 Variations rapides de température.....	52
4.8 Vibrations.....	52
4.9 Secousses.....	54
4.10 Chocs.....	54
4.11 Séquence climatique.....	56
4.12 Essai continu de chaleur humide.....	60
4.13 Endurance.....	62
4.14 Résistance du composant aux solvants.....	64
4.15 Résistance du marquage aux solvants.....	64

Annexe A: Figures montrant les limites de variation de la capacité en fonction de la température pour certains coefficients de température et certaines classes.....

66

	<u>CONTENTS</u>	Page
Foreword.....		5
Preface.....		5

SECTION ONE - GENERAL

Clause

1.	General.....	7
1.1	Scope.....	7
1.2	Object.....	7
1.3	Related documents.....	7
1.4	Information to be given in a detail specification.....	9
1.5	Terminology.....	11
1.6	Marking.....	13

SECTION TWO - PREFERRED RATINGS AND CHARACTERISTICS

2.	Preferred ratings and characteristics.....	17
2.1	Preferred characteristics.....	17
2.2	Preferred values of ratings.....	17

SECTION THREE - QUALITY ASSESSMENT PROCEDURES

3.	Quality assessment procedures.....	25
3.1	Primary Stage of Manufacture.....	25
3.2	Structurally Similar Components.....	25
3.3	Certified Records of Released Lots.....	25
3.4	Qualification Approval.....	25
3.5	Quality Conformance Inspection.....	43

SECTION FOUR - TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES

4.	Test and measurement procedures.....	47
4.1	Visual examination and check of dimensions.....	47
4.2	Electrical tests.....	47
4.3	Temperature coefficient (α) and temperature cyclic drift of capacitance.....	51
4.4	Robustness of terminations.....	51
4.5	Resistance to soldering heat.....	51
4.6	Solderability.....	53
4.7	Rapid change of temperature.....	53
4.8	Vibration.....	53
4.9	Bump.....	55
4.10	Shock.....	55
4.11	Climatic sequence.....	57
4.12	Damp heat, steady state.....	61
4.13	Endurance.....	63
4.14	Component solvent resistance.....	65
4.15	Solvent resistance of the marking.....	65

Appendix A -	Figures with limits of variation of capacitance with temperature for certain temperature coefficients and classes.....	66
--------------	--	----

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS FIXES UTILISES DANS LES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES
 HUITIEME PARTIE: SPECIFICATION INTERMEDIAIRE:
 CONDENSATEURS FIXES A DIELECTRIQUE EN CERAMIQUE
 DE CLASSE 1

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes No. 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
40(BC)596 40(BC)598 40(BC)599	40(BC)661 40(BC)646 40(BC)647		

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Le numéro QC qui figure sur la page de couverture de la présente publication est le numéro de spécification dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ).

La présente norme remplace la Publication 384-8 (1979) de la CEI: Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques. Huitième partie: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 1. Choix des méthodes d'essai et règles générales.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT
PART 8: SECTIONAL SPECIFICATION:
FIXED CAPACITORS OF CERAMIC DIELECTRIC, CLASS 1

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 40: Capacitors and Resistors for Electronic Equipment.

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

Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
40(CO)596 40(CO)598 40(CO)599	40(CO)661 40(CO)646 49(CO)647		

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above.

The QC number that appears on the front cover of this publication is the specification number in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

This standard replaces IEC Publication 384-8 (1979): Fixed Capacitors for Use in Electronic Equipment. Part 8: Sectional Specification: Fixed Capacitors of Ceramic Dielectric, Class 1. Selection of Methods of Test and General Requirements.

CONDENSATEURS FIXES UTILISES DANS LES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES
HUITIEME PARTIE: SPECIFICATION INTERMEDIAIRE:
CONDENSATEURS FIXES A DIELECTRIQUE
EN CERAMIQUE DE CLASSE 1

SECTION UN - GENERALITES

1. Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente norme est applicable aux condensateurs fixes à diélectrique en céramique à coefficient de température défini (diélectrique de la classe 1) destinés aux équipements électroniques, munis ou non de fils de sortie, à l'exclusion des condensateurs "chipses multicouches" (*).

1.2 Objet

L'objet de cette norme est de prescrire les valeurs préférentielles des caractéristiques, de choisir, dans la Publication 384-1 (1982) de la CEI, les procédures d'assurance de la qualité et les méthodes d'essai et de mesure appropriées et de fixer les exigences générales pour ce type de condensateurs. Les sévérités d'essai et les exigences prescrites dans les spécifications particulières doivent être d'un niveau égal ou supérieur à celui de la présente spécification intermédiaire, un niveau inférieur n'étant pas permis.

1.3 Documents de référence

Publications de la CEI:

Publication 62 (1974): Codes pour le marquage des résistances et des condensateurs.

Publication 63 (1963): Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.
Modification No. 1 (1967)
Modification No. 2 (1977)

Publication 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

Publication 384-1 (1982): Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques. Première partie: Spécification générique.
Modification No. 2 (1987)

Publication 410 (1973): Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs.

*Qui font l'objet de la Publication 384-10 de la CEI.

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT
PART 8: SECTIONAL SPECIFICATION:
FIXED CAPACITORS OF CERAMIC DIELECTRIC, CLASS 1

SECTION ONE - GENERAL

1. General

1.1 Scope

This standard 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 multilayer ceramic chip capacitors (*).

1.2 Object

The object of this standard is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC Publication 384-1 (1982) 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 Related documents

IEC Publications:

- Publication 62 (1974): Marking Codes for Resistors and Capacitors.
- Publication 63 (1963): Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.
Amendment No. 1 (1967)
Amendment No. 2 (1977)
- Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.
- Publication 384-1 (1982): Fixed Capacitors for Use in Electronic Equipment. Part 1: Generic Specification.
Amendment No. 2 (1987)
- Publication 410 (1973): Sampling Plans and Procedures for Inspection by Attributes.

*Which are covered by IEC Publication 384-10.

Publication QC 001001: Règles fondamentales du Système CEI
(1986) d'assurance de la qualité des composants
électroniques (IECQ).

Publication QC 001002: Règles de procédure du Système CEI
(1986) d'assurance de la qualité des composants
électroniques (IECQ).

Publication de l'ISO:

Norme ISO 3 (1973): Nombres normaux - Séries de nombres normaux.

Note. -Lorsque les documents ci-dessus sont mentionnés dans un article de la présente spécification, l'édition en vigueur doit être utilisée, sauf pour la Publication 68 de la CEI, pour laquelle l'édition indiquée dans la spécification générique doit être utilisée.

1.4 Informations à donner dans une spécification particulière

Les spécifications particulières dérivent de la spécification particulière-cadre applicable.

Les spécifications particulières ne doivent pas prescrire d'exigences inférieures à celles des spécifications générique, intermédiaire ou particulière-cadre. Lorsqu'elles contiennent des exigences plus sévères celles-ci doivent être indiquées au paragraphe 1.9 de la spécification particulière et repérées dans les programmes d'essai, par exemple par un astérisque.

Note. -Les informations données au paragraphe 1.4.1 peuvent, par commodité, être présentées sous forme de tableaux.

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

1.4.1 Dessin d'encombrement et dimensions

Il doit y avoir une illustration du condensateur destinée à faciliter son identification et sa comparaison avec d'autres condensateurs. Les dimensions et leurs tolérances associées qui affectent l'interchangeabilité et le montage doivent être données dans la spécification particulière. Toutes les dimensions doivent de préférence être données en millimètres, mais, lorsque les dimensions originales sont données en inches, les dimensions métriques correspondantes en millimètres doivent être ajoutées.

Normalement, les valeurs numériques doivent être données pour la longueur du corps, la largeur et la hauteur du corps et l'entraxe des sorties ou, pour les types cylindriques, le diamètre du corps et la longueur et le diamètre des sorties. Si nécessaire, par exemple lorsque la spécification particulière couvre plusieurs articles (de différentes valeurs de capacité et/ou tension), les dimensions et leurs tolérances associées doivent être placées dans un tableau sous le dessin.

Publication QC 001001: Basic Rules of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

Publication QC 001002: Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

ISO Publication:

ISO Standard 3 (1973): Preferred Numbers - Series of Preferred Numbers.

Note. -The above references apply to the current editions except for IEC 68, of which the referenced edition in the applicable test clauses of the generic specification shall be used.

1.4 Information to be given in a detail specification

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

Note. -The information given in Sub-clause 1.4.1 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.

1.4.1 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 millimeters 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.

Si la configuration du condensateur est différente de celle indiquée ci-dessus, la spécification particulière doit donner les informations dimensionnelles qui le décriront convenablement. Si le condensateur n'est pas conçu pour être utilisé sur des cartes imprimées, cela doit être clairement indiqué dans la spécification particulière.

1.4.2 Montage

La spécification particulière doit spécifier la méthode de montage à employer pour l'utilisation normale et pour les essais de vibrations, secousses ou chocs. Les condensateurs doivent être fixés par leurs dispositifs normaux de fixation. La conception du condensateur peut être telle qu'elle exige pour son emploi un dispositif spécial de fixation. Dans ce cas la spécification particulière doit décrire ce dispositif de fixation, qui doit être utilisé lors des essais de secousses, chocs et vibrations.

1.4.3 Caractéristiques

Les caractéristiques (assignées ou non) doivent se conformer aux articles applicables de la présente spécification ainsi qu'aux prescriptions suivantes:

1.4.3.1 Gamme de capacité nominale

Voir paragraphe 2.2.4.1

Note. -Lorsque des produits agréés conformément à la spécification particulière ont différentes gammes de valeurs, la règle suivante devrait être ajoutée:

"La gamme des valeurs disponibles dans chaque gamme de tension est donnée dans la liste des produits qualifiés".

1.4.3.2 Caractéristiques particulières

Des caractéristiques complémentaires peuvent être données lorsqu'elles sont considérées comme nécessaires pour spécifier convenablement le composant en vue de son application.

1.4.3.3 Soudure

La spécification particulière doit prescrire les méthodes d'essai, les sévérités et les exigences applicables pour les essais de soudabilité et de résistance à la chaleur de soudage.

1.4.4 Marquage

La spécification particulière doit spécifier les indications à marquer sur le condensateur et sur l'emballage. Les déviations à l'égard des prescriptions du paragraphe 1.6 de la présente spécification intermédiaire doivent être spécifiquement indiquées.

1.5 Terminologie

En complément aux termes et définitions appropriés figurant dans la Publication 384-1 de la CEI les définitions suivantes sont applicables:

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

1.4.2 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 capacitors shall be mounted by their normal means. The design of the capacitor may be such that special mounting fixtures are required in its use. In this case the detail specification shall describe the mounting fixtures and they shall be used in the application of the vibration and bump or shock tests.

1.4.3 Ratings and characteristics

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

1.4.3.1 Rated capacitance range

See Sub-clause 2.2.4.1

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

1.4.3.2 Particular characteristics

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

1.4.3.3 Soldering

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

1.4.4 Marking

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

1.5 Terminology

In addition to the applicable terms and definitions of IEC Publication 384-1 the following definitions apply:

1.5.1 Condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 1

Condensateur spécialement étudié pour l'emploi en circuit résonnant pour lequel de faibles pertes et une grande stabilité de capacité sont essentielles ou pour des applications nécessitant un coefficient de température défini avec précision, par exemple pour compenser l'effet de la température sur le circuit. Le diélectrique céramique est défini par son coefficient de température nominal (α).

1.5.2 Sous-classe

Pour un coefficient de température nominal donné la sous-classe est définie par la tolérance nominale du coefficient de température (voir tableau II, paragraphe 2.2.5.3).

Note. -La valeur du coefficient de température nominal et sa tolérance correspondent au coefficient de température moyen mesuré dans l'intervalle de température +20 °C à +85 °C, mais du fait qu'en pratique les courbes de variation de capacité en fonction de la température ne sont pas strictement linéaires il est nécessaire de définir les variations relatives de capacité maximales ($\Delta C/C$) pour d'autres températures (voir tableau III, paragraphe 2.2.5.3). La même information est exprimée sous forme graphique dans les figures 1 à 15.

Ces figures permettent à l'utilisateur d'estimer la valeur et la tolérance de $\frac{1}{C} \left(\frac{dC}{dT} \right)_T$, coefficient de température vrai à la température T, bien qu'il ne soit pas prescrit spécifiquement de le mesurer au cours des essais.

1.5.3 Tension nominale (U_N ou U_R)

La tension nominale est la tension continue maximale qui peut être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur, à la température nominale.

Note. -La somme de la tension continue et la valeur crête de la tension alternative, appliquées au condensateur, ne doit pas être supérieure à la tension nominale. La valeur de crête de la tension alternative ne doit pas dépasser la valeur déterminée à partir de la puissance réactive admissible.

1.6 Marquage

Selon paragraphe 2.4 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

1.6.1 Les informations contenues dans le marquage sont normalement prises dans la liste ci-après; l'importance relative de chaque information est indiquée par son rang dans la liste:

a) capacité nominale;

1.5.1 Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 1

A 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 e.g. for compensating temperature effects in the circuit. The ceramic dielectric is defined by its rated temperature coefficient (α).

1.5.2 Sub-class

For a given rated temperature coefficient the sub-class is defined by the rated tolerance on the temperature coefficient (see Table II, Sub-clause 2.2.5.3).

Note. -The rated 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 III), Sub-clause 2.2.5.3). The same information is expressed in graphical form in Figures 1 to 15. These figures enable the user to form an estimate of the value and tolerance of $\frac{1}{C} \left(\frac{dC}{dT} \right)_T$, 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)

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

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

1.6 Marking

Sub-clause 2.4 of I.C. Publication 384-1, with the following details:

1.6.1 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) rated capacitance;

- b) tension nominale* (la tension continue peut être indiquée par le symbole ou);
- c) tolérance sur la capacité nominale;
- d) coefficient de température et, si la place le permet, la tolérance en code, voir le tableau II (paragraphe 2.2.5.3)*;
- e) année et mois (ou semaine) de fabrication;
- f) nom du fabricant ou marque de fabrique;
- g) catégorie climatique;
- h) désignation de type du fabricant;
- i) référence à la spécification particulière.

- 1.6.2. La codification des coefficients de température est indiquée dans le tableau II (paragraphe 2.2.5.3). Dans le cas du code de couleur, on peut utiliser un point, un trait ou un anneau. En outre, pour les coefficients de température où deux couleurs sont requises, la seconde couleur peut être celle du corps ou du marquage typographique.
- 1.6.3 Le condensateur doit porter lisiblement l'information du point a) et le plus grand nombre d'autres informations considérées comme utiles. Toute redondance de l'information contenue dans le marquage devrait être évitée.
- 1.6.4 L'emballage contenant le(s) condensateur(s) doit porter lisiblement toutes les informations énumérées au paragraphe 1.6.1.
- 1.6.5 Tout marquage supplémentaire doit être effectué de telle sorte qu'il ne puisse y avoir aucune confusion.

(*) L'information requise en 1.6.1 b) et 1.6.1 d) peut être donnée en code sous forme de la désignation de type ou de modèle, national ou de fabricant.

- b) rated voltage* (d.c. voltage may be indicated by the symbol $\underline{\quad\quad}$ or $\underline{\quad\quad}$);
- c) tolerance on rated capacitance;
- d) Temperature coefficient and, space permitting, its tolerance in code, see Table II (Sub-clause 2.2.5.3)*;
- 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.

- 1.6.2 Coding of temperature coefficient is given in Table II (Sub-clause 2.2.5.3). In case of colour code spot, stripe or ring may be used; moreover for temperature coefficients, where two colours are required, second colour may be provided by the colour of the body or of the typographical marking.
- 1.6.3 The capacitor shall be clearly marked with a) 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 The package containing the capacitor(s) shall be clearly marked with all the information listed in Sub-clause 1.6.1.
- 1.6.5 Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

(*) Information required under 1.6.1 b) and 1.6.1 d) may be given in code form under manufacturer's, or national, type or style designation.

SECTION DEUX - CARACTERISTIQUES PREFERENTIELLES

2. Caractéristiques préférentielles

2.1 Caractéristiques préférentielles

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

2.1.1 Catégories climatiques préférentielles

Les condensateurs couverts par cette norme sont classés en catégories climatiques, conformément aux règles générales de la Publication 68-1 de la CEI.

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

Température minimale de catégorie: -55 °C, -40 °C, -25 °C et -10 °C.

Température maximale de catégorie: +70 °C, +85 °C, +100 °C et +125 °C.

Durée de l'essai continu de chaleur humide: 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 nominale

Pour les condensateurs couverts par cette spécification la température nominale est égale à la température maximale de catégorie.

2.2.2 Tension nominale (U_N ou U_R)

Les valeurs préférentielles de la tension nominale sont: 40-63-100-160-250-400-630-1 000-1 600 V. Ces valeurs sont conformes à la série de base des nombres normaux R5 donnés dans la Norme ISO 3: Nombres normaux - Series de nombres normaux.

Si d'autres valeurs sont nécessaires, elle doivent de préférence être choisies dans la série R10.

2.2.3 Tension de catégorie (U_C)

Comme la température nominale est définie comme étant la température maximale de catégorie, la tension de catégorie est égale à la tension nominale, telle qu'elle est définie dans le paragraphe 2.2.17 de la Publication 384-1 de la CEI.

2.2.4 Valeurs préférentielles de la capacité nominale et valeurs de tolérances associées

2.2.4.1 Valeurs préférentielles de la capacité nominale

Les valeurs de capacité nominale doivent être prises parmi celles des séries de la Publication 63 de la CEI; les séries E6, E12 et E24 sont préférentielles.

SECTION TWO - PREFERRED RATINGS AND CHARACTERISTICS

2. Preferred ratings and characteristics

2.1 Preferred characteristics

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

2.1.1 Preferred climatic categories

The capacitors covered by this specification are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC Publication 68-1.

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

Lower category temperature: -55 °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: 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 specification, the rated temperature is equal to the upper category temperature.

2.2.2 Rated voltage (U_R)

The preferred values of rated voltage are: 40-63-100-160-250-400-(30-1 000-1 600 V. These values conform to the basic series of preferred values R5 given in ISO Standard 3: Preferred Numbers - Series of Preferred Numbers. If other values are needed they shall be chosen from the R10 series.

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 Publication 384-1, Sub-clause 2.2.17.

2.2.4 Preferred values of rated capacitance and associated tolerance values

2.2.4.1 Preferred values of rated capacitance

Rated capacitance values shall be taken from the series of IEC Publication 63; the E6, E12 and E24 series are preferred.

2.2.4.2 Tolérances préférentielles sur la capacité nominale

Tableau I

Séries préférentielles	$C_R \geq 10 \text{ pF}$		$C_R < 10 \text{ pF}$	
	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 Le tableau II du paragraphe 2.2.5.3 indique les valeurs préférentielles des coefficients de température nominaux avec les tolérances nominales associées, exprimées en millionièmes par degré Celcius ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), ainsi que les sous-classes et les codes correspondants.

La spécification particulière doit spécifier pour chaque coefficient de température la valeur minimale de capacité pour laquelle la tolérance donnée pour le coefficient de température peut être vérifiée compte-tenu de la précision des méthodes de mesure de capacité spécifiées.

Pour les valeurs de capacité inférieures à cette valeur minimale:

- La spécification particulière doit spécifier un facteur multiplicateur pour la tolérance sur α , ainsi que les variations de capacité admissibles aux températures minimale et maximale de catégorie.
- Des méthodes spéciales de mesure peuvent être nécessaires et, si requises, doivent être fixées dans la spécification particulière.

2.2.5.2 Le tableau III du paragraphe 2.2.5.3 indique pour chaque combinaison de coefficient de température et de tolérance la variation relative de capacité admissible exprimée en millièmes pour chacune des températures maximale et minimale de catégorie. Les coefficients de température et tolérances sont exprimés en millionièmes par degré Celcius ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

2.2.5.3 Les figures 1 à 15 (Annexe A) indiquent les limites de la variation de capacité avec la température pour certains coefficients de température et sous-classes.

2.2.4.2 Preferred tolerances on rated capacitanceTable I

Preferred series	$C_R \geq 10 \text{ pF}$		$C_R < 10 \text{ pF}$	
	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 Table II of Sub-clause 2.2.5.3 shows the preferred rated temperature coefficient and the associated tolerances, expressed in parts per million per degree Celsius ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), and the corresponding sub-classes 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:

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

2.2.5.2 Table III of Sub-clause 2.2.5.3 shows for each combination of temperature coefficient and tolerance the permissible relative variation of capacitance expressed in parts per thousand at each of the upper and lower category temperatures. Temperature coefficients and tolerances are expressed in parts per million per degree Celsius ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

2.2.5.3 Figures 1 to 15 (Appendix A) show the limits of variation of capacitance with temperature for certain temperature coefficients and sub-classes.

Tableau II

Coefficient de température nominal (α) ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Tolérance sur le coefficient de température ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Sous-classe	Code littéral		Code de couleur 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	Brun
-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	1A 1B	R	F G	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 ± 120 ± 250	1A 1B 1F	Q	H J K	Rouge + Jaune
-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 α $\geq$ -1 000	5)	1C	SL	-	Gris
+250 α $\geq$ -1 750	5)	1D	UM	-	Blanc

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

2. -Les valeurs α $+33.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ et $-47.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ peuvent aussi être obtenues sur demande.
3. -Les coefficients de température nominaux et leurs tolérances sont définis à partir des variations de capacité entre les températures 20°C et 85°C .
4. -Un condensateur ayant un coefficient de température $0.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ avec une tolérance associée de $\pm 30.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ est désigné par les lettres CG (Sous-classe 1B).
5. -Les valeurs de coefficient de température ne sont pas contrôlées, parce qu'aucune limite de la variation relative de capacité n'est pas spécifiée dans le tableau III.

Table II

Rated temperature coefficient (α) ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Tolerance on temperature coefficient ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Sub-class	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	1A 1B	R	F G	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 $\gg \alpha \gg$ -1 000	5)	1C	SL	-	Grey
+250 $\gg \alpha \gg$ -1 750	5)	1D	UM	-	White

Notes 1. -Preferred temperature coefficients (α) are underlined.

2. - α values $+33.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ and $-47.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ may also be obtained on request.

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

4. -A capacitor with a temperature coefficient of $0.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ and a tolerance on temperature coefficient of $\pm 30.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ is designed as a CG capacitor (Sub-class 1B).

5. -Those temperature coefficient values are not subject to inspection, since no limits for relative capacitance variation are specified in Table III.

TABLEAU III

variation relative de capacité admissible en millièmes entre 20 °C et la température indiquée									
α 10 ⁻⁶ /°C	Tol. 10 ⁻⁶ /°C	Température minimale de catégorie				Température maximale de catégorie			
		-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
+100	±15 (F) ±30 (G)	-8,63/-5,90 -9,75/-4,10	-6,90/-4,76 -7,80/-3,38	-5,18/-3,60 -5,85/-2,61	-3,45/-2,42 -3,90/-1,79	4,22/5,75 3,42/6,50	5,53/7,48 4,55/8,45	6,80/9,15 5,60/10,4	8,93/11,9 7,35/13,5
0	±15 (F) ±30 (G) ±60 (H)	-1,13/2,61 -2,25/4,05 -4,50/6,90	-0,90/2,00 -1,80/3,99 -3,60/5,31	-0,67/1,40 -1,35/2,20 -2,70/3,83	-0,453/0,869 -0,900/1,39 -1,80/2,45	-0,860/0,750 -1,63/1,50 -3,17/3,00	-0,975/0,975 -1,95/1,95 -3,90/3,90	-1,20/1,23 -2,40/2,42 -4,80/4,85	-1,58/1,69 -3,15/3,23 -6,30/6,46
-33	±15 (F) ±30 (G)	1,35/5,65 0,225/7,05	1,08/4,34 0,180/5,44	0,810/3,15 0,135/3,93	0,540/2,00 0,090/2,52	-2,55/-0,900 -3,32/-0,150	-3,12/-1,17 -4,10/-0,195	-3,84/-1,40 -5,04/-0,233	-5,04/-1,75 -6,62/-0,29
-75	±15 (F) ±30 (G)	4,50/9,65 3,38/11,5	3,60/7,47 2,70/8,89	2,70/5,42 2,02/6,43	1,80/3,49 1,35/4,13	-4,71/-3,00 -5,51/-2,25	-5,85/-3,90 -6,83/-2,95	-7,20/-4,64 -8,40/-3,47	-9,45/-5,74 -11,0/-4,25
-150	±15 (F) ±30 (G) ±60 (H)	10,1/16,9 9,00/18,2 6,75/22,3	8,08/13,1 7,20/14,1 5,40/17,3	6,06/9,55 5,40/10,3 4,05/12,5	4,04/6,17 3,60/6,66 2,70/8,09	-8,56/-6,75 -9,33/-6,00 -11,0/-4,50	-10,7/-8,78 -11,7/-7,80 -13,7/-5,85	-13,2/-10,5 -14,4/-9,29 -16,8/-7,15	-17,3/-13,1 -18,9/-11,5 -22,1/-9,27
-220	±15 (F) ±30 (G)	15,4/23,2 14,3/24,5	12,3/18,1 11,4/19,1	9,24/13,2 8,58/14,0	6,17/8,57 5,72/9,07	-12,2/-10,2 -12,9/-9,54	-15,3/-13,3 -16,3/-12,4	-18,8/-16,0 -20,0/-14,9	-24,7/-20,2 -26,3/-18,9
-330	±30 (G) ±60 (H)	22,5/33,4 20,3/38,3	18,0/26,2 16,2/29,9	13,5/19,2 12,2/21,8	9,0/12,5 8,12/14,2	-18,5/-15,0 -20,2/-13,5	-23,4/-19,5 -25,4/-17,6	-28,8/-23,4 -31,2/-21,2	-37,8/-29,5 -41,0/-26,7
-470	±30 (G) ±60 (H)	33,0/48,5 30,8/51,2	26,4/37,9 24,6/40,0	19,8/27,7 18,5/29,3	13,2/18,0 12,3/19,0	-25,8/-22,0 -27,4/-20,5	-32,5/-28,6 -34,5/-26,7	-40,0/-34,3 -42,4/-32,1	-52,5/-43,2 -55,7/-40,5
-750	±60 (H) ±120 (J) ±250 (K)	51,8/76,5 47,3/82,4 37,5/103	41,4/59,9 37,8/64,5 30,0/80,0	31,1/43,9 28,4/47,3 22,5/58,2	20,7/28,6 18,9/30,8 15,0/37,6	-41,7/-34,5 -45,0/-31,5 -52,0/-25,0	-52,7/-44,9 -56,6/-41,0 -65,0/-32,5	-64,8/-53,9 -69,6/-50,3 -80,0/-40,0	-85,1/-67,8 -91,4/-65,6 -105/-52,5
-1000	±60 (H) ±120 (J) ±250 (K)	70,5/99,7 66,0/105 56,3/117	56,4/78,0 52,8/82,3 45,0/91,7	42,3/57,2 39,6/60,4 33,8/67,2	28,2/37,3 26,4/39,3 22,5/43,8	-54,9/-47,0 -57,5/-44,0 -64,2/-37,5	-68,9/-61,1 -72,8/-57,2 -81,3/-48,8	-84,8/-75,2 -89,6/-70,4 -100/-60,0	-111/-98,7 -118/-92,4 -131/-78,8
-1500	±250 (K)	93,8/161	75,0/126	56,3/92,8	37,5/60,6	-89,8/-62,8	-114/-81,3	-140/-100	-184/-131
-2200	±500 (L)	128/248	102/195	76,8/143	51,2/93,4	-139/-85,4	-176/-111	-216/-137	-284/-179
-3300	±500 (L)	210/352	168/275	126/203	84,0/132	-195/-140	-247/-182	-304/-224	-399/-294
-4700	±1000 (M)	278/525	222/412	167/303	111/198	-292/-185	-371/-241	-456/-297	-599/-389
-5600	±1000 (M)	345/607	276/476	207/350	138/228	-338/-230	-429/-299	-528/-368	-693/-483

Note. — Les valeurs préférentielles de coefficient de température (α) sont soulignées.

TABLE III

Permissible relative variation in capacitance in parts per 1000 between 20 °C and a given temperature											
α 10 ⁻⁶ /°C	Tol. 10 ⁻⁶ /°C	Lower category temperatures					Upper category temperatures				
		-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C		
+100	±15 (F) ±30 (G)	-8.63/-5.90 -9.75/-4.10	-6.90/-4.76 -7.89/-3.38	-5.18/-3.60 -5.85/-2.61	-3.45/-2.42 -3.90/-1.79	4.22/5.75 3.42/6.50	5.53/7.48 4.55/8.45	6.80/9.15 5.60/10.4	8.93/11.9 7.35/13.5		
0	±15 (F) ±30 (G) ±60 (H)	-1.13/2.67 -2.25/4.05 -4.50/6.90	-0.94/2.90 -1.80/3.09 -3.60/5.31	-0.67/1.40 -1.35/2.20 -2.70/3.83	-0.45/0.869 -0.90/1.39 -1.80/2.45	-0.860/0.750 -1.63/1.50 -3.17/3.00	-0.975/0.975 -1.95/1.95 -3.90/3.90	-1.20/1.23 -2.40/2.42 -4.80/4.85	-1.58/1.69 -3.15/3.23 -6.30/6.46		
-33	±15 (F) ±30 (G)	1.35/5.65 0.225/7.05	1.08/4.24 0.180/5.44	0.810/3.13 0.135/3.93	0.540/2.00 0.090/2.52	-2.55/-0.900 -3.32/-0.150	-3.12/-1.17 -4.10/-0.195	-3.84/-1.40 -5.04/-0.233	-5.04/-1.75 -6.62/-0.29		
-75	±15 (F) ±30 (G)	4.50/9.65 3.38/11.5	3.60/7.47 2.70/8.89	2.70/5.42 2.03/6.43	1.80/3.49 1.35/4.13	-4.71/-3.00 -5.51/-2.25	-5.85/-3.90 -6.83/-2.93	-7.20/-4.64 -8.40/-3.47	-9.45/-5.74 -11.0/-4.25		
-150	±15 (F) ±30 (G) ±60 (H)	10.1/16.9 9.00/18.2 6.75/22.3	8.08/13.1 7.20/14.1 5.40/17.3	6.06/9.55 5.40/10.3 4.05/12.5	4.04/6.17 3.60/6.66 2.70/8.09	-8.56/-6.75 -9.33/-6.00 -11.0/-4.50	-10.7/-8.78 -11.7/-7.80 -13.7/-5.85	-13.2/-10.5 -14.4/-9.29 -16.8/-7.15	-17.3/-13.1 -18.9/-11.5 -22.1/-9.27		
-220	±15 (F) ±30 (G)	15.4/23.2 14.3/24.5	12.3/18.1 11.4/19.1	9.24/13.2 8.58/14.0	6.17/8.57 5.72/9.07	-12.2/-10.2 -12.9/-9.54	-15.3/-13.3 -16.3/-12.4	-18.8/-16.0 -20.0/-14.9	-24.7/-20.2 -26.3/-18.9		
-330	±30 (G) ±60 (H)	22.5/33.4 20.3/38.3	18.0/26.2 16.2/29.9	13.5/19.2 12.2/21.8	9.0/12.5 8.12/14.2	-18.5/-15.0 -20.2/-13.5	-23.4/-19.5 -25.4/-17.6	-28.8/-23.4 -31.2/-21.2	-37.8/-29.5 -41.0/-26.7		
-470	±30 (G) ±60 (H)	33.0/48.5 30.8/51.2	26.4/37.9 24.6/40.0	19.8/27.7 18.5/29.3	13.2/18.0 12.3/19.0	-25.8/-22.0 -27.4/-20.5	-32.5/-28.6 -34.5/-26.7	-40.0/-34.3 -42.4/-32.1	-52.5/-43.2 -55.7/-40.5		
-750	±60 (H) ±120 (J) ±250 (K)	51.8/76.5 47.3/82.4 37.5/103	41.4/59.9 37.8/64.5 30.0/80.0	31.1/43.9 28.4/47.3 22.5/58.2	20.7/28.6 18.9/30.8 15.0/37.6	-41.7/-34.5 -45.0/-31.5 -52.0/-25.0	-52.7/-44.9 -56.6/-41.0 -65.0/-32.5	-64.8/-53.9 -69.6/-50.3 -80.0/-40.0	-85.1/-67.8 -91.4/-65.6 -105/-52.5		
-1000	±60 (H) ±120 (J) ±250 (K)	70.5/99.7 66.0/105 56.3/117	56.4/78.0 52.8/82.3 45.0/91.7	42.3/57.2 39.6/60.4 33.8/67.2	28.2/37.3 26.4/39.3 22.5/43.8	-54.4/-47.0 -57.5/-44.0 -64.2/-37.5	-68.9/-61.1 -73.8/-57.2 -81.3/-48.8	-84.8/-75.2 -89.6/-70.4 -100/-60.0	-111/-98.7 -118/-92.4 -131/-78.8		
-1500	±250 (K)	93.8/161	75.0/126	56.3/92.8	37.5/60.6	-89.8/-62.5	-114/-81.3	-140/-100	-184/-131		
-2200	±500 (L)	128/248	102/195	76.8/143	51.2/93.4	-139/-85.4	-176/-111	-216/-137	-284/-179		
-3300	±500 (L)	210/352	168/275	126/203	84.0/132	-195/-140	-247/-182	-304/-224	-399/-294		
-4700	±1000 (M)	278/525	222/412	167/303	111/198	-292/-185	-371/-241	-456/-297	-599/-389		
-5600	±1000 (M)	345/607	276/476	207/350	138/228	-338/-230	-429/-299	-528/-368	-693/-483		

Note. — Preferred temperature coefficient values (α) are underlined.