

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 384-10
Première édition — First edition
1979

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques

Dixième partie : Spécification intermédiaire :
Condensateurs fixes chipses à diélectrique en céramique multicouche
Choix des méthodes d'essai et règles générales

Fixed capacitors for use in electronic equipment

Part 10: Sectional specification:
Fixed multilayer ceramic chip capacitors
Selection of methods of test and general requirements



Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique ;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology ;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to pages 3 and 4 of the cover, which list other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 384-10

Première édition — First edition

1979

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques

Dixième partie : Spécification intermédiaire :
Condensateurs fixes chipses à diélectrique en céramique multicouche
Choix des méthodes d'essai et règles générales

Fixed capacitors for use in electronic equipment

Part 10: Sectional specification:
Fixed multilayer ceramic chip capacitors
Selection of methods of test and general requirements

Descripteurs: condensateurs à haute fréquence pour moins que 1 A, petites dimensions, exigences, essais, propriétés, définitions, céramique, essais des matériaux

Descriptors: high-frequency capacitors for less than 1 A, small dimensions, requirements, testing, properties, definitions, ceramic, materials testing.



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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Documents de référence	6
4. Terminologie	8
SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES PRÉFÉRENTIELLES	
5. Caractéristiques	10
5.1 Catégories climatiques	10
5.2 Température nominale	10
5.3 Tension nominale (U_R)	10
5.4 Tension de catégorie (U_C)	10
5.5 Valeurs préférentielles de la capacité nominale et valeurs de tolérances associées	10
5.6 Coefficient de température (α)	12
5.7 Caractéristique capacité/température	18
5.8 Dimensions	18
6. Marquage	18
SECTION TROIS — CONDITIONS D'ESSAI ET EXIGENCES	
7. Essais de type	20
8. Examen visuel et vérification des dimensions	26
9. Essais électriques	26
9.1 Capacité	26
9.2 Tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$)	28
9.3 Résistance d'isolement (R_i)	30
9.4 Tension de tenue (rigidité diélectrique)	32
9.5 Caractéristiques en fonction de la température	32
10. Essais d'environnement	34
10.1 Adhérence	34
10.2 Vibrations	36
10.3 Soudabilité	36
10.4 Variations rapides de température	38
10.5 Séquence climatique	40
10.6 Essai continu de chaleur humide	44
10.7 Endurance	46
11. Programmes des essais pour le contrôle de la conformité de la qualité (<i>à l'étude</i>)	48
ANNEXE A — Guide pour le choix des dimensions des condensateurs chipses à diélectrique en céramique multicouche	50
ANNEXE B — Vieillessement naturel de la capacité des condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2	54

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Related documents	7
4. Terminology	9
SECTION TWO — PREFERRED RATINGS AND CHARACTERISTICS	
5. Ratings and characteristics	11
5.1 Climatic categories	11
5.2 Rated temperature	11
5.3 Rated voltage (U_R)	11
5.4 Category voltage (U_C)	11
5.5 Preferred values of rated capacitance and associated tolerance values	11
5.6 Temperature coefficient (α)	13
5.7 Temperature characteristic of capacitance	19
5.8 Dimensions	19
6. Marking	19
SECTION THREE — REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS	
7. Type tests	21
8. Visual examination and check of dimensions	27
9. Electrical tests	27
9.1 Capacitance	27
9.2 Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	29
9.3 Insulation resistance (R_i)	31
9.4 Voltage proof	33
9.5 Temperature characteristics	33
10. Environmental tests	35
10.1 Adhesion	35
10.2 Vibration	37
10.3 Solderability	37
10.4 Rapid change of temperature	39
10.5 Climatic sequence	41
10.6 Damp heat, steady state	45
10.7 Endurance	47
11. Schedules of test for quality conformance inspection (<i>under consideration</i>)	49
APPENDIX A — Guide for selecting dimensions of multilayer ceramic chip capacitors	51
APPENDIX B — Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2	55

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS FIXES
UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES**

**Dixième partie : Spécification intermédiaire :
Condensateurs fixes chipsets à diélectrique en céramique multicouche
Choix des méthodes d'essai et règles générales**

PRÉAMBULE

- 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 N° 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à Milan en 1973. A la suite de cette réunion, un projet révisé, document 40(Bureau Central)343, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1974. Des modifications, document 40(Bureau Central)425, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en juillet 1977.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Israël
Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Brésil	Pologne
Canada	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Egypte	Suède
Espagne	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
Finlande	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIXED CAPACITORS
FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT**

**Part 10: Sectional specification:
Fixed multilayer ceramic chip capacitors
Selection of methods of test and general requirements**

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.

A draft was discussed at the meeting held in Milan in 1973. As a result of this meeting, a revised draft, Document 40(Central Office)343, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1974. A number of amendments, Document 40(Central Office)425, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1977.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Poland
Brazil	Romania
Canada	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Egypt	Sweden
Finland	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia

CONDENSATEURS FIXES UTILISÉS DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES

Dixième partie: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes chipses à diélectrique en céramique multicouche Choix des méthodes d'essai et règles générales

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux condensateurs fixes multicouche, non enrobés, à diélectrique en céramique de classe 1 et classe 2, dont la tension nominale ne dépasse pas 1000 V, utilisés dans les équipements électroniques. Ces condensateurs ont généralement des sorties constituées par des plages métallisées et sont destinés à être montés directement sur des substrats pour circuits hybrides.

Les condensateurs pouvant supporter des courants haute fréquence de plus de 1 A ou une puissance réactive supérieure à 200 var ne sont pas couverts par la présente norme.

2. Objet

L'objet de cette norme est de prescrire les valeurs préférentielles des caractéristiques, de choisir, dans la Publication 384-1 de la CEEI, les méthodes d'essai 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 normalement pas permis.

3. Documents de référence

La présente norme doit être utilisée conjointement avec d'autres publications:

Publications de la CEEI:

- Publication 62: Codes pour le marquage des résistances et des condensateurs.
(1974)
- Publication 63: Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.
(1963) Modification n° 1 (1967).
Modification n° 2 (1977).
- Publication 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- Publication 384-1: Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques,
(1972) Première partie: Terminologie et méthodes d'essai.
- Publication 384-1A: Premier complément à la Publication 384-1 (1972).
(1973)
- Publication 384-1B: Deuxième complément à la Publication 384-1 (1972).
(1975)
- Publication 384-1C: Troisième complément à la Publication 384-1 (1972).
(1977)

Publication de l'ISO:

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

FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT

Part 10: Sectional specification: Fixed multilayer ceramic chip capacitors Selection of methods of test and general requirements

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard relates to fixed unencapsulated multilayer chip capacitors of ceramic dielectric, Class 1 and Class 2, with a rated voltage not exceeding 1000 V, for use in electronic equipment. These capacitors generally have metallized connecting pads and are intended to be mounted directly on to substrates for hybrid circuits.

Capacitors for radio-frequency current greater than 1 A or for a reactive power of more than 200 var are excluded.

2. Object

The object of this standard is to prescribe preferred ratings and characteristics, and to select from IEC Publication 384-1 the appropriate methods of test 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 degradations are normally not permitted.

3. Related documents

This standard shall be used in conjunction with the following publications:

IEC Publications:

- Publication 62: Marking Codes for Resistors and Capacitors.
(1974)
- Publication 63: Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.
(1963) Amendment No. 1 (1967).
Amendment No. 2 (1977).
- Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.
- Publication 384-1: Fixed Capacitors for Use in Electronic Equipment,
(1972) Part 1: Terminology and Methods of Test.
- Publication 384-1A: First supplement to Publication 384-1 (1972).
(1973)
- Publication 384-1B: Second supplement to Publication 384-1 (1972).
(1975)
- Publication 384-1C: Third supplement to Publication 384-1 (1972).
(1977)

ISO Publication:

- ISO Standard 3: Preferred numbers — Series of preferred numbers.
(1973)

4. Terminologie

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

4.1 Condensateurs «chipses»

Un condensateur «chipse» est un condensateur qui est généralement de petite taille, de forme géométrique simple, non muni de connexion souple et principalement destiné aux applications des circuits hybrides.

4.2 Condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 1

4.2.1 Condensateur spécialement étudié pour l'emploi en circuit résonnant pour lequel de faibles pertes et une grande stabilité de la 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).

4.2.2 Sous-classe

Pour un coefficient de température nominal donné la sous-classe est définie par la tolérance nominale du coefficient de température (voir tableau III, paragraphe 5.6.1).

Note. — La valeur du coefficient de température nominal et sa tolérance correspondent au coefficient de température moyen mesuré dans l'intervalle de température $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, mais du fait qu'en pratique les courbes de variations de capacité en fonction de la température ne sont pas linéaires, il est nécessaire de définir les variations relatives de capacité maximales ($\Delta C/C$) pour d'autres températures (voir tableau IV, paragraphe 5.6.2).

4.3 Condensateurs fixes à diélectrique en céramique de classe 2

4.3.1 Condensateur ayant un diélectrique à haute permittivité et convenant aux circuits de découplage et de couplage ou aux circuits discriminateurs de fréquence pour lesquels de faibles pertes et une grande stabilité de la capacité ne sont pas d'importance majeure. Le diélectrique céramique est caractérisé par la variation non linéaire de capacité sur l'étendue de la plage de température de la catégorie (voir tableau V, paragraphe 5.7).

4.3.2 Sous-classe

La sous-classe est définie par la variation maximale de capacité, en pour-cent par rapport à la capacité à $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, sur l'étendue de la plage de températures de la catégorie.

La sous-classe peut s'écrire sous forme codée (voir tableau V, paragraphe 5.7).

4.4 Tension nominale (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 de la valeur de 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.

4. Terminology

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

4.1 Chip capacitors

A chip capacitor is generally a capacitor of small size, of a simple geometrical shape, not fitted with flexible leads and mainly intended for hybrid circuit applications.

4.2 Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 1

- 4.2.1 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, for example for compensating temperature effects in the circuit.

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

4.2.2 Sub-class

For a given rated temperature coefficient, the sub-class is defined by the rated tolerance on the temperature coefficient (see Table III, Sub-clause 5.6.1).

Note. — The rated temperature coefficient value and its tolerance refer to the temperature interval of +20 °C to +85 °C, but because in practice temperature coefficient curves are not strictly linear, it is necessary to define limiting capacitance deviations ($\Delta C/C$) for other temperatures (see Table IV, Sub-clause 5.6.2).

4.3 Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2

- 4.3.1 A capacitor which has a dielectric with a high permittivity and is suitable for by-pass and coupling applications or for frequency discriminating circuits where low losses and high stability of capacitance are not of major importance. The ceramic dielectric is characterized by a non-linear change of capacitance over the category temperature range (see Table V, Sub-clause 5.7).

4.3.2 Sub-class

The sub-class is defined by the maximum percentage change of capacitance within the category temperature range with respect to the capacitance at 20 °C.

The sub-class may be expressed in code form (see Table V, Sub-clause 5.7).

4.4 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.

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES PRÉFÉRENTIELLES

5. Caractéristiques

5.1 Catégories climatiques

Les condensateurs couverts par cette norme sont classés en catégories climatiques conformément aux règles générales de la Publication 68-1 (1968) de la CEI, Première partie: Généralités.

Les sévérités relatives aux essais de froid, chaleur sèche et à l'essai continu de chaleur humide doivent se situer, de préférence, dans les gammes suivantes:

Froid (essai A):	+ 10 °C à - 55 °C
Chaleur sèche (essai B):	+ 85 °C à + 125 °C
Essai continu de chaleur humide (essai C):	4 à 56 jours.

Les valeurs choisies à l'intérieur de ces gammes doivent être prises parmi celles figurant dans les essais concernés de la Publication 68-2 de la CEI, Deuxième partie: Essais. Les sévérités pour les essais de froid et de chaleur sèche sont respectivement les températures minimale et maximale de catégorie.

Note. — La résistance à l'humidité résultant des catégories climatiques ci-dessus est tenue par le chipse lui-même non monté. Les performances climatiques de ces condensateurs sont fortement influencées par le substrat de montage, la méthode de montage (voir paragraphe 7.6) et l'enrobage final.

5.1.1 Catégories climatiques préférentielles

55/125/56	25/085/21
55/125/21	25/085/04
55/085/56	+ 10/085/21
55/085/21	
40/085/21	

5.2 Température nominale

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

5.3 Tension nominale (U_R)

Les valeurs préférentielles de la tension nominale sont celles de la série R5 de la Norme ISO 3. Si d'autres valeurs sont nécessaires, elles doivent être choisies dans la série R10.

5.4 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 4.10 de la Publication 384-1 de la CEI.

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

5.5.1 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 E3, E6, E12 et E24 sont préférentielles.

SECTION TWO — PREFERRED RATINGS AND CHARACTERISTICS

5. Rating and characteristics

5.1 Climatic categories

The capacitors covered by this standard are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC Publication 68-1 (1968), Part 1: General.

The severities for the cold, dry heat and damp heat steady state tests shall preferably be within the following ranges:

Cold (test A):	+10 °C to –55 °C
Dry heat (test B):	+85 °C to +125 °C
Damp heat, steady state (test C):	4 to 56 days.

Values selected within these ranges shall be chosen from those listed in the relevant tests of IEC Publication 68-2, Part 2: Tests. The severities for the cold and dry heat tests are the lower and upper category temperatures respectively.

Note. — The chip itself shows the above humidity resistance in the unmounted state. The climatic performance of the capacitor is greatly influenced by the mounting substrate, the mounting method (see Sub-clause 7.6), and the final coating.

5.1.1 Preferred climatic categories

55/125/56	25/085/21
55/125/21	25/085/04
55/085/56	+10/085/21
55/085/21	
40/085/21	

5.2 Rated temperature

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

5.3 Rated voltage (U_R)

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

5.4 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 Sub-clause 4.10 of IEC Publication 384-1.

5.5 Preferred values of rated capacitance and associated tolerance values

5.5.1 Preferred values of rated capacitance

Rated capacitance values shall be taken from the series of IEC Publication 63; the E3, E6, E12 and E24 series are preferred.

5.5.2 Tolérances préférentielles sur la capacité nominale pour les condensateurs de classe 1

TABLEAU I

Séries préférentielles	Tolérances	
	$C_R \geq 10 \text{ pF}$	$C_R < 10 \text{ pF}$
E6	$\pm 20\%$	$\pm 2 \text{ pF}$
E12	$\pm 10\%$ $\pm 5\%$	$\pm 1 \text{ pF}$ $\pm 0,5 \text{ pF}$
E24	$\pm 2\%$ $\pm 1\%$	$\pm 0,25 \text{ pF}$ $\pm 0,1 \text{ pF}$

5.5.3 Tolérances préférentielles sur la capacité nominale pour les condensateurs de classe 2

TABLEAU II

Séries préférentielles	Tolérances (%)	Code littéral
E3 et E6	$-20/+80$	Z
	$-20/+50$	S
E6	± 20	M
E6 et E12	$+10$	K

5.6 Coefficient de température (α)*

Condensateurs de classe 1

5.6.1 Le tableau III indique les valeurs préférentielles des coefficients de température nominaux avec les tolérances nominales associées, exprimées en millionnièmes par degré Celsius ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), ainsi que les sous-classes et les codes correspondants.

Pour les valeurs de capacité inférieures à 20 pF:

- la tolérance sur le coefficient de température doit être spécifiée dans la spécification particulière ainsi que les variations de capacité admissibles aux températures minimale et maximale de catégorie;
- des méthodes spéciales de mesure peuvent être nécessaires (méthodes à l'étude); ces dernières font alors l'objet d'un accord entre utilisateur et fournisseur.

* Les définitions du coefficient de température et de la dérive de capacité après cycle thermique sont données dans la Publication 384-1B de la CEI.

5.5.2 Preferred tolerances on rated capacitance for Class 1 capacitors

TABLE I

Preferred series	Tolerances	
	$C_R \geq 10 \text{ pF}$	$C_R < 10 \text{ pF}$
E6	$\pm 20\%$	$\pm 2 \text{ pF}$
E12	$\pm 10\%$ $\pm 5\%$	$\pm 1 \text{ pF}$ $\pm 0.5 \text{ pF}$
E24	$\pm 2\%$ $\pm 1\%$	$\pm 0.25 \text{ pF}$ $\pm 0.1 \text{ pF}$

5.5.3 Preferred tolerances on rated capacitance for Class 2 capacitors

TABLE II

Preferred series	Tolerances (%)	Letter code
E3 and E6	$-20/+80$	Z
	$-20/+50$	S
E6	± 20	M
E6 and E12	± 10	K

5.6 Temperature coefficient (α)*

Class 1 capacitors

5.6.1 Table III shows the preferred rated temperature coefficients and the associated tolerances, expressed in parts per million per degree Celsius ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), and the corresponding sub-classes and codes.

For values of capacitance lower than 20 pF:

- the tolerance on the temperature coefficient shall be specified in the detail specification, as well as the permissible changes of capacitance at the lower and upper category temperatures;
- special methods of measurement may be necessary (methods under consideration) and shall be agreed between manufacturer and customer.

* The definitions of temperature coefficient and temperature cyclic drift are given in IEC Publication 384-1B.

TABLEAU III

Coefficient de température nominal ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Tolérance sur le coefficient de température ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Sous-classe	Code littéral	
			α	Tolérance
+100	± 30	1B	A	G
<u>0</u>	± 30	1B	C	G
-33	± 30	1B	H	G
-75	± 30	1B	L	G
<u>-150</u>	± 30	1B	P	G
-470	± 60	1B	T	H
<u>-750</u>	± 120	1B	U	J
-1000	± 250	1F	Q	K
-1500	± 250	1F	V	K
$+140 \geq \alpha \geq -1000$		1C	SL	—
$+250 \geq \alpha \geq -1750$		1D	OM	—

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

2. — Les coefficients de température nominaux et leurs tolérances sont définis à partir des variations de capacité entre les températures 20°C et 85°C .

3. — Un condensateur ayant un coefficient de température $0 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ et une tolérance sur ce coefficient de $\pm 30 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ est désigné par les lettres CG (sous-classe 1B).

5.6.2 Le tableau IV 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 Celsius ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

TABLE III

Rated temperature coefficient ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Tolerance on temperature coefficient ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Sub-class	Letter code for	
			α	Tolerance
+100	± 30	1B	A	G
<u>0</u>	± 30	1B	C	G
-33	± 30	1B	H	G
-75	± 30	1B	L	G
<u>-150</u>	± 30	1B	P	G
-470	± 60	1B	T	H
<u>-750</u>	± 120	1B	U	J
-1000	± 250	1F	Q	K
-1500	± 250	1F	V	K
$+140 \geq \alpha \geq -1000$		1C	SL	—
$+250 \geq \alpha \geq -1750$		1D	UM	—

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

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

3. — A capacitor with a temperature coefficient $0 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ and a tolerance on the temperature coefficient of $\pm 30 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ is designated as a CG capacitor (Sub-class 1B).

5.6.2 Table IV 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 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

TABLEAU IV

		Variation relative de capacité admissible en millièmes entre 20 °C et la température indiquée									
		Température minimale de catégorie					Température maximale de catégorie				
		−55 °C	−40 °C	−25 °C	−10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C		
α 10 ^{−6} /°C	Tolérance 10 ^{−6} /°C										
+100	±30 (G)	−9,75/−4,10	−7,80/−3,38	−5,85/−2,61	−3,90/−1,79	3,42/6,50	4,55/8,45	5,60/10,4	7,35/13,5		
0	±30 (G)	−2,25/4,05	−1,80/3,09	−1,35/2,20	−0,900/1,30	−1,63/1,50	−1,95/1,95	−2,40/2,42	−3,15/3,23		
−33	±30 (G)	0,225/7,05	0,180/5,44	0,135/3,93	0,090/2,53	−3,32/−0,150	−4,10/−0,195	−5,04/−0,233	−6,62/−0,29		
−75	±30 (G)	3,38/11,5	2,70/8,89	2,03/6,43	1,35/4,13	−5,51/−2,25	−6,83/−2,93	−8,40/−3,47	−11,0/−4,25		
−150	±30 (G)	9,00/18,2	7,20/14,1	5,40/10,3	3,60/6,66	−9,37/−6,00	−11,7/−7,80	−14,4/−9,29	−18,9/−11,5		
−470	±60 (H)	30,8/51,2	24,6/40,0	18,5/29,3	12,3/19,0	−27,4/−20,5	−34,5/−26,7	−42,4/−32,1	−55,7/−40,5		
−750	±120 (J)	47,3/82,4	37,8/64,5	28,4/47,3	18,9/30,8	−45,0/−31,5	−56,6/−41,0	−69,6/−50,3	−91,4/−65,6		
−1000	±250 (K)	56,3/117	45,0/91,7	33,8/67,2	22,5/43,8	−64,2/−37,5	−81,3/−48,8	−100/−60,0	−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		

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

TABLE IV

		Permissible relative variation in capacitance in parts per 1000 between 20 °C and given temperature									
		Lower category temperature					Upper category temperature				
α 10 ⁻⁶ /°C	Tolerance 10 ⁻⁶ /°C	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C		
+100	±30 (G)	-9.75/-4.10	-7.40/-3.38	-5.85/-2.61	-3.90/-1.79	3.42/6.50	4.55/8.45	5.60/10.4	7.35/13.5		
0	±30 (G)	-2.25/4.05	-1.80/3.09	1.35/2.20	-0.90/1.39	-1.63/1.50	-1.95/1.95	-2.40/2.42	-3.15/3.23		
-33	±30 (G)	0.225/7.05	0.180/5.44	0.135/3.93	0.090/2.52	-3.32/-0.150	-4.10/-0.195	-5.04/-0.233	-6.62/-0.29		
-75	±30 (G)	3.38/11.5	2.70/8.89	2.03/6.43	1.35/4.15	-5.51/-2.25	-6.83/-2.93	-8.40/-3.47	-11.0/-4.25		
-150	±30 (G)	9.00/18.2	7.20/14.1	5.40/10.3	3.60/6.66	-9.33/-6.00	-11.7/-7.80	-14.4/-9.29	-18.9/-11.5		
-470	±60 (H)	30.8/51.2	24.6/40.0	18.5/29.3	12.3/19.0	-27.4/-20.5	-34.5/-26.7	-42.4/-32.1	-55.7/-40.5		
-750	±120 (J)	47.3/82.4	37.8/64.5	28.4/47.3	18.9/30.8	-45.0/-31.5	-56.6/-41.0	-69.6/-50.3	-91.4/-65.6		
-1000	±250 (K)	56.3/117	45.0/91.7	33.8/67.2	22.6/43.8	-64.2/-37.5	-81.3/-48.8	-100/-60.0	-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		

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

5.7 Caractéristique capacité/température*

Condensateurs de classe 2

Dans le tableau V les valeurs préférentielles de caractéristique capacité/température, *avec* et *sans* tension continue, sont indiquées par une croix (×). La méthode de codage de la sous-classe est également précisée; par exemple un diélectrique avec une variation de $\pm 20\%$ sans tension continue appliquée, sur la plage de températures de -55 °C à $+125\text{ °C}$, sera défini comme un diélectrique de classe 2C1.

TABLEAU V

Code littéral de sous-classe	Variation maximale de capacité en pour cent sur la plage de températures de la catégorie climatique par rapport à la capacité à 20 °C , avec et sans tension continue appliquée		Plage de températures et code numérique correspondant				
			$-55/+125\text{ °C}$	$-55/+85\text{ °C}$	$-40/+85\text{ °C}$	$-25/+25\text{ °C}$	$+10/+85\text{ °C}$
	Sans application de la tension continue	Avec application de la tension nominale continue	1	2	3	4	6
2B	± 10	$+10/-15$	—	×	×	×	—
2C	± 20	$+20/-30$	×	×	×	—	—
2D	$+20/-30$	$+20/-40$	—	—	—	×	—
2E	$+20/-55$	$+20/-70$	—	×	×	×	×
2F	$+30/-80$	$+30/-90$	—	×	×	×	×

La gamme de températures pour laquelle est définie la caractéristique capacité/température est la même que celle de la catégorie climatique.

5.8 Dimensions

Des règles concernant les dimensions et un code s'y rapportant sont suggérées dans l'annexe A.

Les dimensions spécifiques sont données dans la spécification particulière.

6. Marquage

6.1 Lorsque la spécification particulière l'exige, les condensateurs doivent être marqués** avec le nombre maximal d'indications applicables, dans l'ordre donné ci-dessous:

- Capacité nominale et tolérance sur la capacité nominale.
- Tension nominale.
- Coefficient de température et sa tolérance (classe 1) ou sous-classe de diélectrique (classe 2) selon le cas (conformément aux paragraphes 5.6 et 5.7).
- Nom du fabricant ou marque de fabrique.
- Catégorie climatique.
- Année et mois (ou semaine) de fabrication, éventuellement sous forme codée (voir Publication 62 de la CEI).

* La définition de la caractéristique capacité/température est donnée dans la Publication 384-1B de la CEI.

** En général les condensateurs chipsets ne sont pas marqués sur le corps. L'ensemble du marquage doit apparaître sur l'emballage.

5.7 Temperature characteristic of capacitance*

Class 2 capacitors

Table V denotes with a cross (×) preferred values of temperature characteristic of capacitance *with* or *without* d.c. voltage applied. The method of coding the sub-class is also given, for example a dielectric with a percentage change of $\pm 20\%$ without d.c. voltage applied over the temperature range from $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ will be defined as a dielectric of class 2C1.

TABLE V

Sub-class letter code	Maximum capacitance change in % within the category temperature range with respect to the capacitance at $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ measured with and without a d.c. voltage applied		Category temperature range and corresponding number code				
			$-55/+125\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-55/+85\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-40/+85\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-25/+85\text{ }^{\circ}\text{C}$	$+10/+85\text{ }^{\circ}\text{C}$
	Without d.c. voltage applied	With rated d.c. voltage applied	1	2	3	4	6
2E	± 10	$+10/-15$	—	×	×	×	—
2C	± 20	$+20/-30$	×	×	×	—	—
2D	$+20/-30$	$+20/-40$	—	—	—	×	—
2F	$+20/-55$	$+20/-70$	—	×	×	×	×
2H	$+30/-80$	$+30/-90$	—	×	×	×	×

The temperature range for which the temperature characteristic of capacitance is defined is the same as the category temperature range.

5.8 Dimensions

Suggested rules for dimensions and code are given in Appendix A.

Specific dimensions are given in the detail specification.

6. Marking

6.1 When required by the detail specification, capacitors shall be marked** with as many as practicable of the applicable items specified in the order given:

- Rated capacitance and tolerance on rated capacitance.
- Rated voltage.
- Temperature coefficient and its tolerance (Class 1) or dielectric sub-class (Class 2), as applicable (according to Sub-clauses 5.6 and 5.7).
- Manufacturer's name or trade-mark.
- Climatic category.
- Year and month (or week) of manufacture. This may be in code form (see IEC Publication 62).

* The definition of the temperature characteristic of capacitance is given in IEC Publication 384-1B.

** Chip capacitors are generally not marked on the body. All of the marking shall appear on the package.

g) Désignation de type du fabricant.

h) Référence à la présente norme et/ou à la spécification nationale applicable au condensateur.

Note. — Lorsqu'une désignation CEI est utilisée, soit pour le marquage d'un produit, soit dans la description de ce produit, le fabricant a la responsabilité d'assurer que l'article satisfait aux exigences de la spécification correspondante.

La CEI, en tant qu'organisme, ne peut accepter aucune responsabilité en la matière.

- 6.2 Le marquage doit être lisible et ne doit pas être altéré facilement lors des manipulations, mais il n'est pas nécessaire qu'il résiste aux conditions d'un environnement humide.
- 6.3 Les condensateurs doivent être marqués avec leur valeur nominale de capacité ainsi qu'avec le plus possible des informations restantes jugées utiles. Toute redondance de l'information contenue dans le marquage sur le condensateur doit être évitée.
- 6.4 L'emballage contenant les condensateurs doit indiquer le nombre de composants contenus et toutes les informations énumérées au paragraphe 6.1.
- 6.5 Tout marquage supplémentaire doit être effectué de telle sorte qu'il ne puisse y avoir aucune confusion.

SECTION TROIS — CONDITIONS D'ESSAI ET EXIGENCES

7. Essais de type

7.1 Echantillonnage

- 7.1.1 Cette norme ne s'applique qu'à la procédure relative aux essais de type. L'échantillon doit être représentatif de la gamme des valeurs correspondant au type considéré (voir la note).

Le nombre approprié de pièces à essayer fera l'objet d'un accord entre utilisateur et fournisseur.

Tout groupe ou sous-groupe de pièces soumis à une série d'essais doit comprendre au moins cinq pièces de mêmes valeurs, caractéristiques nominales et type.

Les essais et parties d'essai doivent être effectués dans l'ordre de leur énumération dans le tableau des essais.

Cette norme ne fixe pas le nombre de défauts admissibles; cela est considéré comme une prérogative de l'autorité accordant l'homologation de type.

Note. — Une partie d'une gamme complète, ou des valeurs isolées, prévues dans cette norme, peuvent être soumises aux essais en vue d'obtenir une homologation partielle.

- 7.1.2 Ces essais peuvent être, en totalité ou en partie, répétés de temps à autre sur des échantillons prélevés dans la fabrication courante afin de s'assurer que la qualité du composant répond toujours aux exigences de la spécification.

Une défaillance au cours de ces derniers essais peut révéler des défauts de conception, qui n'étaient pas apparus lors des essais originaux, ou simplement des défauts de fabrication que l'on devra corriger.

- 7.1.3 Tout condensateur qui a été soumis à une partie quelconque des essais de type qui peuvent être considérés comme destructifs, ne doit, en aucun cas, être utilisé sur un appareil ni reversé aux stocks.

g) Manufacturer's type designation.

h) Reference to this standard and/or to the national specification appropriate to the capacitor.

Note. — When an IEC designation is used either for the marking of the product or in a description of the product, it is the responsibility of the manufacturer to ensure that the item meets the requirements of the relevant specification.

The IEC as a body can accept no responsibility in this matter.

- 6.2 The marking shall be legible and not easily smeared or removed by rubbing with the finger, but need not be able to withstand humid conditions.
- 6.3 The capacitors shall be clearly marked with rated capacitance and with as many as possible of the remaining items as are considered useful. Any duplication of information on the capacitor shall be avoided.
- 6.4 The package containing the capacitor(s) shall indicate the number of enclosed components and all of the items of Sub-clause 6.1.
- 6.5 Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

SECTION THREE — REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

7. Type tests

7.1 Sampling

- 7.1.1 This standard covers procedures for type tests only. The sample shall be representative of the range of values of the type under consideration (see note).

The appropriate number of specimens to be tested shall be agreed upon between user and supplier.

Any part or sub-part of a sample subjected to a series of tests shall contain a minimum of five specimens of a particular value, rating and type.

Tests and parts of tests shall be applied in the order given in the test schedule.

This standard does not specify the number of permissible failures; this is considered to be the prerogative of the authority giving type approval.

Note. — Part of a full range, or individual values, shown in this standard may be submitted to these tests in order to gain a limited approval.

- 7.1.2 Some, or all, of these tests may be repeated from time to time on samples drawn from current production to confirm that the quality of the product still corresponds to the requirements of the specification.

Failure in the latter tests may show defects in design not apparent in the original tests or may merely indicate defects in production which need to be corrected.

- 7.1.3 Any capacitor which has been subjected to any of the type tests which may be considered destructive shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

7.2 Programme des essais de type

L'échantillon doit être soumis aux essais du tableau VI ci-après, dans l'ordre indiqué.

Après exécution des essais du groupe IA, il est prélevé quelques pièces qui sont soumises à l'essai de soudabilité (groupe IB). Le reste de l'échantillon est alors monté et mesuré comme indiqué au groupe IIA et les condensateurs sont ensuite répartis en quatre parts soumises chacune à l'un des sous-groupes du groupe IIB.

TABLEAU VI

Groupe d'essai	Partie d'échantillon	Essai	Articles et paragraphes de cette norme	Articles de la Publication 384-1 de la CEI
IA	Tous les spécimens	Examen visuel et vérification des dimensions Capacité Tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$) Résistance d'isolement (R_i) Tension de tenue	8 9.1 9.2 9.3 9.4	7 10 11 8 9
IB	Quelques spécimens (voir note 2)	Soudabilité (si applicable)	10.3	—
IIA	Tous les spécimens restants	Montage Examen visuel Capacité (voir note 1) Tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$) (voir note 1) Résistance d'isolement (R_i) Tension de tenue	7.6 8 9.1 9.2 9.3 9.4	7 10 11 8 9
IIB	Partie 1	Adhérence (si applicable) Vibrations Variations rapides de température Séquence climatique	10.1 10.2 10.4 10.5	— 19 18 22
	Partie 2	Essai continu de chaleur humide	10.6	23
	Partie 3	Coefficient de température (α) ou Caractéristique capacité/température	9.5.1 ou 9.5.2	25
	Partie 4	Endurance	10.7	24

Notes 1. — A des fins de référence seulement.

2. — Le nombre réel doit être prescrit dans la spécification particulière.

7.3 Conditions atmosphériques normales d'essai

Selon article 5 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

7.3.1 Sauf prescription contraire, tous les essais, mesures et reprises doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai définies au paragraphe 5.3 de la Publication 68-1 (1968) de la CEI:

- Température: 15 °C à 35 °C.
- Humidité relative: 45% à 75%.
- Pression atmosphérique: 86 kPa à 106 kPa (860 mbar à 1060 mbar).

7.2 Schedule for type tests

The sample shall be subjected to the tests in accordance with the following Table VI in the order stated.

After the completion of the tests in Group IA, a few specimens shall be taken for the solderability test (Group IB). The remainder of the sample is then mounted and measured as required for Group IIA and is then divided into four parts which are tested in accordance with Group IIB.

TABLE VI

Test group	Sample part	Test	Clauses and sub-clauses of this standard	Clauses of IEC Publication 384-1
IA	All specimens	Visual examination and check of dimensions	8	7
		Capacitance	9.1	10
		Tangent of loss angle ($\tan \delta$)	9.2	11
		Insulation resistance (R_i)	9.3	8
		Voltage proof	9.4	9
IB	Few specimens (see note 2)	Solderability (if applicable)	10.3	—
IIA	All remaining specimens	Mounting	7.6	
		Visual examination	8	7
		Capacitance (see note 1)	9.1	10
		Tangent of loss angle ($\tan \delta$) (see note 1)	9.2	11
		Insulation resistance (R_i)	9.3	8
IIB	Part 1	Voltage proof	9.4	9
		Adhesion (if applicable)	10.1	—
		Vibration	10.2	19
		Rapid change of temperature	10.4	18
	Part 2	Climatic sequence	10.5	22
		Damp heat, steady state	10.6	23
	Part 3	Temperature coefficient (α)	9.5.1	25
		or temperature characteristic	9.5.2	
	Part 4	Endurance	10.7	24

Notes 1. — Only for reference purposes.

2. — Actual number to be specified in the detail specification.

7.3 Standard atmospheric conditions for testing

Clause 5 of IEC Publication 384-1, with the following details:

7.3.1 Unless otherwise specified, all tests, measurements and recovery shall be made under standard atmospheric conditions for testing as given in Sub-clause 5.3 of IEC Publication 68-1 (1968):

- Temperature: 15 °C to 35 °C.
- Relative humidity: 45% to 75%.
- Air pressure: 86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1060 mbar).

7.3.2 Préconditionnement spécial (pour les condensateurs de classe 2 seulement)

Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, le preconditionnement spécial, lorsqu'il est spécifié dans la présente norme avant un essai ou une séquence d'essais, est effectué dans les conditions suivantes: Exposition à la température maximale de catégorie, ou à toute autre température prescrite dans la spécification particulière, pendant 1 h, suivie d'une reprise de 24 h dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

Note. — Les condensateurs à diélectrique de classe 2 accusent une perte continue de capacité suivant une loi logarithmique (vieillessement naturel). Cependant, lorsque le condensateur est chauffé à une température au-delà du point de Curie de son diélectrique, il se produit un phénomène de rajeunissement tel que la capacité perdue au cours du vieillissement naturel est recouvrée, et le vieillissement naturel reprend dès que le condensateur se refroidit.

Le but du preconditionnement spécial est de mettre le condensateur dans un état déterminé indépendant de son histoire antérieure (voir annexe B, article B4, pour complément d'information).

7.3.3 Essai d'arbitrage

Pour les essais d'arbitrage les conditions atmosphériques normales d'essai, prises parmi celles de la Publication 68-1 (1968) de la CEI, paragraphe 5.2, sont les suivantes:

- Température: 20 ± 1 °C.
- Humidité relative: 63% à 67%.
- Pression atmosphérique: 96 ± 10 kPa (960 ± 100 mbar).

7.4 Séchage préliminaire (pour les condensateurs de classe 1 seulement)

Selon article 6 de la Publication 384-1 de la CEI.

7.5 Conditions de mesure

Les mesures sur les condensateurs des catégories —/—/04 doivent être faites à une humidité relative maximale de 70%.

7.6 Montage

7.6.1 Les condensateurs doivent être montés sur un substrat approprié; la méthode de montage dépend de la technologie du condensateur. Le matériau constituant le substrat (par exemple Al_2O_3 , pur à 98%) ne doit pas affecter le résultat de tout essai ou mesure.

Le substrat doit comporter des zones de report métallisées convenablement espacées permettant le montage des condensateurs et leur raccordement électrique.

Un exemple de substrat d'essai est représenté à la figure 1, page 26. Si une autre méthode de montage doit être appliquée, la procédure de montage doit être clairement décrite dans la spécification particulière.

7.6.2 Lorsque les sorties métallisées du condensateur sont prévues pour un montage par refusion de soudure, la procédure suivante doit être appliquée:

- a) La soudure utilisée, préformée ou en pâte, doit être un alliage eutectique étain/plomb à 2% d'argent minimum associé à un flux non actif comme le prescrit la Publication 68-2-20 (1968) de la CEI, Essai T: Soudure.
- b) Le condensateur chipse est alors placé entre les surfaces métallisées du substrat d'essai de telle sorte que ces surfaces soient en contact avec les sorties métallisées du chipse.

7.3.2 Special preconditioning (for Class 2 capacitors only)

Unless otherwise specified in the detail specification, the special preconditioning, when specified in this standard before a test or a sequence of tests, shall be made under the following conditions: Exposure at maximum temperature or at such higher temperature as may be specified in the detail specification during 1 h, followed by recovery during 24 h at standard atmospheric conditions for testing.

Note. — Class 2 capacitors lose capacitance continuously with time according to a logarithmic law (this is called ageing). However, if the capacitor is heated to a temperature above the Curie point of its dielectric, then “de-ageing” takes place, i.e. the capacitance lost through “ageing” is regained, and “ageing” recommences from the time when the capacitor recools.

The purpose of special preconditioning is to bring the capacitor to a defined state regardless of its previous history (see Appendix B, Clause B4, for further information).

7.3.3 Referee tests

For referee tests, the standard atmospheric conditions for testing, selected from IEC Publication 68-1 (1968), Sub-clause 5.2, are the following:

- Temperature: 20 ± 1 °C.
- Relative humidity: 63% to 67%.
- Air pressure: 96 ± 10 kPa (960 ± 100 mbar).

7.4 Preliminary drying (for Class 1 capacitors only)

Clause 6 of IEC Publication 384-1.

7.5 Measuring conditions

Capacitors of categories —/—/04 shall be measured at a relative humidity of 70% maximum.

7.6 Mounting

7.6.1 Capacitors shall be mounted on a suitable substrate; the method of mounting will depend on the capacitor construction. The substrate material (for example Al_2O_3 , 98% purity) shall not affect the result of any test or measurement.

The substrate shall have metallized land areas of proper spacing to permit mounting of capacitors and shall provide electrical connection to the capacitor terminals.

A typical test substrate is shown in Figure 1, page 27. If another method of mounting applies, the method should be clearly described in the detail specification.

7.6.2 When metallized terminations areas suitable for reflow soldering are provided, the following mounting procedure applies:

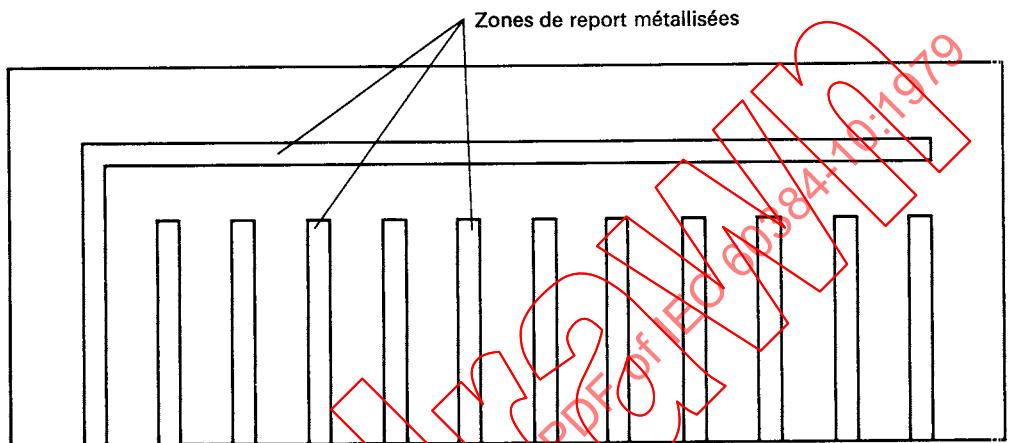
- a) The solder used in preform or paste form shall be silver-bearing (2% minimum) eutectic Sn/Pb solder together with a non-activated flux as stated in IEC Publication 68-2-20 (1968): Test T: Soldering.
- b) The chip capacitor shall then be placed across the metallized land areas of the test substrate so as to make contact between chip and substrate land areas.

c) Le substrat doit être alors placé dans ou sur un dispositif de transfert de chaleur approprié (bain de soudure, plaque chauffante, tunnel four, etc.) dont la température doit être maintenue entre 215 °C et 260 °C jusqu'à ce que la soudure fonde et reflue formant un congé homogène de soudure, mais pendant un temps n'excédant pas 10 s.

Notes 1. — Le flux doit être enlevé à l'aide d'un solvant approprié. Par la suite, toutes les manipulations doivent être faites de façon à éviter toute souillure. Toutes précautions doivent être prises pour maintenir la propreté dans les chambres d'essai et pendant les mesures effectuées après essai.

2. — La méthode de montage décrite ci-dessus constitue également un essai de résistance à la chaleur de soudure. La mesure des paramètres électriques est, pour cette raison, répétée après le montage (voir tableau d'essais, groupe IIA).

3. — La spécification particulière peut prescrire une plage de températures plus restreinte.



211/79

FIGURE 1

8. Examen visuel et vérification des dimensions

Selon article 7 de la Publication 384-1 de la CEI.

9. Essais électriques

9.1 Capacité*

Selon article 10 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

Conditions de mesure

— Tension de mesure: classe 1: ≤ 5 V (valeur efficace) sauf spécification contraire dans la spécification particulière.

classe 2: $1,0 \pm 0,2$ V (valeur efficace) pour la mesure. 1,0 V (valeur efficace) pour les conditions d'arbitrage à moins d'indication contraire dans la spécification particulière.

— Fréquence: classe 1: $C_R \leq 1000$ pF $f = 1$ MHz $\pm 20\%$ ou 100 kHz $\pm 20\%$ (fréquence d'arbitrage 1 MHz).

$C_R > 1000$ pF $f = 1$ kHz $\pm 20\%$ ou 100 kHz $\pm 20\%$ (fréquence d'arbitrage 1 kHz).

* Lorsque des mesures sont effectuées avant et après un essai, les conditions de mesure doivent être les mêmes dans chaque cas.

c) The substrate shall then be placed in or on a suitable heat transfer unit (molten solder, hot plate, tunnel oven, etc.). The temperature of the unit shall be maintained between 215 °C and 260 °C, until the solder melts and reflows forming a homogeneous solder bond, but for not longer than 10 s.

Notes 1. — Flux shall be removed by a suitable solvent treatment. All subsequent handling shall be such as to avoid contamination. Care shall be taken to maintain cleanliness in test chambers and during post-test measurements.

2. — The above mounting procedure also comprises a resistance to soldering heat test. The measurements of electrical parameters are therefore repeated after the mounting process (see test schedule, Group IIA).

3. — The detail specification may require a more restricted temperature range.

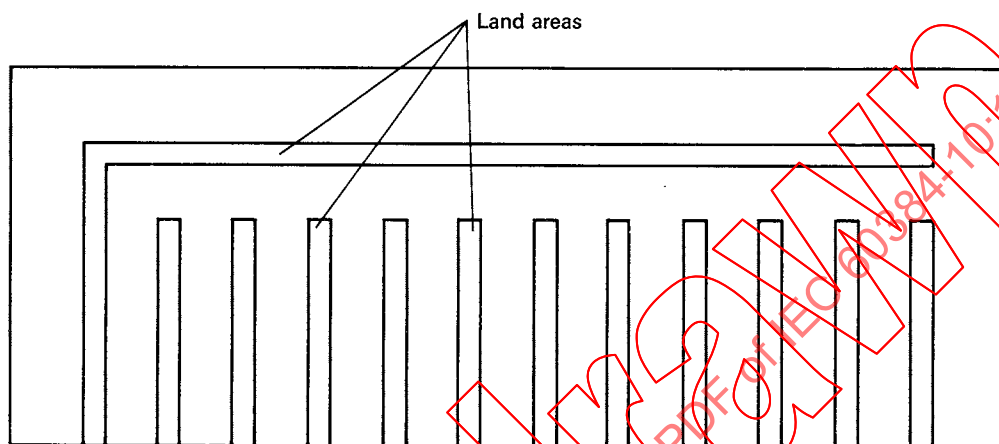


FIGURE 1

211/79

8. Visual examination and check of dimensions

Clause 7 of IEC Publication 384-1.

9. Electrical tests

9.1 Capacitance*

Clause 10 of IEC Publication 384-1, with the following details:

Measuring conditions

— Measuring voltage: Class 1: ≤ 5 r.m.s., unless otherwise specified in the detail specification.

Class 2: 1.0 ± 0.2 V r.m.s., for measurement.
1.0 V r.m.s., for referee purposes, unless otherwise specified in the detail specification.

— Frequency: Class 1: $C_R \leq 1000$ pF $f = 1$ MHz $\pm 20\%$ or 100 kHz $\pm 20\%$ (referee frequency 1 MHz).

$C_R > 1000$ pF $f = 1$ kHz $\pm 20\%$ or 100 kHz $\pm 20\%$ (referee frequency 1 kHz).

* When measurements are made before and after a test, the measuring conditions employed shall be the same in each case.

classe 2: $C_R \leq 100 \text{ pF}$ $f =$ doit être prescrite dans la spécification particulière.

$C_R > 100 \text{ pF}$ $f = 1 \text{ kHz} \pm 20\%$ pour la mesure
(fréquence d'arbitrage 1 kHz).

Précision

La précision de la mesure doit être telle que l'erreur ne dépasse pas 10% de la tolérance sur la capacité nominale pour les mesures en valeur absolue ou 10% de l'exigence relative à la variation de capacité suivant le cas.

Toute variation de température due aux manipulations doit être évitée.

Exigences

La valeur de la capacité, mesurée avant montage, doit correspondre à la capacité nominale, compte tenu de la tolérance spécifiée.

La capacité mesurée après montage au groupe IIA sert seulement de référence pour les essais suivants.

Pour les mesures d'arbitrage des condensateurs de classe 2, la valeur de la capacité est celle, obtenue par extrapolation, correspondant à une durée de vieillissement de 1000 h (pour les explications, se reporter à l'annexe B).

9.2 Tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$)

Selon article 11 de la Publication 384-1 de la CEEI, compte tenu des modalités suivantes:

Condensateurs de classe 1

Conditions de mesure: les mêmes qu'au paragraphe 9.1.

Exigences

La tangente de l'angle de pertes mesurée avant montage ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau suivant:

Capacité nominale (pF)	Tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$) en 10^{-4}	
	$+100 \geq \alpha > 750$ et SL (1C)	$-750 \geq \alpha > -1\,500$ et UM (1D)
$C_R \geq 50$	15	20
$5 \leq C_R < 50$	$1,5 \left(\frac{150}{C_R} + 7 \right)$	$2 \left(\frac{150}{C_R} + 7 \right)$
$C_R < 5$	Lorsque la mesure est demandée par l'utilisateur, la limite doit faire l'objet d'un accord entre utilisateur et fournisseur	

La tangente de l'angle de pertes mesurée après montage sert seulement de référence pour les essais suivants.

Class 2: $C_R \leq 100 \text{ pF}$ $f =$ to be specified in the detail specification.

$C_R > 100 \text{ pF}$ $f = 1 \text{ kHz} \pm 20\%$ for measuring purposes and
1 kHz for referee tests.

Accuracy

The accuracy of capacitance measurement shall be such that the error does not exceed 10% of the tolerance on the rated capacitance for measurements of absolute capacitance or 10% of the requirement for capacitance variation, as applicable.

Temperature variation due to handling shall be avoided.

Requirements

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

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

For referee measurements of Class 2 capacitors, the capacitance value shall be the value extrapolated to an ageing time of 1000 h (for explanation, see Appendix B).

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

Clause 11 of IEC Publication 384-1, with the following details:

Class 1 capacitors

Measuring conditions: same as in Sub-clause 9.1.

Requirements

The tangent of the loss angle as measured in the unmounted state shall not exceed the following values:

Rated capacitance (pF)	Tangent of loss angle ($\tan \delta$) in 10^{-4}	
	$+100 \geq \alpha > 750$ and SL (1C)	$-750 \geq \alpha > -1500$ and UM (1D)
$C_R \geq 50$	15	20
$5 \leq C_R < 50$	$1.5 \left(\frac{150}{C_R} + 7 \right)$	$2 \left(\frac{150}{C_R} + 7 \right)$
$C_R < 5$	When the measurement is required by the user, the limit shall be agreed upon between user and supplier	

The tangent of the loss angle as measured in the mounted state is for reference purposes only in further tests.

Condensateurs de classe 2

Conditions de mesure: les mêmes qu'au paragraphe 9.1.

Précision

L'appareil de mesure doit avoir une précision telle que l'erreur de mesure ne dépasse pas 0,001.

Exigences

La tangente de l'angle de pertes mesurée avant montage ne doit pas dépasser 0,035, ou la valeur donnée par la spécification particulière.

La tangente de l'angle de pertes mesurée après montage au groupe IIA sert seulement de référence pour les essais suivants.

9.3 Résistance d'isolement (R_i)

Selon article 8 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

Avant l'essai les condensateurs doivent être soigneusement nettoyés afin de retirer toute souillure. On doit prendre soin de maintenir la propreté dans les chambres d'essai et lors des mesures après essai. Avant la mesure les condensateurs doivent être complètement déchargés. La résistance d'isolement doit être mesurée entre les sorties.

9.3.1 Conditions de mesure

La tension à appliquer est indiquée ci-dessous:

Tension nominale (V)	Tension de mesure (V)
$U_R < 100$	10 ± 1
$100 \leq U_R < 500$	100 ± 15
$U_R \geq 500$	500 ± 50

Note. — Lorsque $U_R < 100$ V, la tension de mesure peut avoir toute valeur inférieure ou égale à U_R , la tension d'arbitrage étant de 10 V.

La tension doit être appliquée instantanément à la valeur correcte pendant $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$.

Le produit de la résistance interne par la capacité nominale du condensateur ne doit pas dépasser 1 s sauf autre prescription 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 min.

9.3.2 Exigences

Condensateurs de classe 1

Pour les condensateurs dont $C_R \leq 10 \text{ nF}$ $R_i \geq 10000 \text{ M}\Omega$;
 $C_R > 10 \text{ nF}$ $R_i \cdot C_R \geq 100 \text{ s}$.

Condensateurs de classe 2

Pour les condensateurs dont $C_R \leq 25 \text{ nF}$ $R_i \geq 4000 \text{ M}\Omega$;
 $C_R > 25 \text{ nF}$ $R_i \cdot C_R \geq 100 \text{ s}$.

Class 2 capacitors

Measuring conditions: same as in Sub-clause 9.1.

Accuracy

The accuracy of the measuring instruments shall be such that the measuring error does not exceed 0.001.

Requirements

The tangent of loss angle in the unmounted state shall not exceed 0.035, or the value given in the detail specification.

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

9.3 Insulation resistance (R_i)

Clause 8 of IEC Publication 384-1, with the following details:

Prior to the test, capacitors shall be carefully cleaned to remove any contamination. Care shall be taken to maintain cleanliness in the test chambers and during post-test measurements. Before the measurement, the capacitors shall be fully discharged. The insulation resistance shall be measured between the terminations.

9.3.1 Measuring conditions

The voltage to be applied is given below:

Rated voltage (V)	Measuring voltage (V)
$U_R < 100$	10 ± 1
$100 \leq U_R < 500$	100 ± 15
$U_R \geq 500$	500 ± 50

Note. — For $U_R < 100$ V the measuring voltage may be of any value not greater than U_R , the referee voltage being 10 V.

The voltage shall be applied immediately at the specified value for $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$.

The product of the internal resistance and the rated 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.

9.3.2 Requirements

Class 1 capacitors

For capacitors with $C_R \leq 10 \text{ nF}$ $R_i \geq 10000 \text{ M}\Omega$;
 $C_R > 10 \text{ nF}$ $R_i \cdot C_R \geq 100 \text{ s}$.

Class 2 capacitors

For capacitors with $C_R \leq 25 \text{ nF}$ $R_i \geq 4000 \text{ M}\Omega$;
 $C_R > 25 \text{ nF}$ $R_i \cdot C_R \geq 100 \text{ s}$.

9.4 Tension de tenue (rigidité diélectrique)

Selon article 9 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes :

9.4.1 Conditions d'essai

La tension à appliquer est indiquée ci-dessous :

Tension nominale (V)	Tension d'essai (V)
≤ 500	$2,5 U_R$
> 500	$1,5 U_R + 500$

La tension doit être appliquée pendant 1 min pour les essais de type et pendant 2 s au plus pour les essais de contrôle de fabrication.

La résistance interne de la source de tension (r) doit être telle que $r \cdot C_R \leq 1$ s.

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

9.4.2 Exigence

Il ne doit y avoir ni perforation ni contournement pendant l'essai.

9.5 Caractéristiques en fonction de la température

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

Pour les condensateurs de classe 1 seulement

Selon paragraphe 25.1 de la Publication 384-1B de la CEI, compte tenu des modalités suivantes :

9.5.1.1 Séchage préliminaire

Les condensateurs doivent être séchés selon le paragraphe 7.4 pendant 16 h à 24 h.

9.5.1.2 Conditions de mesure

Selon paragraphes 25.1.2 et 25.1.3 de la Publication 384-1B de la CEI.

9.5.1.3 Exigences

La variation de capacité aux températures minimale et maximale de la catégorie (et à d'autres températures qui peuvent être spécifiées dans la spécification particulière) ne doit pas dépasser les limites indiquées au tableau IV.

La dérive de capacité après cycle thermique ne doit pas dépasser les valeurs indiquées ci-dessous :

$+100 \geq \alpha > -150$	$-150 \geq \alpha > -1500$ et SL (1C) et UM (1D)	-1500
0,3% ou 0,05 pF*	1% ou 0,05 pF*	2% ou 0,05 pF*

* La plus grande de ces deux valeurs.

9.4 Voltage proof

Clause 9 of IEC Publication 384-1, with the following details:

9.4.1 Test conditions

The voltage to be applied is given below:

Rated voltage (V)	Test voltage (V)
≤ 500	$2.5 U_R$
> 500	$1.5 U_R + 500$

The voltage shall be applied for 1 min for type test and for 2 s maximum for factory tests.

The internal resistance of the voltage source (r) shall be such that $r \cdot C_R \leq 1$ s.

The charge current shall not exceed 0.05 A.

9.4.2 Requirement

There shall be no breakdown or flashover during the test.

9.5 Temperature characteristics

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

For Class 1 capacitors only

Sub-clause 25.1 of IEC Publication 384-1B, with the following details:

9.5.1.1 Preliminary drying

The capacitors shall be dried according to Sub-clause 7.4 for 16 h to 24 h.

9.5.1.2 Measuring conditions

Sub-clauses 25.1.2 and 25.1.3 of IEC Publication 384-1B.

9.5.1.3 Requirements

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

The temperature cyclic drift of capacitance shall not exceed the following limits:

$+100 \geq \alpha > -150$	$-150 \geq \alpha > -1500$ and SL (1C) and UM (1D)	-1500
0.3% or 0.05 pF*	1% or 0.05 pF*	2% or 0.05 pF*

* Whichever is greater.

9.5.2 Caractéristique capacité/température

Pour les condensateurs de classe 2 seulement

9.5.2.1 Préconditionnement spécial

Selon paragraphe 7.3.2.

9.5.2.2 Conditions de mesure

Selon paragraphes 25.1.2 et 25.1.3 de la Publication 384-1B de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

Température (°C)	Référence à l'intérieur du cycle de température	Application de tension (U_R) continue
20 ± 2	a	—
$T_1 \pm 3$	b	—
20 ± 2	d	—
$T_2 \pm 2$	f	—
$T_2 \pm 2$	f	x
20 ± 2	g	x
$T_1 \pm 3$	b	x
20 ± 2	a	—

T_1 = température minimale de catégorie.

T_2 = température maximale de catégorie.

Notes 1. — — indique qu'il n'y a pas d'application de tension continue.

x indique qu'il y a application de tension continue.

2. — Des mesures doivent être effectuées à des températures intermédiaires telles que la conformité aux exigences du paragraphe 5.7 soit vérifiée.

3. — La capacité de référence est celle mesurée au point «d».

4. — En raison des effets décrits dans la note du paragraphe 7.3.2, les valeurs de capacité mesurées aux températures référencées «f», «g» et «b» avec tension continue appliquée sont fonction du temps. Cette dépendance du temps est comprise dans les limites données pour la variation de capacité. La variation de capacité entre les première et dernière mesures aux températures référencées «a» indique le vieillissement impliqué. En cas de litige concernant les résultats des mesures sous tension continue, il est judicieux de convenir d'un intervalle de temps fixe entre les mesures aux températures référencées «f» et «b».

9.5.2.3 Exigences

La caractéristique capacité/température, avec ou sans tension continue appliquée, ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau V (paragraphe 5.7).

10. Essais d'environnement

10.1 Adhérence

10.1.1 Conditions d'essai

Sauf prescription contraire, les condensateurs doivent être montés conformément au paragraphe 7.6.

Une force de 5 N doit être appliquée. Le point d'application de la force devrait être le centre de la face du chipse perpendiculaire au substrat et parallèle à la ligne joignant le centre des sorties.

10.1.2 Examen et exigences finals

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

9.5.2 Temperature characteristic of capacitance

For Class 2 capacitors only

9.5.2.1 Special preconditioning

Sub-clause 7.3.2.

9.5.2.2 Measuring conditions

Sub-clauses 25.1.2 and 25.1.3 of IEC Publication 384-1B, with the following details:

Temperature (°C)	Temperature reference	D.C. voltage (U_R) applied
20 ± 2	a	—
$T_1 \pm 3$	b	—
20 ± 2	d	—
$T_2 \pm 2$	f	—
$T_2 \pm 2$	f	—
20 ± 2	g	x
$T_1 \pm 3$	b	x
20 ± 2	a	—

T_1 = lower category temperature.

T_2 = upper category temperature.

Notes 1. — — indicates: no d.c. voltage applied.

x indicates: d.c. voltage applied.

2. — Measurements shall be made at such intermediate temperatures as to ensure that the requirements of Sub-clause 5.7 are met.

3. — Reference capacitance is the capacitance measured at "d".

4. — Because of the effects described in the note in Sub-clause 7.3.2, the capacitance values measured at temperature reference "f", "g" and "b" with d.c. voltage applied, are time-dependent. This time dependency is included in the given limits for capacitance change. The capacitance change between the first and the last measurements at temperature reference "a" indicates the amount of ageing involved. In case of a dispute about the results of measurements with d.c. voltage applied, it is advisable to agree upon a fixed time interval between measurements at temperature reference "f" and "b".

9.5.2.3 Requirements

The temperature characteristic of capacitance *with* or *without* d.c. voltage applied shall not exceed the values given in Table V (Sub-clause 5.7).

10. Environmental tests

10.1 Adhesion

10.1.1 Test conditions

Unless otherwise specified, the capacitors shall be mounted according to Sub-clause 7.6.

A force of 5 N shall be applied. The point for applying the force should be the centre of the face of the chip which is vertical to the substrate and parallel to the line joining the termination centre.

10.1.2 Final inspection and requirements

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

10.2 Vibrations

Selon article 19 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

10.2.1 Conditions d'essai

Les condensateurs doivent être montés (paragraphe 7.6).

L'essai Fc de la Publication 68-2-6 (1970) de la CEI doit être appliqué avec le degré de sévérité suivant:

Gamme de fréquences:	10 Hz à 500 Hz.
Amplitude du déplacement ou accélération:	1,5 mm ou 10 g.
Durée totale:	6 h.

10.2.2 Examen et exigences finals

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

10.3 Soudabilité (si applicable)

10.3.1 Préconditionnement spécial (pour les condensateurs de classe 2 seulement)

Selon paragraphe 7.3.2.

10.3.2 Mesure initiale

La capacité doit être mesurée selon le paragraphe 9.1.

10.3.3 Conditions d'essai

L'essai T du paragraphe 3.2 de la Publication 68-2-20 (1968) de la CEI doit être effectué en tenant compte des dérogations suivantes.

Température du bain de soudure: 230 ± 10 °C.

Immersion: Les condensateurs doivent être complètement immergés pendant 4 ± 1 s.

10.3.4 Reprise (pour les condensateurs de classe 2 seulement)

Les condensateurs doivent être laissés pendant 24 ± 2 h dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

10.3.5 Examen, mesures et exigences finals

Les condensateurs doivent être examinés visuellement.

Les surfaces métallisées correspondant aux sorties doivent être recouvertes au moins à 60% d'une couche de soudure uniforme et ne doivent pas présenter de démétallisation ou de dissolution des sorties par la soudure. Le contrôle peut être facilité en utilisant un étalon visuel convenu. Les 40% restants peuvent contenir de petits trous ou des points rugueux, mais ceux-ci ne doivent pas être concentrés dans une seule zone.

10.2 *Vibration*

Clause 19 of IEC Publication 384-1, with the following details:

10.2.1 *Test conditions*

The capacitors shall be mounted (Sub-clause 7.6).

Test Fc of IEC Publication 68-2-6 (1970) shall be applied with the following degree of severity:

Frequency range:	10 Hz to 500 Hz.
Displacement amplitude or acceleration:	1.5 mm or 10 g.
Total duration:	6 h.

10.2.2 *Final inspection and requirements*

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

10.3 *Solderability (if applicable)*

10.3.1 *Special preconditioning (for Class 2 capacitors only)*

Sub-clause 7.3.2.

10.3.2 *Initial measurement*

The capacitance shall be measured according to Sub-clause 9.1.

10.3.3 *Test conditions*

Test T of Sub-clause 3.2 of IEC Publication 68-2-20 (1968) shall be applied with the following deviations:

Temperature of solder bath: 230 ± 10 °C.

Immersion: The capacitors shall be completely immersed during 4 ± 1 s.

10.3.4 *Recovery (for Class 2 capacitors only)*

The capacitors shall be subjected for $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ to standard atmospheric conditions for testing.

10.3.5 *Final inspection, measurements and requirements*

The capacitors shall be visually examined.

Termination areas shall be at least 60% covered with a smooth solder coating and shall exhibit no demetallization or leaching of the terminations. The inspection may be facilitated by using an agreed visual standard. The remaining 40% may contain small pinholes or rough spots, but these shall not be concentrated in one area.

La capacité doit être mesurée selon le paragraphe 9.1; la variation ne doit pas dépasser:

Pour les condensateurs de classe 1

α nominal en $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	Exigences *
$+100 \geq \alpha \geq -750$	1% ou 1 pF
$-750 > \alpha \geq -1500$ et SL (1C) et UM (1D)	2% ou 1 pF

* La plus grande de ces deux valeurs.

Pour les condensateurs de classe 2

Sous-classe	Exigences
2B et 2C	$\pm 10\%$
2D	$\pm 15\%$
2E et 2F	$\pm 20\%$

Note. — Voir paragraphe 5.7 pour l'explication du code.

10.4 Variations rapides de température

(Non applicable aux condensateurs des catégories climatiques 25/085/21 à 10/070/04 inclus.)

Selon article 18 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

10.4.1 Préconditionnement spécial (pour les condensateurs de classe 2 seulement)

Selon paragraphe 7.3.2.

10.4.2 Mesure initiale

La capacité doit être mesurée selon le paragraphe 9.1.

10.4.3 Conditions d'essai

Essai Na de la Publication 68-2-14 (1974) de la CEI: cinq cycles, avec une exposition de 30 min à chaque température extrême.

10.4.4 Reprise

Les condensateurs doivent être laissés pendant 24 ± 2 h dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

10.4.5 Examen, mesures et exigences finals

Les condensateurs doivent être examinés visuellement.

Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

La capacité doit être mesurée selon le paragraphe 9.1; la variation ne doit pas dépasser:

The capacitance shall be measured according to Sub-clause 9.1, the change shall not exceed:

For Class 1 capacitors

α rated in $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	Requirements*
$+100 \geq \alpha \geq -750$	1% or 1 pF
$-750 > \alpha \geq -1500$ and SL (1C) and UM (1D)	2% or 1 pF

* Whichever is greater.

For Class 2 capacitors

Sub-class	Requirements
2B and 2C	$\pm 10\%$
2D	$\pm 15\%$
2E and 2F	$\pm 20\%$

Note. — See Sub-clause 5.7 for explanation of the codes.

10.4 Rapid change of temperature

(Not applicable to climatic categories 25/085/21 to 10/070/04 inclusive.)

Clause 18 of IEC Publication 384-1, with the following details:

10.4.1 Special preconditioning (for Class 2 capacitors only)

Sub-clause 7.3.2.

10.4.2 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to Sub-clause 9.1.

10.4.3 Test conditions

Test Na of IEC Publication 68-2-14 (1974) shall be applied for five cycles with 30 min at each extreme temperature.

10.4.4 Recovery

The capacitors shall be subjected for 24 ± 2 h to standard atmospheric conditions for testing.

10.4.5 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined.

There shall be no visible damage.

The capacitance shall be measured according to Sub-clause 9.1, the change shall not exceed:

Pour les condensateurs de classe 1

α nominal en $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	Exigences*
$+100 \geq \alpha \geq -750$ et SL (1C) et UM (1D)	1% ou 1 pF
$-750 > \alpha \geq -1500$	2% ou 1 pF

* La plus grande de ces deux valeurs.

Pour les condensateurs de classe 2

Sous-classe	Exigences
2B et 2C	$\pm 10\%$
2D	$\pm 15\%$
2E et 2F	$\pm 20\%$

Note. — Voir paragraphe 5.7 pour l'explication du code.

10.5 *Séquence climatique*

Selon article 22 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

10.5.1 *Préconditionnement spécial (pour les condensateurs de classe 2 seulement)*

Selon paragraphe 7.3.2.

10.5.2 *Mesure initiale*

La capacité doit être mesurée selon le paragraphe 9.1.

10.5.3 *Chaleur sèche*

Selon paragraphe 22.2 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

Durée d'essai: 16 h.

Pas de mesures finales requises.

10.5.4 *Essai cyclique de chaleur humide, essai Db*, premier cycle*

Selon paragraphe 22.3 de la Publication 384-1 de la CEI pour les conditions d'essai et selon Publication 68-2-30 (1969) de la CEI, sévérité b (55 °C) pour la méthode d'essai.

10.5.5 *Froid*

Selon paragraphe 22.4 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

Durée: 2 h.

Examen et exigences finals

Les condensateurs doivent être examinés visuellement.

Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

* Jusqu'au 1^{er} janvier 1980, l'essai accéléré de chaleur humide (essai D de la Publication 68-2-4 (1960) de la CEI) peut être encore utilisé en variante. Cependant, l'essai Db est préférentiel.

For Class 1 capacitors

α rated in $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	Requirements*
$+100 \geq \alpha \geq -750$ and SL (1C) and UM (1D)	1% or 1 pF
$-750 > \alpha \geq -1500$	2% or 1 pF

* Whichever is greater.

For Class 2 capacitors

Sub-class	Requirements
2B and 2C	$\pm 10\%$
2D	$\pm 15\%$
2E and 2F	$\pm 20\%$

Note. — See Sub-clause 5.7 for explanation of the codes.

10.5 *Climatic sequence*

Clause 22 of IEC Publication 384-1, with the following details:

10.5.1 *Special preconditioning (for Class 2 capacitors only)*

Sub-clause 7.3.2.

10.5.2 *Initial measurement*

The capacitance shall be measured according to Sub-clause 9.1.

10.5.3 *Dry heat*

Sub-clause 22.2 of IEC Publication 384-1, with the following details:

Duration: 16 h.

No final measurements are required.

10.5.4 *Damp heat, cyclic test Db*, first cycle*

For test conditions, see Sub-clause 22.3 of IEC Publication 384-1, and for the test method, IEC Publication 68-2-30 (1969), severity b (55 °C).

10.5.5 *Cold*

Sub-clause 22.4 of IEC Publication 384-1, with the following details:

Duration: 2 h.

Final inspection and requirements

The capacitors shall be visually examined.

There shall be no visible damage.

* Until 1st January 1980, alternatively the accelerated damp heat Test D (IEC Publication 68-2-4 (1960)) may still be used. However, Test Db is preferred.

10.5.6 Essai cyclique de chaleur humide, essai Db*, cycles restants

10.5.6.1 Selon paragraphe 22.6 de la Publication 384-1 de la CEI pour les conditions d'essai et selon Publication 68-2-30 (1969) de la CEI, sévérité b (55 °C), pour la méthode d'essai.

10.5.6.2 Conditions d'essai

Aucune tension n'est appliquée.

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

10.5.6.3 Reprise

Les condensateurs doivent être laissés pendant 1 h à 2 h pour les condensateurs de classe 1** et pendant 24 ± 2 h pour les condensateurs de classe 2 dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

10.5.7 Examen, mesures et exigences finals

Les condensateurs doivent être examinés visuellement.

Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

Les condensateurs doivent être mesurés et doivent satisfaire aux exigences suivantes:

Pour les condensateurs de classe 1

Mesure	Conditions de mesure	α nominal et (sous-classe)	Exigences
Capacité	Paragraphe 9.1	$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1A) _(1B)	Variation de capacité $\leq 2\%$ ou 1 pF ¹⁾
		$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1F) SL _(1C)	Variation de capacité $\leq 3\%$ ou 1 pF ¹⁾
		$-750 > \alpha \geq -1500$ ^(1F) UM _(1D)	
Tangente de l'angle de pertes	Paragraphe 9.2	Tous α et sous-classes	≤ 2 fois les valeurs du paragraphe 9.2
Résistance d'isolement	Paragraphe 9.3	Tous α et sous-classes	$\geq 2500 \text{ M}\Omega$ ou 25 s ²⁾

1) La plus grande de ces deux valeurs.

2) La plus petite de ces deux valeurs.

Note. — Voir paragraphe 5.6 pour l'explication du code.

* Jusqu'au 1^{er} janvier 1980, l'essai accéléré de chaleur humide (essai D de la Publication 68-2-4 (1960) de la CEI) peut être encore utilisé en variante. Cependant, l'essai Db est préférentiel.

** Si les condensateurs ne répondent pas aux exigences, ils peuvent être à nouveau mesurés après une période de reprise de 6 h à 24 h.

10.5.6 Damp heat, cyclic test Db*, remaining cycles

10.5.6.1 For test conditions, see Sub-clause 22.6 of IEC Publication 384-1, and for the test method, IEC Publication 68-2-30 (1969), severity b (55 °C).

10.5.6.2 Conditions of test

No voltage applied.

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

10.5.6.3 Recovery

The capacitors shall be subjected for 1 h to 2 h for Class 1 capacitors** and for 24 ± 2 h for Class 2 capacitors to standard atmospheric conditions for testing.

10.5.7 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined.

There shall be no visible damage.

The capacitors shall be measured and shall meet the following requirements:

For Class 1 capacitors

Measurement	Measuring conditions	α rated and (sub-class)	Requirements
Capacitance	Sub-clause 9.1	$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1A) _(1B)	Capacitance change $\leq 2\%$ or 1 pF ¹⁾
		$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1F) SL _(1C)	Capacitance change $\leq 3\%$ or 1 pF ¹⁾
		$-750 > \alpha \geq -1500$ ^(1F) UM _(1D)	
Tangent of loss angle	Sub-clause 9.2	All α 's and sub-classes	≤ 2 times the value of Sub-clause 9.2
Insulation resistance	Sub-clause 9.3	All α 's and sub-classes	$\geq 2500 \text{ M}\Omega$ or 25 s ²⁾

1) Whichever is greater.

2) Whichever is less.

Note. — See Sub-clause 5.6 for explanation of the codes.

* Until 1st January 1980, alternatively the accelerated damp heat Test D (IEC Publication 68-2-4 (1960)) may still be used. However, Test Db is preferred.

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

Pour les condensateurs de classe 2

Mesure	Conditions de mesure	Exigences		
		Sous-classes 2B et 2C	Sous-classe 2D	Sous-classes 2E et 2F
Capacité	Paragraphe 9.1	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 10\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 15\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$
Tangente de l'angle de pertes	Paragraphe 9.2	$\text{tg } \delta \leq 50 \cdot 10^{-3}$	$\text{tg } \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$	$\text{tg } \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$
Résistance d'isolement	Paragraphe 9.3	$R_i \geq 1000 \text{ M}\Omega$ ou $R_i \cdot C_R \geq 25 \text{ s}$ (la plus petite de ces deux valeurs)		

Note. — Voir paragraphe 5.7 pour l'explication du code.

10.6 Essai continu de chaleur humide

Selon article 23 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

10.6.1 Préconditionnement spécial (pour les condensateurs de classe 2 seulement)

Selon paragraphe 7.3.2.

10.6.2 Mesure initiale

La capacité doit être mesurée selon le paragraphe 9.1.

10.6.3 Conditions d'essai

Pas de tension appliquée, à moins d'indication contraire dans la spécification particulière.

10.6.4 Reprise

Les condensateurs doivent être laissés pendant 1 h à 2 h pour les condensateurs de classe 1* et pendant 24 ± 2 h pour les condensateurs de classe 2 dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

10.6.5 Examen, mesures et exigences finals

Les condensateurs doivent être examinés visuellement.

Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

Les condensateurs doivent être mesurés et doivent satisfaire aux exigences suivantes:

* Si les condensateurs ne répondent pas aux exigences, ils peuvent être à nouveau mesurés après une période de reprise de 6 h à 24 h.

For Class 2 capacitors

Measurement	Measuring conditions	Requirements		
		Sub-classes 2B and 2C	Sub-class 2D	Sub-classes 2E and 2F
Capacitance	Sub-clause 9.1	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 10\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 15\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$
Tangent of loss angle	Sub-clause 9.2	$\tan \delta \leq 50 \cdot 10^{-3}$	$\tan \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$	$\tan \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$
Insulation resistance	Sub-clause 9.3	$Ri \geq 1000 \text{ M}\Omega$ or $Ri \cdot C_R \geq 25 \text{ s}$ (whichever is less)		

Note. — See Sub-clause 5.7 for explanation of the codes.

10.6 Damp heat, steady state

Clause 23 of IEC Publication 384-1, with the following details:

10.6.1 Special preconditioning (for Class 2 capacitors only)

Sub-clause 7.3.2.

10.6.2 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to Sub-clause 9.1.

10.6.3 Conditions of test

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

10.6.4 Recovery

The capacitors shall be subjected for 1 h to 2 h for Class 1 capacitors* and for 24 ± 2 h for Class 2 capacitors to standard atmospheric conditions for testing.

10.6.5 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined.

There shall be no visible damage.

The capacitors shall be measured and shall meet the following requirements:

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

Pour les condensateurs de classe 1

Mesure	Conditions de mesure	α nominal et (sous-classe)	Exigences
Capacité	Paragraphe 9.1	$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1A) _(1B)	Variation de capacité $\leq 2\%$ ou $1 \text{ pF}^{1)}$
		$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1F) _(1C) SL	Variation de capacité $\leq 3\%$ ou $1 \text{ pF}^{1)}$
		$-750 > \alpha \geq -1500$ ^(1F) _(1D) UM	
Tangente de l'angle de pertes	Paragraphe 9.2	Tous α et sous-classes	≤ 2 fois les valeurs du paragraphe 9.2
Résistance d'isolement	Paragraphe 9.3	Tous α et sous-classes	$\geq 2500 \text{ M}\Omega$ ou $25 \text{ s}^{2)}$

1) La plus grande de ces deux valeurs.

2) La plus petite de ces deux valeurs.

Note. — Voir paragraphe 5.6 pour l'explication du code.

Pour les condensateurs de classe 2

Mesure	Conditions de mesure	Exigences		
		Sous-classes 2B et 2C	Sous-classe 2D	Sous-classes 2E et 2F
Capacité	Paragraphe 9.1	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 10\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 15\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$
Tangente de l'angle de pertes	Paragraphe 9.2	$\text{tg } \delta \leq 50 \cdot 10^{-3}$	$\text{tg } \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$	$\text{tg } \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$
Résistance d'isolement	Paragraphe 9.3	$R_i \geq 1000 \text{ M}\Omega$ ou $R_i \cdot C_R \geq 25 \text{ s}$ (la plus petite de ces deux valeurs)		

Note. — Voir paragraphe 5.7 pour l'explication du code.

10.7 Endurance

Selon article 24 de la Publication 384-1 de la CEI, compte tenu des modalités suivantes:

10.7.1 Préconditionnement spécial (pour les condensateurs de classe 2 seulement)

Selon paragraphe 7.3.2.

10.7.2 Mesure initiale

La capacité doit être mesurée selon le paragraphe 9.1.

10.7.3 Conditions d'essai

Température: température maximale de catégorie.

Tension: 1,5 fois la tension nominale (U_R).

Durée: 1000 h.

For Class 1 capacitors

Measurement	Measuring conditions	α rated and (sub-class)	Requirements
Capacitance	Sub-clause 9.1	$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1A) _(1B)	Capacitance change $\leq 2\%$ or $1 \text{ pF}^{1)}$
		$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1F) SL _(1C)	Capacitance change $\leq 3\%$ or $1 \text{ pF}^{1)}$
		$-750 > \alpha \geq -1500$ ^(1F) UM _(1D)	
Tangent of loss angle	Sub-clause 9.2	All α 's and sub-classes	≤ 2 times the value of Sub-clause 9.2
Insulation resistance	Sub-clause 9.3	All α 's and sub-classes	$\geq 2500 \text{ M}\Omega$ or $25 \text{ s}^{2)}$

1) Whichever is greater.

2) Whichever is less.

Note. — See Sub-clause 5.6 for explanation of the codes.

For Class 2 capacitors

Measurement	Measuring conditions	Requirements		
		Sub-classes 2B and 2C	Sub-class 2D	Sub-classes 2E and 2F
Capacitance	Sub-clause 9.1	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 10\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 15\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$
Tangent of loss angle	Sub-clause 9.2	$\tan \delta \leq 50 \cdot 10^{-3}$	$\tan \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$	$\tan \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$
Insulation resistance	Sub-clause 9.3	$Ri \geq 1000 \text{ M}\Omega$ or $Ri \cdot C_R \geq 25 \text{ s}$ (whichever is less)		

Note. — See Sub-clause 5.7 for explanation of the codes.

10.7 Endurance

Clause 24 of IEC Publication 384-1, with the following details:

10.7.1 Special preconditioning (for Class 2 capacitors only)

Sub-clause 7.3.2.

10.7.2 Initial measurement

The capacitance shall be measured according to Sub-clause 9.1.

10.7.3 Conditions of test

Temperature: upper category temperature.

Voltage: 1.5 times the rated voltage (U_R).

Duration: 1 000 h.

10.7.4 Reprise

Les condensateurs doivent être laissés pendant 24 ± 2 h dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

10.7.5 Examen, mesures et exigences finals

Les condensateurs doivent être examinés visuellement.

Il ne doit pas y avoir de dommage visible.

Les condensateurs doivent être mesurés et doivent satisfaire aux exigences suivantes:

Pour les condensateurs de classe 1

Mesure	Conditions de mesure	α nominal et (sous-classe)	Exigences
Capacité	Paragraphe 9.1	$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1A) _(1B)	Variation de capacité $\leq 3\%$ ou $1 \text{ pF}^{(1)}$
		$+100 \geq \alpha \geq -750$ ^(1F) _(1C) SL	Variation de capacité $\leq 5\%$ ou $1 \text{ pF}^{(1)}$
		$-750 > \alpha \geq -1500$ ^(1F) _(1D) LM	
Tangente de l'angle de pertes	Paragraphe 9.2	Tous α et sous-classes	$\leq 1,5$ fois les valeurs du paragraphe 9.2
Résistance d'isolement	Paragraphe 9.3	Tous α et sous-classes	$\geq 4000 \text{ M}\Omega$ ou $40 \text{ s}^{(2)}$

¹⁾ La plus grande de ces deux valeurs.

²⁾ La plus petite de ces deux valeurs.

Note. — Voir paragraphe 5.6 pour l'explication du code.

Pour les condensateurs de classe 2

Mesure	Conditions de mesure	Exigences		
		Sous-classes 2B et 2C	Sous-classe 2D	Sous-classes 2E et 2F
Capacité	Paragraphe 9.1	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$
Tangente de l'angle de pertes	Paragraphe 9.2	$\text{tg } \delta \leq 50 \cdot 10^{-3}$	$\text{tg } \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$	$\text{tg } \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$
Résistance d'isolement	Paragraphe 9.3	$R_i \geq 2000 \text{ M}\Omega$ ou $R_i \cdot C_R \geq 50 \text{ s}$ (la plus petite de ces deux valeurs)		

Note. — Voir paragraphe 5.7 pour l'explication du code.

11. Programmes des essais pour le contrôle de la conformité de la qualité

A l'étude.

10.7.4 Recovery

The capacitors shall be subjected for 24 ± 2 h to standard atmospheric conditions for testing.

10.7.5 Final inspection, measurements and requirements

The capacitors shall be visually examined.

There shall be no visible damage.

The capacitors shall be measured and shall meet the following requirements:

For Class 1 capacitors

Measurement	Measuring conditions	α rated and (sub-class)	Requirements
Capacitance	Sub-clause 9.1	$+100 \geq \alpha \geq -750$ (1A) (1B)	Capacitance change $\leq 3\%$ or $1 \text{ pF}^{1)}$
		$+100 \geq \alpha \geq -750$ (1F) (1C) SL	Capacitance change $\leq 5\%$ or $1 \text{ pF}^{1)}$
		$-750 > \alpha \geq -1500$ (1F) (1D) UM	
Tangent of loss angle	Sub-clause 9.2	All α 's and sub-classes	≤ 1.5 times the value of Sub-clause 9.2
Insulation resistance	Sub-clause 9.3	All α 's and sub-classes	$\geq 4000 \text{ M}\Omega$ or $40 \text{ s}^{2)}$

1) Whichever is greater.

2) Whichever is less.

Note. — See Sub-clause 5.6 for explanation of the codes.

For Class 2 capacitors

Measurement	Measuring conditions	Requirements		
		Sub-classes 2B and 2C	Sub-class 2D	Sub-classes 2E and 2F
Capacitance	Sub-clause 9.1	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$	$\frac{\Delta C}{C} \leq \pm 20\%$
Tangent of loss angle	Sub-clause 9.2	$\tan \delta \leq 50 \cdot 10^{-3}$	$\tan \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$	$\tan \delta \leq 70 \cdot 10^{-3}$
Insulation resistance	Sub-clause 9.3	$Ri \geq 2000 \text{ M}\Omega$ or $Ri \cdot C_R \geq 50 \text{ s}$ (whichever is less)		

Note. — See Sub-clause 5.7 for explanation of the codes.

11. Schedules of test for quality conformance inspection

Under consideration.