

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**RECOMMANDATION DE LA C. E. I.**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**I. E. C. RECOMMENDATION**

**Publication 108**

Première édition — First edition

1959

---

**Recommandations pour condensateurs  
à diélectrique en céramique Type I**

---

**Recommendations for ceramic dielectric capacitors Type I**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60708:1959

# Withdrawn

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**RECOMMANDATION DE LA C. E. I.**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**I. E. C. RECOMMENDATION**

**Publication 108**

Première édition — First edition

1959

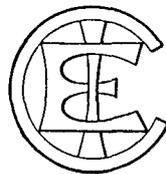
---

**Recommandations pour condensateurs  
à diélectrique en céramique Type I**

---

**Recommendations for ceramic dielectric capacitors Type I**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	6
PRÉFACE . . . . .	6
Articles	SECTION 1
1.1 Domaine d'application . . . . .	10
1.2 Objet . . . . .	10
1.3 Terminologie . . . . .	10
1.4 Classification en catégories . . . . .	12
1.5 Valeurs normales de la capacité nominale . . . . .	18
1.6 Tolérances sur la capacité nominale . . . . .	18
1.7 Coefficients de température . . . . .	18
1.8 Valeurs normales de la tension nominale . . . . .	20
1.9 Plages nominales de température . . . . .	20
1.10 Marquage . . . . .	20
1.11 Essais d'approbation de type . . . . .	22
1.12 Essais de contrôle de fabrication . . . . .	22
	SECTION 2
2.1 Exécution des essais d'approbation de type . . . . .	22
2.2 Conditions normales d'essai . . . . .	24
2.3 Examen visuel . . . . .	26
2.4 Essais électriques . . . . .	26
2.4.1 Capacité . . . . .	26
2.4.2 Tangente de l'angle de pertes . . . . .	26
2.4.3 Rigidité diélectrique . . . . .	28
2.4.4 Résistance d'isolement . . . . .	28
2.4.5 Coefficient de température . . . . .	28
2.4.6 Stabilité de courte durée . . . . .	30
2.4.7 Charge . . . . .	30
2.4.8 Influence de la fréquence . . . . .	32
2.5 Essais mécaniques et climatiques . . . . .	32
2.5.1 Traction sur les sorties . . . . .	32
2.5.2 Souplesse des fils de sortie . . . . .	32
2.5.3 Souplesse des cosses à souder . . . . .	34
2.5.4 Torsion des bornes filetées . . . . .	34
2.5.5 Soudure . . . . .	34
2.5.6 Variations rapides de température . . . . .	36
2.5.7 Vibrations . . . . .	36
2.5.8 Secousses . . . . .	36
2.5.9 Chaleur sèche . . . . .	36
2.5.10 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle . . . . .	38
2.5.11 Froid . . . . .	38
2.5.12 Basse pression atmosphérique . . . . .	38
2.5.13 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants . . . . .	38
2.5.14 Brouillard salin . . . . .	40
2.5.15 Chaleur humide (essai de longue durée) . . . . .	40
2.6 Endurance . . . . .	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	7
PREFACE . . . . .	7
Clause	SECTION 1
1.1 Scope . . . . .	11
1.2 Object . . . . .	11
1.3 Terminology . . . . .	11
1.4 Classification into groups . . . . .	13
1.5 Standard values of rated capacitance . . . . .	19
1.6 Tolerances on rated capacitance . . . . .	19
1.7 Temperature coefficients . . . . .	19
1.8 Standard values of rated voltage . . . . .	21
1.9 Rated temperature ranges . . . . .	21
1.10 Marking . . . . .	21
1.11 Type acceptance tests . . . . .	23
1.12 Production tests . . . . .	23
	SECTION 2
2.1 Schedule for type acceptance tests . . . . .	23
2.2 Standard conditions for testing . . . . .	25
2.3 Visual examination . . . . .	27
2.4 Electrical tests . . . . .	27
2.4.1 Capacitance . . . . .	27
2.4.2 Tangent of the loss angle . . . . .	27
2.4.3 Voltage proof . . . . .	29
2.4.4 Insulation resistance . . . . .	29
2.4.5 Temperature coefficient . . . . .	29
2.4.6 Short-term stability . . . . .	31
2.4.7 Loading . . . . .	31
2.4.8 Dependence on frequency . . . . .	33
2.5 Mechanical and climatic tests . . . . .	33
2.5.1 Tensile test on terminations . . . . .	33
2.5.2 Flexibility of wire terminations . . . . .	33
2.5.3 Flexibility of soldering tags . . . . .	35
2.5.4 Torque on screw terminals . . . . .	35
2.5.5 Soldering . . . . .	35
2.5.6 Rapid change of temperature . . . . .	37
2.5.7 Vibration . . . . .	37
2.5.8 Bumping . . . . .	37
2.5.9 Dry heat . . . . .	37
2.5.10 Damp heat (accelerated) first cycle . . . . .	39
2.5.11 Cold . . . . .	39
2.5.12 Low air pressure . . . . .	39
2.5.13 Damp heat (accelerated) remaining cycles . . . . .	39
2.5.14 Salt mist . . . . .	41
2.5.15 Damp heat (long term exposure) . . . . .	41
2.6 Endurance . . . . .	41

SECTION 3

3.1 Code des couleurs . . . . . 42

SECTION 4

4.1 Dimensions . . . . . 48

ANNEXE

Exemple de circuit pour l'essai de rigidité diélectrique de l'article 2.4.3 . . . . . 50

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60108:1959  
Withdrawn

SECTION 3

3.1 Colour code . . . . . 43

SECTION 4

4.1 Dimensions . . . . . 49

APPENDIX

Example of a suitable circuit for the voltage test of Clause 2.4.3 . . . . . 51

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60108:1959  
**Withdrawn**

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS POUR CONDENSATEURS A DIÉLECTRIQUE  
EN CÉRAMIQUE TYPE I

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. 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 cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

Au cours de la réunion du Sous-Comité 12-3: Pièces détachées, du Comité d'Etudes N° 12: Radiocommunications, à Estoril en 1951, il fut décidé que des recommandations internationales devraient être préparées pour les condensateurs à diélectrique en céramique.

Le Secrétariat prépara en premier lieu une spécification de groupe contenant un plan des règles générales et des méthodes d'essais. Cette spécification de groupe fut discutée au cours des réunions de Montreux en 1951 et Scheveningen en 1952 et fut finalement acceptée à Opatija en 1953. Ce document n'était destiné qu'à servir de guide aux Comités nationaux lors de la préparation de leurs règles nationales et il ne fut pas publié en tant que recommandation officielle de la C.E.I.

Sur la base de la spécification de groupe, un projet de spécification pour les condensateurs à diélectrique en céramique Type I fut établi. Ce projet fut discuté à Philadelphie en 1954 et fut adopté pour diffusion suivant la Règle des Six Mois.

Le vote donna lieu à deux réponses défavorables et un certain nombre de pays soumièrent des observations qui furent discutées à Londres en 1955 et à Munich en 1956 par le Sous-Comité 40-1: Condensateurs et résistances, du Comité d'Etudes N° 40 nouvellement formé: Pièces détachées pour équipements électroniques, qui avait succédé au Sous-Comité 12-3. A la suite de ces discussions, il fut décidé de soumettre les modifications acceptées à la Procédure des Deux Mois.

Simultanément, le Secrétariat avait préparé un projet de code des couleurs pour les condensateurs à diélectrique en céramique. Ce document fut discuté à Scheveningen en 1952 et fut adopté pour diffusion suivant la Règle des Six Mois à Opatija en 1953. Ce vote ne donna lieu à aucune réponse défavorable, mais un certain nombre de pays soumièrent des observations d'une nature fondamentale. Après discussion de ces observations à Philadelphie en 1954, il parut nécessaire de réviser entièrement ce document et de diffuser un nouveau projet sous la Règle des Six Mois.

Le vote donna lieu à une réponse défavorable et un certain nombre de pays soumièrent des observations qui furent discutées au cours des réunions du Sous-Comité 40-1 à Londres en 1955 et à Munich en 1956. Après ces discussions il fut décidé d'incorporer le code des couleurs pour les condensateurs à diélectrique en céramique Type I dans la spécification pour ces condensateurs. Le projet contenant les deux spécifications jointes fut diffusé suivant la Procédure des Deux Mois en vue de l'approbation des modifications apportées aux précédents projets.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR CERAMIC DIELECTRIC CAPACITORS  
TYPE I

FOREWORD

- (1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. 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 this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- (4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

It was decided in 1951, during the meeting in Estoril of Sub-Committee 12-3: Components, of Technical Committee No. 12: Radio-communication, that work should be started on an international recommendation for ceramic dielectric capacitors.

The Secretariat first prepared a group specification in which a general outline for the general requirements and test methods was given. This group specification was discussed during the meetings in Montreux in 1951 and in Scheveningen in 1952 and it was finally accepted in Opatija in 1953. This document was only intended to serve as a guide to National Committees when preparing national standards and it was not published as an official I.E.C. Recommendation.

Based upon the group specification, a draft specification for ceramic capacitors Type I was drawn up, which was discussed in Philadelphia in 1954 and was accepted for circulation under the Six Months' Rule.

Two unfavourable votes were received and some countries made a number of comments, which were discussed in London in 1955 and in Munich in 1956, during the meetings of Sub-Committee 40-1: Capacitors and Resistors of the newly-formed Technical Committee No. 40: Components for electronic equipment, which had succeeded Sub-Committee 12-3. After the discussion it was decided that the amendments agreed upon should be circulated under the Two Months' Procedure.

Simultaneously, the Secretariat had prepared a draft colour code for ceramic dielectric capacitors, which was discussed in Scheveningen in 1952 and which was accepted for circulation under the Six Months' Rule in Opatija in 1953. No unfavourable votes were received, but some countries made comments of a fundamental nature. After the discussion of these comments in Philadelphia in 1954, it appeared to be necessary to revise the document completely and it was decided to circulate a new draft for approval under the Six Months' Rule.

One unfavourable vote was received and some countries made a number of comments which were discussed during the meetings of Sub-Committee 40-1 in London in 1955 and in Munich in 1956. After these discussions it was decided that the colour code for ceramic dielectric capacitors Type I should be included in the specification for these capacitors. The draft containing the combined specifications was circulated under the Two Months' Procedure in March 1957, for approval of the amendments that had been introduced.

Les pays suivants votèrent explicitement en faveur de la publication :

Allemagne	France	Suède
Autriche	Italie	Suisse
Belgique	Norvège	Union des Républiques
Danemark	Pays-Bas	Socialistes Soviétiques
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni	

Certains Comités nationaux ont déclaré que les règles de la Publication 68 de la C.E.I. (1954) auxquelles il est fait référence dans ces recommandations ne convenaient pas et ont jugé nécessaire d'y proposer des modifications. Les présentes recommandation n'ont été acceptées par ces Comités nationaux que conditionnellement et sous réserve qu'intervienne à l'avenir une révision de la Publication 68 de la C.E.I. devant permettre de résoudre ces difficultés.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60108:1959  
Withdrawn

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Italy	Switzerland
Belgium	Netherlands	United Kingdom
Denmark	Norway	Union of Soviet Socialist Republics
France	Sweden	United States of America
Germany		

Certain National Committees have stated that the requirements of I.E.C. Publication No. 68 (1954), called for in these recommendations, are not satisfactory and found it necessary to propose modifications to I.E.C. Publication 68. The present recommendations were accepted by these National Committees conditional on, and subject to, future revision of I.E.C. Publication 68 to resolve these differences.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60108:1959  
Withdrawn

## RECOMMANDATIONS POUR CONDENSATEURS A DIÉLECTRIQUE EN CÉRAMIQUE TYPE I

### SECTION I

#### 1.1 Domaine d'application

Les présentes recommandations sont applicables aux condensateurs fixes à diélectrique en céramique Type I, destinés au matériel de télécommunication et aux dispositifs électroniques basés sur des techniques analogues, à l'exclusion des condensateurs pour des courants à fréquences radioélectriques supérieures à 1A ou de puissance réactive supérieure à 200 var.

Elles doivent être utilisées conjointement avec la Publication n° 68 de la C.E.I. : Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées.

#### 1.2 Objet

Etablir des règles uniformes pour l'appréciation des propriétés mécaniques, électriques et climatiques des condensateurs, décrire les méthodes d'essais et donner des recommandations pour la normalisation de leurs dimensions et pour leur classification en catégories d'après leur aptitude à supporter les conditions spécifiées dans la Publication n° 68 de la C.E.I.

#### 1.3 Terminologie

##### 1.3.1 Condensateur Type I

Un condensateur à diélectrique en céramique Type I est un condensateur convenant spécialement à l'utilisation dans les circuits résonnants ou pour d'autres applications qui exigent de faibles pertes et une grande stabilité de la capacité.

Les condensateurs Type I sont subdivisés comme suit:

Type IA: pour la compensation de température, lorsque des valeurs normalisées du coefficient de température associées à des tolérances étroites sont essentielles;

Type IB: pour usage général, lorsqu'on a besoin de valeurs normalisées du coefficient de température et des tolérances;

Types IC, ID et IE: pour usage général, lorsqu'on peut accepter des tolérances importantes sur les coefficients de température.

##### 1.3.2 Condensateur Type II (seulement à titre d'information)

Un condensateur à diélectrique en céramique Type II est un condensateur convenant aux circuits de couplage et de découplage ou aux circuits sélecteurs de fréquences pour lesquels de faibles pertes et une grande stabilité de capacité ne sont pas d'importance majeure.

##### 1.3.3 Capacité nominale

La capacité nominale d'un condensateur céramique est la valeur qui est indiquée sur lui.

##### 1.3.4 Tension nominale

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

## RECOMMENDATIONS FOR CERAMIC DIELECTRIC CAPACITORS TYPE I

### SECTION 1

#### 1.1 Scope

These recommendations relate to fixed ceramic dielectric capacitors Type I intended for use in equipment for telecommunication and in electronic devices employing similar techniques, but excluding capacitors for a radio-frequency current exceeding 1A or for a reactive power exceeding 200 var.

They shall be used in conjunction with I.E.C. Publication No. 68: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components.

#### 1.2 Object

To establish uniform requirements for judging the mechanical, electrical and climatic properties of capacitors, to describe test methods and to give recommendations for standard dimensions and for classification into groups according to their ability to withstand conditions as specified in I.E.C. Publication No. 68.

#### 1.3 Terminology

##### 1.3.1 *Type I capacitor*

A Type I ceramic dielectric capacitor is a capacitor of a type specifically suited for resonant circuit application or any other applications where low losses and high stability of capacitance are essential.

Type I capacitors are subdivided as follows:

Type IA: For temperature compensating purposes, where standard values of temperature coefficient with close tolerances on the temperature coefficient are essential;

Type IB: For general purposes, where standard values and tolerances for temperature coefficient are suitable;

Type IC, ID and IE: For general purposes, where wide tolerances on temperature coefficients are acceptable.

##### 1.3.2 *Type II capacitor (for information only)*

A Type II ceramic dielectric capacitor is a capacitor of a type 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.

##### 1.3.3 *Rated capacitance*

The rated capacitance of a ceramic capacitor is the value that is indicated upon it.

##### 1.3.4 *Rated voltage*

The rated voltage is the direct operating voltage which may be applied continuously to the terminals of a capacitor at the maximum temperature of the rated temperature range.

*Note 1.* La tension nominale est communément 500 V et la température nominale maximum 85°C. Dans les autres cas la tension nominale et la température nominale sont marquées sur le condensateur.

*Note 2.* La somme de la tension continue et de la valeur de crête de la tension alternative appliquées au condensateur ne doit pas dépasser la tension nominale. On ne peut pas avoir l'assurance que la valeur de crête de la tension alternative aux fréquences habituellement utilisées dans les sources d'alimentation puisse être égale à la tension continue nominale, parce que l'utilisation de tensions alternatives peut causer des effets thermiques et de couronne qui réduisent la tension à appliquer.

*Note 3.* Aux fréquences radioélectriques, les tensions alternatives qui doivent être appliquées sont limitées à celles usuelles dans les récepteurs de télécommunication.

### 1.3.5 *Plage nominale de température*

La plage nominale de température est la plage des températures ambiantes pour laquelle le condensateur a été étudié en vue d'un fonctionnement continu et qui correspond aux limites de température de la catégorie applicable.

### 1.3.6 *Tangente de l'angle de pertes*

La tangente de l'angle de pertes ( $\text{tg } \delta$ ) est le rapport de la puissance dissipée dans le condensateur à la puissance réactive fournie par ce dernier lorsqu'on lui applique une tension sinusoïdale d'une fréquence déterminée.

### 1.3.7 *Température maximum d'un condensateur*

La température maximum d'un condensateur est la température du point le plus chaud de sa surface externe.

*Note:* Les sorties sont considérées comme faisant partie de la surface externe.

### 1.3.8 *Température minimum d'un condensateur*

La température minimum d'un condensateur est la température du point le plus froid de sa surface externe.

*Note:* Les sorties sont considérées comme faisant partie de la surface externe.

## 1.4 **Classification en catégories**

### 1.4.1 *Classification systématique des pièces détachées pour l'électronique*

#### 1.4.1.1 *Généralités*

Les pièces détachées sont destinées à être incorporées dans divers matériels et doivent de ce fait satisfaire à de nombreuses conditions climatiques et mécaniques, qui sont déterminées par l'utilisation, le stockage ou le transport des matériels sous divers climats et par les conditions dans lesquelles les pièces sont appelées à fonctionner à l'intérieur des appareils eux-mêmes.

Pour déterminer l'aptitude fonctionnelle des pièces détachées on les soumet à un certain nombre d'essais climatiques et de robustesse mécanique normalisés, indiqués dans le tableau suivant et exécutés selon les spécifications de la Publication n° 68 de la C.E.I.

Parmi les essais énumérés quelques-uns sont accélérés ou exagérés dans le but de fournir rapidement un renseignement sur les défauts possibles tandis que d'autres sont en quelque sorte comparables aux conditions effectives probables rencontrées en service.

Pour beaucoup d'essais on a établi un nombre de degrés de sévérité correspondant approximativement aux conditions de fonctionnement admises. Les degrés de sévérité des différents essais sont indiqués dans le tableau suivant (p. 16). On remarquera que dans ce tableau un nombre plus petit indique une sévérité d'essai accrue et vice versa. Le très grand nombre de combinaisons possibles d'essais et de degrés de sévérité peut être cependant grandement réduit par le fait que ces essais peuvent être interdépendants.

*Note 1.* The rated voltage will commonly be 500 V at a maximum rated temperature of 85°C. Other ratings shall be marked with the appropriate voltage and temperature.

*Note 2.* The sum of the direct voltage and the peak alternating voltage applied to the capacitor shall not exceed the rated voltage. It cannot be assumed that the peak of the applied alternating voltage at the frequencies commonly used for power supplies may be equal to the d.c. rated voltage, since the use of a.c. may cause thermal and corona effects which reduce the voltage that may be applied.

*Note 3.* At radio-frequencies the voltage to be applied is limited to those common in telecommunication receivers.

### 1.3.5 *Rated temperature range*

The rated temperature range is the range of ambient temperatures for which the capacitor is designed for continuous operation; this corresponds to the temperature limits of the appropriate group.

### 1.3.6 *Tangent of the loss angle*

The tangent of the loss angle ( $\tan \delta$ ) is the power loss of the capacitor divided by the reactive power of the capacitor at a sinusoidal voltage of specified frequency.

### 1.3.7 *Maximum temperature of a capacitor*

The maximum temperature of a capacitor is the temperature at the hottest point of its external surface.

*Note:* The terminations are considered to be part of the external surface.

### 1.3.8 *Minimum temperature of a capacitor*

The minimum temperature of a capacitor is the temperature at the coldest point of its external surface.

*Note:* The terminations are considered to be part of the external surface.

## 1.4 **Classification into groups**

### 1.4.1 *Systematic classification of electronic components*

#### 1.4.1.1 *General*

Components may be incorporated in various equipments and consequently must satisfy many climatic and mechanical conditions. These are fixed by usage, storage or transportation of equipments under various climates and by the working conditions inside such equipment.

To determine the operational suitability of the components they are subjected to a number of standardized climatic and mechanical robustness tests as set out in the following table and as specified in I.E.C. Publication No. 68.

Some of the tests detailed are accelerated or exaggerated in order to secure quickly information as to liability to failure, whilst others are in the nature of exposure to actual conditions likely to be experienced in service.

For many tests a number for severities have been laid down corresponding roughly to accepted conditions of service. The degrees of severities for the various tests are set out in the following table (p. 17). It will be noted that in this table a lower number indicates an increasing test severity and vice versa. The very large number of possible combinations of tests and severities may however be substantially reduced by the fact that the tests may be interdependent.

C'est ainsi que l'essai de froid indique, suivant ses degrés de sévérité si l'on peut espérer que la pièce détachée peut ou non être soumise à des secousses, à des vibrations, à la basse pression atmosphérique et à des variations rapides de température.

De même, l'essai de chaleur humide indique, suivant ses degrés de sévérité, si l'on peut espérer que la pièce détachée peut ou non être soumise au brouillard salin.

Par contre, l'essai de chaleur sèche peut être considéré comme indépendant.

#### 1.4.1.2 Classification des condensateurs céramiques Type I<sup>1</sup>

Pour répondre aux exigences générales ci-dessus et pour établir sur une base raisonnable un code indiquant en gros les conditions climatiques et mécaniques auxquelles une pièce est apte, certains des essais des condensateurs céramiques Type I ont été groupés ainsi que le montre le tableau suivant (p. 16).

La catégorie est indiquée par un numéro de classification comprenant 3 chiffres (en caractères arabes) chacun d'eux correspondant respectivement aux degrés de sévérité fondamentaux suivants.

*Premier chiffre:* Degré de sévérité de l'essai de froid combiné avec les essais de vibrations, de secousses, de basse pression atmosphérique et de variations rapides de température.

*Deuxième chiffre:* Degré de sévérité de l'essai de chaleur sèche.

*Troisième chiffre:* Degré de sévérité de l'essai de chaleur humide de longue durée combiné avec l'essai accéléré et l'essai de brouillard salin.

Pour appartenir à une catégorie un condensateur céramique doit satisfaire à la totalité des essais spécifiés par la nature de son numéro de classification.

<sup>1</sup> Cette classification a été établie à partir de la Publication n° 68 de la C.E.I. (1954) et de quelques renseignements supplémentaires obtenus au cours de l'étude de la révision de cette édition.

Certaines données techniques de cet article pourront être remplacées par la deuxième édition de la Publication n° 68.

In this way, the cold test, according to its severities, indicates whether the component may or may not be expected to operate in such conditions that it is liable to be subjected to bumping, vibration, low air pressure, and rapid change of temperature.

Likewise, the damp heat test, according to its severities, indicates whether the component may or may not be expected to operate in such conditions that it is liable to be subjected to salt mist.

On the other hand the dry heat test may be regarded as independent.

#### 1.4.1.2 Classification for ceramic capacitors Type I<sup>1</sup>

In order to meet the above general requirements and to provide a reasonable basic code which will indicate generally the climatic and mechanical conditions for which it is suitable, some of the tests for ceramic capacitors Type I have been grouped together as shown in the following table (p. 17).

The category is indicated by a group number which consists of 3 digits (arabic numerals) corresponding respectively to the degrees of the following basic severities.

*First figure:* Degree of severity of the cold test combined with the vibration, bumping, low air pressure and rapid change of temperature tests.

*Second figure:* Degree of severity of the dry heat test.

*Third figure:* Degree of severity of the long term damp heat test combined with the accelerated test and the salt mist test.

In order to belong to one category a ceramic capacitor must satisfy the whole set of tests specified by its group number.

<sup>1</sup> This classification has been based on I.E.C. Publication No. 68 (1954) and some additional information made available during the revision of that edition.

Certain technical information in this clause may be superseded by the second edition of Publication No. 68.

Numéro de classification	Essais et degrés de sévérité correspondants	Application caractéristique
<p><i>1er chiffre</i></p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p>	<p>Froid, sévérité III (— 65°C) Vibrations Secousses Basse pression atmosphérique, sévérité IV Variations rapides de température</p> <p>Froid, sévérité IV (— 55°C) Vibrations Secousses Basse pression atmosphérique, sévérité IV Variations rapides de température</p> <p>Froid, sévérité V (— 40°C) Vibrations Secousses Basse pression atmosphérique, sévérité V Variations rapides de température</p> <p>Froid, sévérité VI (— 25°C) Vibrations Secousses</p> <p>Froid, sévérité VII (— 10°C) Secousses</p>	<p>Matériel fonctionnant aux altitudes extrêmes</p> <p>Matériel aéroporté pour hautes altitudes et applications similaires</p> <p>Matériel fonctionnant dans des conditions moins sévères que les précédentes</p> <p>Matériel destiné aux applications industrielles et à l'utilisation au sol dans des conditions assez sévères</p> <p>Matériel d'usage domestique</p>
<p><i>2me chiffre</i></p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p>	<p>Chaleur sèche, sévérité II (155°C)</p> <p>» » sévérité III (125°C)</p> <p>» » sévérité IV (100°C)</p> <p>» » sévérité V (85°C)</p> <p>» » sévérité VI (70°C)</p> <p>» » sévérité VII (55°C)</p> <p>» » sévérité VIII (40°C)</p>	
<p><i>3me chiffre</i></p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p>	<p>Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité IV Chaleur humide, essai accéléré, sévérité IV Brouillard salin, sévérité V</p> <p>Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité V Chaleur humide, essai accéléré, sévérité V</p> <p>Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité VI</p> <p>Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité VII Chaleur humide, essai accéléré, sévérité VI</p>	<p>Matériel utilisé en climat tropical humide ou dans des conditions telles qu'une grande résistance à une exposition prolongée en atmosphère humide est nécessaire</p> <p>Matériel utilisé en climat semi-tropical ou dans des conditions telles qu'une grande résistance à un séjour en atmosphère humide est nécessaire</p> <p>Matériel utilisé en climat tempéré</p> <p>Matériel et sous-ensembles étanches</p>

Group designation	Tests and associated severities	Typical operational suitability
<p><i>First figure</i></p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p>	<p>Cold, severity III (— 65°C) Vibration Bumping Low air pressure, severity IV Rapid change of temperature</p> <p>Cold, severity IV (— 55°C) Vibration Bumping Low air pressure, severity IV Rapid change of temperature</p> <p>Cold, severity V (— 40°C) Vibration Bumping Low air pressure, severity V Rapid change of temperature</p> <p>Cold, severity VI (— 25°C) Vibration Bumping</p> <p>Cold, severity VII (— 10°C) Bumping</p>	<p>For use at extreme altitudes</p> <p>For use in high altitude aircraft and similar applications</p> <p>For use in less extreme conditions than 4</p> <p>For industrial applications and ground use in fairly extreme conditions</p> <p>For use in domestic applications</p>
<p><i>Second figure</i></p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p>	<p>Dry heat, severity II (155°C)</p> <p>„ „ severity III (125°C)</p> <p>„ „ severity IV (100°C)</p> <p>„ „ severity V ( 85°C)</p> <p>„ „ severity VI ( 70°C)</p> <p>„ „ severity VII ( 55°C)</p> <p>„ „ severity VIII ( 40°C)</p>	
<p><i>Third figure</i></p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p>	<p>Damp heat, long term exposure, severity IV Damp heat, accelerated, severity IV Salt mist, severity V</p> <p>Damp heat, long term exposure, severity V Damp heat, accelerated, severity V</p> <p>Damp heat, long term exposure, severity VI</p> <p>Damp heat, long term exposure, severity VII Damp heat, accelerated, severity VI</p>	<p>For use in wet tropical climates and for other situations where very high resistance to prolonged humid exposure is needed</p> <p>For use in semi-tropical climates and for other situations where high resistance to humid atmospheres is needed</p> <p>For general use in temperate climates</p> <p>For use in sealed equipments or assemblies</p>

*Exemple*

Pour appartenir à la catégorie 444 un condensateur céramique doit satisfaire à tous les essais suivants:

- a) Froid, sévérité IV (—55°C)
  - Vibrations
  - Secousses
  - Basse pression atmosphérique, sévérité IV
  - Variations rapides de température
- b) Chaleur sèche, sévérité IV (100°C)
- c) Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité IV
  - Chaleur humide, essai accéléré, sévérité IV
  - Brouillard salin, sévérité V.

1.4.2 *Catégories pour les condensateurs à diélectrique en céramique Type I*

Les quatre catégories suivantes ont été choisies pour les condensateurs céramiques:

444                      454                      555                      656

1.5 Valeurs normales de la capacité nominale

Les valeurs normales de la capacité nominale doivent être conformes aux séries E de valeurs recommandées (Publication n° 63 de la C.E.I.: Séries de valeurs recommandées et tolérances associées pour résistances et condensateurs).

*Note:* Ces valeurs normales devraient, si possible, être utilisées pour les condensateurs de tolérances 1% et 2%.

1.6 Tolérances sur la capacité nominale

Les tolérances normales sur la capacité nominale sont:

Condensateurs de capacité nominale au moins égale à 10 pF	Condensateurs de capacité nominale inférieure à 10 pF
± 1% ± 2% ± 5% ± 10% ± 20%	± 0,1 pF ± 0,25 pF ± 1 pF

1.7 Coefficients de température

Les coefficients de température normaux pour les Types IA et IB et les tolérances associées sont donnés en millionièmes par degré centigrade dans le tableau suivant:

Coefficient de température	Types et tolérances	
	IA	IB
+ 100	± 15	± 40
+ 33	± 15	—
0	± 15	± 40
— 33	± 15	± 40
— 47	± 15	—
— 75	± 15	± 40
— 150	± 15	± 40
— 220	± 15	± 40
— 330	± 25	± 60
— 470	± 35	± 90
— 750	± 60	± 120

*Example*

In order to belong to the category 444 a ceramic capacitor shall satisfy all the following tests:

- a) Cold, severity IV ( $-55^{\circ}\text{C}$ )
  - Vibration
  - Bumping
  - Low air pressure, severity IV
  - Rapid change of temperature
- b) Dry heat, severity IV ( $100^{\circ}\text{C}$ )
- c) Damp heat, long term exposure, severity IV
  - Damp heat, accelerated, severity IV
  - Salt mist, severity V.

1.4.2 Groups for ceramic dielectric capacitors Type I

The following four groups have been selected for ceramic capacitors:

444                      454                      555                      656

1.5 Standard values of rated capacitance

The standard values of the rated capacitance shall conform with the E-series of preferred values (I.E.C. Publication No. 63: Series of preferred values and their associated tolerances for resistors and capacitors).

*Note:* Where possible these standard values should be used for capacitors with tolerances of 1% and 2%.

1.6 Tolerances on rated capacitance

The standard tolerances on the rated capacitance are:

For capacitors with a rated capacitance of not less than 10 pF	For capacitors with a rated capacitance of less than 10 pF
$\pm 1\%$ $\pm 2\%$ $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ $\pm 20\%$	$\pm 0.1 \text{ pF}$ $\pm 0.25 \text{ pF}$ $\pm 1 \text{ pF}$

1.7 Temperature coefficients

The standard temperature coefficients for Type IA and IB and the associated tolerances are given in the following table in parts per million per degree Centigrade.

Temperature coefficient	Types and tolerances	
	IA	IB
+ 100	$\pm 15$	$\pm 40$
+ 33	$\pm 15$	—
0	$\pm 15$	$\pm 40$
— 33	$\pm 15$	$\pm 40$
— 47	$\pm 15$	—
— 75	$\pm 15$	$\pm 40$
— 150	$\pm 15$	$\pm 40$
— 220	$\pm 15$	$\pm 40$
— 330	$\pm 25$	$\pm 60$
— 470	$\pm 35$	$\pm 90$
— 750	$\pm 60$	$\pm 120$

Les coefficients de température en millièmes par degré centigrade des Types IC, ID et IE ne doivent pas dépasser les limites suivantes:

- Type IC : + 140 et — 870
- Type ID : + 250 et — 1 750
- Type IE : — 800 et — 5 800

*Note:* Le Type IC a été introduit pour les applications qui exigent un condensateur Type I pour des raisons autres qu'une faible déviation de la valeur nominale du coefficient de température. Un condensateur Type IC peut être construit avec l'un des matériaux entrant dans la fabrication des condensateurs Type IB.

Les Types ID et IE ont été introduits pour des raisons similaires, mais, pour eux, l'utilisation de matériaux ayant un coefficient de température négatif plus fort est admise.

### 1.8 Valeurs normales de la tension nominale

Les valeurs normales de la tension nominale sont:

500, 1 000, 1 500, 2 000 et 3 000 V (tension continue).

### 1.9 Plages nominales de température

Les plages nominales de température des différentes catégories sont:

Catégories	Plage nominale de température
444	— 55 à + 100°C
454	— 55 à + 85°C
555	— 40 à + 85°C
656	— 25 à + 85°C

### 1.10 Marquage

1.10.1 Chaque condensateur doit porter lisiblement les indications suivantes:

- a) Le coefficient de température et sa tolérance
- b) La capacité nominale en picofarads
- c) La tolérance sur la capacité nominale
- d) La tension nominale et la température maximum de la plage nominale de température, si elles sont différentes de 500 V et de 85 °C.

*Note 1.* Pour les condensateurs Types IB, IC, ID et IE, il doit être fait usage de préférence, pour indiquer le marquage prescrit en a), b) et c), du code des couleurs faisant l'objet de la section 3.

*Note 2.* S'il n'est pas commode d'utiliser le code des couleurs mentionné dans la Note 1, il est recommandé d'indiquer le coefficient de température et sa tolérance en colorant le corps du condensateur conformément au code des couleurs, la capacité et la tolérance sur la capacité étant indiquées en clair.

1.10.2 De plus, dans la mesure du possible, les renseignements suivants doivent être portés dans l'ordre ci-dessous:

- a) L'indication de la catégorie
- b) La marque d'origine (nom du constructeur ou marque de fabrique).
- c) La semaine (ou le mois) et l'année de fabrication qui peuvent être indiqués sous la forme codifiée.
- d) Une référence à la présente spécification ou à la spécification nationale applicable au condensateur.

*Note:* Si l'on ne dispose pas d'un espace suffisant, les indications prévues dans cet article doivent être marquées sur l'emballage.

The temperature coefficients in parts per million per degree Centigrade of Types IC, ID and IE shall be within the following limits:

- Type IC : between + 140 and — 870
- Type ID : between + 250 and — 1 750
- Type IE : between — 800 and — 5 800

*Note:* Type IC has been introduced for those cases where a Type I capacitor is required for other reasons than small deviation from the rated value of the temperature coefficient. A Type IC capacitor may be of any material used in the manufacture of Type IB capacitors.

Types ID and IE have been introduced for similar reasons, but there the use of materials of higher negative temperature coefficients has been taken into account.

### 1.8 Standard values of rated voltage

The standard values of rated voltage are:

500, 1 000, 1 500, 2 000 and 3 000 V d. c.

### 1.9 Rated temperature ranges

The rated temperature ranges for the different groups are:

Groups	Rated temperature range
444	— 55 to + 100°C
454	— 55 to + 85°C
555	— 40 to + 85°C
656	— 25 to + 85°C

### 1.10 Marking

1.10.1 Each capacitor shall have the following information clearly marked upon it:

- a) Temperature coefficient and its tolerance
- b) Rated capacitance in picofarads
- c) Tolerance on rated capacitance
- d) Rated voltage and maximum temperature of the rated temperature range, where they are other than 500 V and 85°C.

*Note 1.* For Type IB, IC, ID and IE capacitors, the colour code given in Section 3 shall be the preferred method of indicating items a), b) and c).

*Note 2.* If it is inconvenient to apply the colour code mentioned in Note 1, it is recommended that the temperature coefficient and its tolerance be indicated by using a body colour according to the colour code, the capacitance value and tolerance to be given in figures.

1.10.2 In addition, wherever possible, the following information shall be given in the order indicated:

- a) Indication of group
- b) Mark of origin (manufacturer's name or trade mark)
- c) Week (or month) and year of manufacture. This may be in code form.
- d) Reference to this document or to the national specification appropriate to the capacitor.

*Note:* If insufficient space is available the marking required by this clause shall be given on the package.

1.10.3 Tout marquage supplémentaire doit être tel qu'il n'entraîne aucun risque de confusion.

### 1.11 Essais d'approbation de type

1.11.1 Un type de condensateur englobe tous les condensateurs de fabrication semblable, compte non tenu des dispositifs de montage ou des manchons isolants, et dont le coefficient de température, la capacité et la tension nominaux rentrent dans la gamme utilisée normalement par le constructeur pour cette fabrication.

1.11.2 Les essais d'approbation de type sont, à l'origine, exécutés pour se rendre compte si une pièce détachée, construite suivant un projet particulier, satisfait aux prescriptions de la spécification. Certains de ces essais ou tous peuvent être répétés de temps en temps, sur des échantillons prélevés sur la fabrication courante, de façon à confirmer que la qualité de la pièce détachée satisfait encore aux prescriptions de la spécification.

Ces derniers essais peuvent montrer des défauts de construction n'étant pas apparus lors des premiers essais ou peuvent indiquer des défauts de fabrication qui devront alors être corrigés.

1.11.3 Ces recommandations ne donnent pas de renseignements sur les plans d'échantillonnage, qui doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

### 1.12 Essais de contrôle de fabrication

Les essais de contrôle de fabrication sont les essais effectués par le fabricant afin de s'assurer que les condensateurs livrés n'ont pas de défauts de fabrication majeurs. Il est présumé que les essais suivants ont été effectués sur tous les condensateurs par le fabricant :

Capacité  
Rigidité diélectrique.

*Note:* Les méthodes d'essais de contrôle de fabrication ne sont pas nécessairement identiques à celles des essais d'approbation de type correspondants.

## SECTION 2

### 2.1 Exécution des essais d'approbation de type

2.1.1 Le nombre des échantillons doit être agréé par le client et par le fabricant.

L'échantillonnage doit être choisi tel qu'il soit représentatif de la gamme des valeurs de capacité, de tension nominale et de coefficient de température du type à essayer.

Le nombre des échantillons de mêmes caractéristiques nominales soumis à chaque essai particulier ne doit pas être inférieur à 5.

2.1.2 Tous les échantillons doivent être soumis aux essais suivants, dans l'ordre indiqué ci-dessous :

Essai	Article
Examen visuel	2.3
Capacité	2.4.1
Tangente de l'angle de pertes	2.4.2
Rigidité diélectrique	2.4.3
Résistance d'isolement	2.4.4

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

### 1.11 Type acceptance tests

1.11.1 Capacitors of one type comprise capacitors having similar design features exclusive of mounting accessories or insulating sleeves and falling within one manufacturer's usual range of temperature coefficients, capacitance and voltage rating for such design.

1.11.2 Type acceptance tests are originally carried out to discover if a particular design of component will meet the requirements of the specification. 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 is still to the requirements of the specification.

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

1.11.3 These recommendations do not include information on any sampling schemes which should be the subject of agreement between customer and manufacturer.

### 1.12 Production tests

Production tests are those tests carried out by the manufacturer to ensure that the capacitors delivered to the customer are free from fundamental manufacturing defects. The customer may assume that the following tests are carried out by the manufacturer on every capacitor:

Capacitance  
Voltage proof.

*Note:* Production test methods are not necessarily identical with the corresponding type acceptance tests.

## SECTION 2

### 2.1 Schedule for type acceptance tests

2.1.1 The number of components to be tested shall be agreed upon between customer and manufacturer. The sample shall be so selected as to be representative of the range of capacitance, voltage rating and temperature coefficient of the type under consideration.

The number of specimens with identical ratings to be subjected to any single test shall not be less than 5.

2.1.2 All specimens shall be subjected to the following tests in the order stated below:

Test	Clause
Visual examination	2.3
Capacitance	2.4.1
Tangent of the loss angle	2.4.2
Voltage proof	2.4.3
Insulation resistance	2.4.4

2.1.3 Les condensateurs sont alors divisés en trois lots égaux. Dans chaque lot, tous les condensateurs doivent subir les essais ci-après dans l'ordre indiqué.

Essai	Conditions de sévérité				Article des recommandations
	444	454	555	656	
<i>1er lot d'échantillons</i>					
Résistance mécanique des sorties	x	x	x	x	2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 2.5.4
Soudure	x	x	x	x	2.5.5
Variations rapides de température	N	N	N	—	2.5.6
Vibrations	x	x	x	x	2.5.7
Secousses	x	x	x	x	2.5.8
Chaleur sèche	BIV	BV	BV	BV	2.5.9
Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle	DIV	DIV	DV	—	2.5.10
Froid	AIV	AIV	AV	AVI	2.5.11
Basse pression atmosphérique	MIV	MIV	MV	—	2.5.12
Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	DIV	DIV	DV	—	2.5.13
Brouillard salin	KV	KV	—	—	2.5.14
<i>2me lot d'échantillons</i>					
Chaleur humide (essai de longue durée)	CIV	CIV	CV	CVI	2.5.15
<i>3me lot d'échantillons</i>					
Coefficient de température	x	x	x	x	2.4.5
Stabilité de courte durée	x	x	x	x	2.4.6
Charge	x	x	x	x	2.4.7
Endurance	x	x	x	x	2.6

Dans la séquence des essais du premier lot, un intervalle ne dépassant pas 3 jours est admis entre chaque essai, à l'exception de l'intervalle séparant le premier cycle de l'essai accéléré de chaleur humide et l'essai de froid. Dans ce cas, l'essai de froid doit suivre immédiatement la période de reprise spécifiée pour l'essai de chaleur humide.

*Note 1.* Dans le tableau ci-dessus le signe « x » indique que la méthode d'essai et les conditions imposées sont fixées à l'article mentionné. Les autres indications sont conformes à celles de la Publication n° 68 de la C.E.I.

*Note 2.* Un condensateur qui a subi les essais d'approbation de type ne doit en aucun cas être utilisé sur un appareil, ni reversé aux stocks.

## 2.2 Conditions normales d'essai

2.2.1 Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai fixées dans la Publication n° 68 de la C.E.I.: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées.

Avant les mesures, les condensateurs doivent être stockés à la température d'essai pendant un temps suffisant pour leur permettre d'atteindre en tous leurs points cette température. La période de reprise prescrite après l'épreuve est satisfaisante pour remplir cette condition.

Lorsque les mesures sont effectuées à une température différente de la température spécifiée les résultats doivent, si nécessaire, être ramenés à la température spécifiée. La température ambiante à laquelle ont été effectuées les mesures doit être mentionnée sur le procès-verbal d'essai.

*Note:* Pendant les mesures le condensateur ne doit pas être exposé à un courant d'air, soumis au rayonnement solaire direct ou à d'autres influences analogues susceptibles d'introduire des erreurs.

2.1.3 The capacitors shall then be divided into three equal lots. All capacitors in each lot shall undergo the following tests in the order stated hereafter:

Test	Degree of severity				Clause of these recommendations
	444	454	555	656	
<i>First lot</i>					
Mechanical tests on terminations	x	x	x	x	2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 2.5.4
Soldering	x	x	x	x	2.5.5
Rapid change of temperature	N	N	N	—	2.5.6
Vibration	x	x	x	x	2.5.7
Bumping	x	x	x	x	2.5.8
Dry heat	BIV	BV	BV	BV	2.5.9
Damp heat (accelerated) first cycle	DIV	DIV	DV	—	2.5.10
Cold	AIV	AIV	AV	AVI	2.5.11
Low air pressure	MIV	MIV	MV	—	2.5.12
Damp heat (accelerated) remaining cycles	DIV	DIV	DV	—	2.5.13
Salt mist	KV	KV	—	—	2.5.14
<i>Second lot</i>					
Damp heat (long term)	CIV	CIV	CV	CVI	2.5.15
<i>Third lot</i>					
Temperature coefficient	x	x	x	x	2.4.5
Short term stability test	x	x	x	x	2.4.6
Loading	x	x	x	x	2.4.7
Endurance	x	x	x	x	2.6

In the series of tests applied to the first lot, an interval of not more than 3 days is permitted between any of these tests, except between the accelerated damp heat first cycle and cold. In this case the cold test shall follow immediately after the recovery period specified for the damp heat test.

*Note 1.* The letter "x" in the above table indicates that the test procedure and the requirements are laid down in the clause mentioned. The other indications are in accordance with those of I.E.C. Publication No. 68.

*Note 2.* Any capacitor that has been subjected to the type acceptance tests or any part of them shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

## 2.2 Standard conditions for testing

2.2.1 Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified in I.E.C. Publication No. 68: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components.

Before the measurements are made the capacitors shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the entire capacitor to reach this temperature. The recovery period called for after conditioning is adequate for this purpose.

When measurements are made at a temperature other than the specified temperature the results shall, where necessary, be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report.

*Note:* During measurements the capacitor shall not be exposed to draughts, direct sun-rays or other influences likely to cause error.

- 2.2.2 Lorsque dans ces recommandations, il est question de séchage, les condensateurs doivent être conditionnés avant les mesures par un séjour de  $96 \pm 4$  heures à la température de  $55 \pm 2^\circ\text{C}$  et avec une humidité relative ne dépassant pas 20 %.

Dès la sortie de l'étuve de conditionnement et jusqu'au début des essais spécifiés, le condensateur doit être placé, pour refroidir, dans un dessiccateur contenant un déshydratant approprié, tel que de l'alumine activée ou du silicagel.

## 2.3 Examen visuel

- 2.3.1 Les dimensions doivent être vérifiées et doivent satisfaire aux valeurs spécifiées.
- 2.3.2 Le condensateur doit être fabriqué conformément aux règles de l'art.
- 2.3.3 Le marquage doit être lisible.

## 2.4 Essais électriques

### 2.4.1 Capacité

- 2.4.1.1 La valeur de la capacité doit correspondre à la capacité nominale compte tenu de la tolérance.

*Note:* Pour les condensateurs de capacité nominale inférieure à 10 pF, la méthode de mesure et l'interprétation des résultats doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

- 2.4.1.2 La mesure de la capacité doit se faire à  $20^\circ\text{C}$ , ou le résultat de cette mesure être ramené par le calcul à cette température en utilisant la valeur nominale du coefficient de température.

La fréquence utilisée pour cette mesure doit être de  $1\text{ MHz} \pm 20\%$ .

La méthode de mesure doit être telle que l'erreur ne soit pas supérieure à 10 % de la tolérance sur la capacité nominale ou de la variation maximum de capacité spécifiée.

La tension appliquée ne doit pas dépasser 5 V.

### 2.4.2 Tangente de l'angle de perte

- 2.4.2.1 La tangente de l'angle de perte dans le cas des condensateurs Types IA, IB et IC ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

- condensateurs de capacité nominale égale ou supérieure à 50 pF : 0,0010
- condensateurs de capacité nominale égale ou supérieure à 5 pF mais inférieure à 50 pF:

$$0,001 \frac{145-2C}{45};$$

dans cette expression  $C$  est la capacité nominale en pF

- dans le cas des condensateurs de capacité nominale inférieure à 5 pF, si une limite de tangente de l'angle de pertes est requise par le client la méthode de mesure et l'interprétation des résultats feront l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

- 2.4.2.2 La tangente de l'angle de perte des condensateurs Types ID et IE ne doit pas dépasser le double des valeurs prescrites dans l'article 2.4.2.1.

- 2.4.2.3 Les mesures doivent être effectuées dans les conditions spécifiées dans l'article 2.4.1 et moyennant l'emploi d'un instrument d'une précision égale à 0,0001.

2.2.2 Where drying is called for in these recommendations, the capacitors shall be conditioned before measurement is made for  $96 \pm 4$  hours at a temperature of  $55 \pm 2^\circ\text{C}$  and a relative humidity not exceeding 20 %.

The capacitors shall then be allowed to cool in a desiccator using a suitable desiccant, such as activated alumina or silica gel, and shall be kept therein from the time of removal from the oven to the beginning of the specified tests.

### 2.3 Visual examination

2.3.1 The dimensions shall be checked and they shall comply with the specified values.

2.3.2 The capacitor shall be manufactured in accordance with good current practice.

2.3.3 The marking shall be legible.

### 2.4 Electrical tests

#### 2.4.1 Capacitance

2.4.1.1 The capacitance shall correspond with the rated capacitance, taking into account the tolerance.

*Note:* For capacitors with a value of less than 10 pF, the method of measurement and the interpretation of the results shall be agreed upon between customer and manufacturer.

2.4.1.2 The capacitance shall be measured at  $20^\circ\text{C}$ , or corrected to that temperature by calculation using the nominal temperature coefficient.

The frequency used for measurement shall be 1 MHz (Mc/s)  $\pm 20\%$ .

The measuring method shall be such that the error does not exceed 10 per cent of the rated capacitance tolerance or of the specified maximum change of capacitance.

The applied voltage shall not exceed 5 V.

#### 2.4.2 Tangent of the loss angle

2.4.2.1 The tangent of the loss angle of capacitors of Types IA, IB and IC shall not exceed the following values:

— for capacitors with a rated capacitance equal to or exceeding 50 pF : 0.0010

— for capacitors with a rated capacitance equal to or exceeding 5 pF, but less than 50 pF :

$$0.001 \frac{145-2C}{45},$$

where  $C$  is the rated capacitance in pF

— for capacitors with a rated capacitance of less than 5 pF, if a limit on the tangent of the loss angle is required by the customer, the method of measurement and the interpretation of the results shall be agreed upon between customer and manufacturer.

2.4.2.2 The tangent of the loss angle of capacitors of Types ID and IE shall not exceed twice the values specified in Clause 2.4.2.1.

2.4.2.3 Measurements shall be made under the conditions specified in Clause 2.4.1 and with an instrument accurate to 0.0001.

### 2.4.3 Rigidité diélectrique

2.4.3.1 Le condensateur doit supporter successivement, sans perforation ni contournement, l'application pendant une durée de 1 minute, d'une tension continue égale à  $1,5 U_R + 500 \text{ V}$  ( $U_R$  étant la tension nominale):

- a) entre bornes
- b) entre bornes reliées entre elles et le boîtier (s'il est métallique) ou la feuille métallique enveloppant le condensateur (si ce dernier est isolé).

2.4.3.2 Le montage utilisé pour l'essai doit être tel que la tension soit appliquée immédiatement à travers la résistance interne de l'appareil d'essai.

Le produit de cette résistance interne par la capacité nominale du condensateur en essai, augmentée de toute capacité en parallèle de l'appareil d'essai, ne doit pas être supérieur à 1 seconde.

Le courant de charge du condensateur en essai ne doit pas excéder 0,05 A.

Un montage d'essai approprié est décrit en annexe.

2.4.3.3 L'enveloppe non métallique d'un condensateur isolé doit être entourée par une feuille métallique appliquée étroitement autour du corps du condensateur jusqu'à une distance des sorties d'environ 1 mm par kV de tension d'essai. La tension d'essai est appliquée entre cette feuille et les bornes reliées entre elles.

### 2.4.4 Résistance d'isolement

2.4.4.1 La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 10 000 mégohms:

- a) entre bornes
- b) entre bornes reliées entre elles et le boîtier (s'il est métallique) ou la feuille métallique enveloppant le condensateur (si ce dernier est isolé).

2.4.4.2 La résistance d'isolement doit être mesurée sous une tension continue ne dépassant pas 550 V. Cette tension doit être appliquée pendant 1 minute  $\pm$  5 secondes, non pas progressivement, mais immédiatement, à travers la résistance interne de l'appareil d'essai. Le produit de cette résistance interne par la capacité nominale du condensateur en essai ne doit pas être supérieur à 1 seconde. La résistance d'isolement doit être mesurée à la fin de la période de 1 minute.

Avant la mesure de la résistance d'isolement, le condensateur doit être complètement déchargé.

*Note:* La tension de mesure doit être agréée par le client et par le fabricant en cas de condensateurs en matière de constante diélectrique élevée (ou en cas de conflit).

2.4.4.3 L'enveloppe non métallique d'un condensateur isolé doit être entourée par une feuille métallique appliquée étroitement autour du corps du condensateur et de largeur telle qu'il y ait un espace de 1 à 1,5 mm entre les bords de cette feuille et chaque sortie. La tension d'essai est appliquée entre cette feuille et les bornes reliées entre elles.

*Note:* Si la mesure de la résistance d'isolement suit immédiatement l'essai de rigidité diélectrique, il est permis d'utiliser la feuille spécifiée dans l'article 2.4.3.3.

### 2.4.5 Coefficient de température

2.4.5.1 Le coefficient de température moyen, déterminé suivant la méthode décrite ci-après, doit correspondre au coefficient de température nominal, compte tenu de la tolérance admise.

### 2.4.3 Voltage proof

2.4.3.1 The capacitor shall withstand consecutively, without breakdown or flashover, a direct voltage of  $1.5 U_R + 500$  V (where  $U_R$  is the rated voltage) for a period of 1 minute.

- a) between terminals
- b) between terminals connected together and the case (when metallic) or the wrapping of metal foil (where the capacitor is insulated).

2.4.3.2 The circuit for this test shall be so chosen that the voltage is applied at once through the internal resistance of the test apparatus.

The product of the internal resistance and the rated capacitance value of the capacitor under test plus any parallel capacitance in the test apparatus shall not exceed 1 second.

The charging current for the capacitor under test shall not exceed 0.05 A.

A suitable circuit for this test is given in the Appendix.

2.4.3.3 The non-metallic covering of an insulated capacitor shall have a metal foil closely wrapped around the body of the capacitor to within a distance from the terminations equal to approximately 1 mm per kV test voltage. The test voltage shall be applied between this foil and the terminals connected together.

### 2.4.4 Insulation resistance

2.4.4.1 The insulation resistance shall not be less than 10 000 megohms:

- (a) between terminals
- (b) between terminals connected together and the case (when metallic) or the wrapping of metal foil (where the capacitor is insulated).

2.4.4.2 The insulation resistance shall be measured with a direct voltage not exceeding 550 V. This voltage shall be applied for 1 minute  $\pm$  5 seconds, the insulation resistance being read at the end of that period. The voltage shall not be applied gradually but shall be applied at once through the internal resistance of the test apparatus. The product of this internal resistance and the rated capacitance value of the capacitor under test shall not exceed 1 second.

Before the measurement of the insulation resistance the capacitor shall be fully discharged.

*Note:* For high dielectric constant material (or in case of conflict) the measuring voltage shall be agreed upon between customer and manufacturer.

2.4.4.3 The non-metallic covering of an insulated capacitor shall have a metal foil closely wrapped around the body of the capacitor so as to leave a space of 1 to 1.5 mm between the edge of the foil and each termination. The measuring voltage shall be applied between the terminals connected together and the metal foil.

*Note:* Where the measurement of insulation resistance immediately follows the voltage proof test, it is permissible to use the foil specified in Clause 2.4.3.3.

### 2.4.5 Temperature coefficient

2.4.5.1 The average temperature coefficient determined as described below shall correspond with the rated temperature coefficient, taking into account its tolerance.

2.4.5.2 Le condensateur est séché (voir l'article 2.2.2).

2.4.5.3 Le condensateur doit être maintenu tour à tour à chacune des températures suivantes:

- a)  $20 \pm 5^\circ\text{C}$
- b) température maximum de la plage nominale de température  $\pm 2^\circ\text{C}$ .
- c)  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Ce cycle doit être effectué deux fois pour les condensateurs Type IA et une fois pour les condensateurs Types IB, IC, ID et IE.

2.4.5.4 La capacité est mesurée en utilisant la méthode indiquée à l'article 2.4.1 à chacune des températures indiquées à l'article 2.4.5.3, après que le condensateur ait atteint ces températures et dans les mêmes conditions électriques pour les 5 (ou 3) mesures.

La température de la chambre au moment de chaque mesure de la capacité doit être notée. La mesure de température doit être effectuée avec une précision de  $1^\circ\text{C}$ .

2.4.5.5 Le coefficient de température moyen est calculé à partir de la formule suivante:

$$\text{Coefficient de température moyen en \% par degré centigrade} = \frac{100 \Delta C}{C_a \Delta t}$$

$\Delta C$  étant la variation de la capacité entre les températures d'essai *b*) et *a*).

$C_a$  étant la valeur de la capacité à la température d'essai *a*).

$\Delta t$  étant la différence en degrés centigrades entre les températures d'essai *b*) et *a*).

Le coefficient de température moyen des condensateurs Type IA sera pris égal à la moyenne des valeurs calculées pour chacun des deux cycles.

*Note 1.* Il est désirable d'observer sur quelques échantillons, la variation de capacité à certains intervalles pendant le cycle de température, afin de vérifier que le coefficient de température ne dépasse pas dans la plage nominale de température les limites fixées pour les Types IA et IB et qu'il est raisonnablement constant dans la plage nominale de température pour les Types IC, ID et IE.

*Note 2.* Il peut être nécessaire d'utiliser une fréquence de mesure plus élevée lorsque, pour les capacités de faible valeur, la précision de la mesure normalisée n'est pas suffisante.

2.4.6 *Stabilité de courte durée* (seulement pour les condensateurs Types IA et IB de capacité ne dépassant pas 1 000 pF).

2.4.6.1 Les variations erratiques de capacité observées dans les conditions de l'article 2.4.6.2 ne doivent pas dépasser 1 dix millième.

2.4.6.2 Le condensateur doit être connecté de façon à constituer la partie capacitive principale du circuit accordé d'un oscillateur stable fonctionnant à une fréquence d'au moins 2 MHz.

Pendant une période de 30 minutes, le condensateur est soumis à la superposition d'une tension continue égale à la moitié de la tension nominale du condensateur, et d'une tension alternative de 20 V (valeur efficace) à la fréquence de l'oscillateur. Des mesures sont faites pendant les 10 dernières minutes de cette période. Pendant ces mesures la température ambiante ne doit pas varier de plus de  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

On fait battre l'oscillateur avec un second oscillateur stable de façon à produire une note de battement à fréquence musicale qu'on observe d'une façon continue au cours des mesures.

2.4.7 *Charge* (si exigé)

Lorsque cet essai est requis par le client pour des condensateurs couverts par ces recommandations et utilisés sous des courants de fréquences radioélectriques importants, l'essai doit être effectué en utilisant les valeurs nominales du courant et de la puissance agréées par le client et le fabricant.

2.4.5.2 The capacitor shall be dried (see Clause 2.2.2).

2.4.5.3 The capacitor shall be maintained at each of the following temperatures in turn:

- a)  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- b) maximum temperature of the rated temperature range  $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- c)  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$

This cycle shall be carried out twice for capacitors of Type IA and once for capacitors of Types IB, IC, ID and IE.

2.4.5.4 Capacitance measurements shall be made according to the method of Clause 2.4.1 at each of the temperatures mentioned in 2.4.5.3 after the capacitor has reached that temperature, and with the same electrical conditions for all 5 (or 3) measurements.

The temperature of the chamber at the time of each capacitance measurement shall be recorded. The measurement of temperature shall be accurate to  $1^{\circ}\text{C}$ .

2.4.5.5 The average temperature coefficient shall be computed from the following formula:

$$\text{Average temperature coefficient in \% per Centigrade degree} = \frac{100 \Delta C}{C_a \Delta t}$$

Where  $\Delta C$  is the difference between the capacitance values measured at test temperatures  $b$ ) and  $a$ ).

$C_a$  = capacitance value at  $a$ )

$\Delta t$  = difference in Centigrade degrees between the test temperatures  $b$ ) and  $a$ )

The average temperature coefficient of Type IA capacitors shall be taken as the mean of the two values calculated for each of the two cycles.

*Note 1.* It is desirable that the change of capacitance value of the same specimen be observed at intervals during the temperature cycle to confirm that the average temperature coefficient of capacitance is within limits over the temperature range for Types IA and IB and that it is reasonably constant over the temperature range for Types IC, ID and IE.

*Note 2.* For capacitance values so low that the standard method is not accurate enough it may be necessary to use a higher measuring frequency.

2.4.6 *Short-term stability* (for Types IA and IB capacitors with a rated capacitance not exceeding 1 000 pF only).

2.4.6.1 The abrupt changes in capacitance value observed under the conditions of Clause 2.4.6.2 shall not exceed one part in 10 000.

2.4.6.2 The capacitor shall be connected to form the main capacitance part of the tuned circuit of a stable oscillator operating at a frequency of not less than 2 MHz (Mc/s).

The capacitor shall be subjected for 30 minutes to the superposition of a direct potential equal to half the rated voltage of the capacitor and an alternating voltage of 20 V r.m.s. at the oscillator frequency. Readings will be made in the last 10 minutes of this period, the ambient temperature being constant within  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  during that time.

The output of the oscillator shall be allowed to beat with a second stable oscillator to produce an audio-frequency beat note, which shall be observed continuously over the measuring period.

2.4.7 *Loading* (where required)

Where this test is required by the customer for capacitors covered by these recommendations, and used with appreciable r.f. current, the test shall be carried out at the rating agreed by the customer and manufacturer.

2.4.7.1 On applique la puissance nominale réactive au condensateur placé dans une position isolée en atmosphère calme, la température ambiante étant de 40°C et la fréquence étant choisie de façon que le courant soit égal au courant nominal.

*Note:* En général, l'application simultanée au condensateur de sa puissance nominale réactive et de son courant nominal constitue le cas le plus défavorable qui soit susceptible de se présenter.

2.4.7.2 Après stabilisation, l'échauffement du point le plus chaud du condensateur (température maximum), déterminé à partir du coefficient de température ou par toute autre méthode appropriée, par exemple au moyen d'un couple thermoélectrique, ne doit pas dépasser 30°C.

2.4.7.3 La capacité et la tangente de l'angle de pertes sont mesurées dans les conditions fixées aux articles 2.4.1 et 2.4.2 avant et après l'épreuve, le condensateur étant, dans ce dernier cas, revenu à la température ambiante.

Les variations admissibles de la capacité et de la tangente de l'angle de pertes après l'essai sont à l'étude.

#### 2.4.8 Influence de la fréquence

Des règles relatives à l'influence de la fréquence sur la capacité et la tangente de l'angle de pertes sont à l'étude.

### 2.5 Essais mécaniques et climatiques

#### 2.5.1 Traction sur les sorties

2.5.1.1 Après l'essai suivant, le condensateur ne doit pas présenter de dommage visible.

2.5.1.2 On immobilise le corps du condensateur et on charge à tour de rôle ses sorties, dans leur position normale par rapport au corps du condensateur et dans la direction des axes des sorties, avec le poids indiqué ci-dessous appliqué pendant 10 secondes.

Le poids doit être:

Pour tous les types de sorties à l'exception des sorties par fil: 2 kg (4,4 lb).

Pour les sorties par fil: voir le tableau suivant.

Section du fil (le diamètre correspondant des fils ronds est donné entre parenthèses)		Poids	
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg	lb
Supérieure à 0,5 (0,8 mm)	Supérieure à 0,00078 (0,032 in)	2	4,4
Supérieure à 0,2 (0,5 mm) et inférieure ou égale à 0,5 (0,8 mm)	Supérieure à 0,00031 (0,020 in) et inférieure ou égale à 0,00078 (0,032 in)	1	2,2
Inférieure ou égale à 0,2 (0,5 mm)	Inférieure ou égale à 0,00031 (0,020 in)	0,5	1,1

#### 2.5.2 Souplesse des fils de sortie

2.5.2.1 Chacune des sorties doit supporter 2 pliages consécutifs sans dommage visible pour le condensateur.

2.4.7.1 The reactive power loading is applied to the capacitor placed in an isolated position in a still atmosphere at an ambient temperature of 40°C, the frequency being chosen such that the current has its rated value.

*Note:* In general, the simultaneous loading of the capacitor with its reactive power loading and its rated current, is the most unfavourable condition that can arise.

2.4.7.2 After conditions are stabilized, the temperature rise above 40°C determined from the temperature coefficient or by any other suitable means such as the use of a thermocouple, for the hottest spot of the capacitor (maximum temperature) shall not exceed 30°C.

2.4.7.3 The capacitance and the tangent of the loss angle of the capacitor are measured in accordance with Clauses 2.4.1 and 2.4.2 respectively, before and after the test at the power loading, the capacitor having regained the ambient temperature for the latter measurement.

The permissible change in these quantities at the end of the test is under consideration.

2.4.8 *Dependence on frequency*

Requirements for dependence on frequency of capacitance and tangent of loss angle are under consideration.

2.5 **Mechanical and climatic tests**

2.5.1 *Tensile test on terminations*

2.5.1.1 After the following test there shall be no visible damage to the capacitor.

2.5.1.2 The body of the capacitor is clamped and the terminations are loaded in turn, in their normal position relative to the body, in the direction of the axes of the terminations with a weight as specified below for a period of 10 seconds.

The weight shall be:

For all types of terminations except wire terminations: 2 kg (4.4 lb).

For wire terminations, see table below.

Cross-sectional area of the wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)		Load	
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg	lb
Exceeding 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00078 (0.032 in)	2	4.4
Exceeding 0.2 (0.5 mm) up to and including 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00031 (0.020 in) up to and including 0.00078 (0.032 in)	1	2.2
Up to and including 0.2 (0.5 mm)	Up to and including 0.00031 (0.020 in)	0.5	1.1

2.5.2 *Flexibility of wire terminations*

2.5.2.1 Each termination shall withstand 2 consecutive bends without visible damage to the capacitor.

2.5.2.2 On suspend librement le poids indiqué ci-dessous à chacune des sorties du condensateur à tour de rôle, dans la direction des axes des sorties, le corps du condensateur étant maintenu de façon que, par rapport à lui, le fil se trouve dans sa position normale.

Section du fil (le diamètre correspondant des fils ronds est donné entre parenthèses)		Poids	
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg	lb
Supérieure à 0,5 (0,8 mm)	Supérieure à 0,00078 (0,032 in)	1	2,2
Supérieure à 0,2 (0,5 mm) et inférieure ou égale à 0,5 (0,8 mm)	Supérieure à 0,00031 (0,020 in) et inférieure ou égale à 0,00078 (0,032 in)	0,5	1,1
Inférieure ou égale à 0,2 (0,5 mm)	Inférieure ou égale à 0,00031 (0,020 in)	0,25	0,55

2.5.2.3 On incline ensuite le corps du condensateur assez lentement, de façon à plier le fil à 90° et à revenir ensuite à la position initiale, le mouvement s'effectuant entièrement dans un plan vertical.

Un pliage se compose d'une flexion à 90° et du retour à la position initiale.

Les pliages consécutifs doivent être exécutés en sens contraire.

Lorsque les sorties sont telles qu'elles sont moins résistantes dans un plan donné, il faut, soit effectuer l'essai dans la direction correspondant au minimum de résistance soit effectuer plusieurs essais, chacun sur un échantillon différent.

### 2.5.3 *Souplesse des cosses à souder*

2.5.3.1 Chaque cosse à souder doit supporter 2 cycles consécutifs de pliage sans dommage visible pour le condensateur.

2.5.3.2 Un poids de 1 kg est appliqué perpendiculairement à la cosse à souder au milieu de la surface destinée à la soudure, dans une direction, puis dans la direction opposée. Cette opération constitue un cycle de pliage.

### 2.5.4 *Torsion des bornes filetées*

Les couples de torsion ayant le moment indiqué ci-dessous doivent être appliqués aux écrous ou aux vis des bornes filetées. Le condensateur ne doit pas présenter de dommage visible.

Diamètre extérieur du filetage		Moment de torsion	
mm	in	cm kg	in lb
3	1/8	5	4,4
3,5	9/64	8	7
4	5/32	12	10,4
5	3/16	20	17,4
6	1/4	25	21,8

### 2.5.5 *Soudure*

2.5.5.1 Pour cet essai on utilise un bain de soudure pourvu d'un dispositif capable de maintenir la température de la soudure à  $300 \pm 10^\circ\text{C}$ . Des précautions doivent être prises afin d'assurer l'uniformité de la température dans tout le bain entre les limites mentionnées ci-dessus.

2.5.2.2 The capacitor shall have a load as specified below freely suspended from each of its terminations in turn in the direction of the termination, the body of the capacitor being held so that the wire is in its normal position relative to the body of the capacitor.

Cross-sectional area of the wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)		Load	
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg	lb
Exceeding 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00078 (0.032 in)	1	2.2
Exceeding 0.2 (0.5 mm) up to and including 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00031 (0.020 in) up to and including 0.00078 (0.032 in)	0.5	1.1
Up to and including 0.2 (0.5 mm)	Up to and including 0.00031 (0.020 in)	0.25	0.55

2.5.2.3 The body of the capacitor shall then be inclined, reasonably slowly, so as to bend the wire through 90° and return to normal, the entire action taking place in one vertical plane.

Bending through an angle of 90° and back shall be defined as one bend.

Consecutive bends shall be in opposite directions.

Where terminations are so designed that they are weaker in one plane than in others, they shall be tested in the weakest direction, or several tests, each on a separate sample, shall be made.

### 2.5.3 Flexibility of soldering tags

2.5.3.1 Each soldering tag shall withstand 2 consecutive cycles of bending without visible damage to the capacitor.

2.5.3.2 A load of 1 kg shall be applied to the soldering tag, at right angles to the centre of the soldering surface, first in one direction and then in the opposite direction.

This operation shall be defined as 1 cycle of bending.

### 2.5.4 Torque on screw terminals

The following torque shall be applied to the nuts and screws of threaded terminals. There shall be no visible damage to the capacitor.

Outside diameter of thread		Torque	
mm	in	cm kg	in lb
3	1/8	5	4.4
3.5	9/64	8	7
4	5/32	12	10.4
5	3/16	20	17.4
6	1/4	25	21.8

### 2.5.5 Soldering

2.5.5.1 The solder bath used for this test shall be fitted with means to maintain the temperature of the solder at 300 ± 10°C. Precautions shall be taken to ensure uniformity of temperature throughout the mass of the solder within the above-mentioned limits.

La surface de la soudure doit être gardée propre et brillante. Immédiatement avant un essai on laisse tomber dans le centre du bain un morceau de soudure constitué par 60 % d'étain et 40 % de plomb avec une âme de résine pure. La longueur de cette pièce doit être d'environ 12 mm (0,5 in) et le diamètre d'environ 1,6 mm ( $\frac{1}{16}$  in).

2.5.5.2 Dès que la soudure ajoutée a fondu, la sortie du condensateur est immergée dans le bain de soudure dans la direction de son axe longitudinal. La durée de l'immersion est de  $2 \pm 0,5$  secondes. Les sorties par fil sont immergées jusqu'à un point éloigné de 6 mm de l'endroit où la sortie émerge du corps du condensateur. Les cosses à souder sont immergées sur la moitié de leur longueur.

2.5.5.3 La sortie doit être examinée pour vérifier l'étamage. Il doit se produire un écoulement libre de la soudure et la sortie doit être correctement mouillée.

2.5.5.4 La sortie est ensuite immergée, comme indiqué à l'article 2.5.5.2, pour une période supplémentaire de  $8 \pm 1$  secondes, puis retirée.

2.5.5.5 Les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

2.5.5.6 La capacité est mesurée au cours d'une période comprise entre  $\frac{1}{2}$  et 1 heure après l'immersion dans le bain de soudure.

La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.4.1 ne doit pas dépasser la plus grande des valeurs suivantes: 0,5 % ou 0,5 pF.

#### 2.5.6 *Variations rapides de température*

2.5.6.1 La capacité des condensateurs Types IA et IB est mesurée.

2.5.6.2 Les condensateurs sont soumis à un cycle de l'essai N de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai.

2.5.6.3 Après la période de reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

2.5.6.4 La capacité des condensateurs Types IA et IB est alors mesurée. La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.5.6.1 ne doit pas dépasser la plus forte des valeurs suivantes: 0,2 % ou 0,2 pF.

#### 2.5.7 *Vibrations*

A l'étude.

#### 2.5.8 *Secousses*

A l'étude.

#### 2.5.9 *Chaleur sèche*

2.5.9.1 La capacité des condensateurs Types IA et IB est mesurée.

2.5.9.2 Les condensateurs sont soumis à l'essai B de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai, compte tenu de la condition de sévérité applicable.

2.5.9.3 Après la période de reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

2.5.9.4 La capacité des condensateurs Types IA et IB est alors mesurée. La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.5.9.1, ne doit pas dépasser la plus grande des valeurs suivantes: 0,2 % ou 0,2 pF.

The surface of the bath shall be kept clean and bright, and immediately prior to a test a piece, approximately 12 mm (0.5 in) long and 1.6 mm ( $1/16$  in) in diameter of 60/40 tin-lead alloy solder with a pure rosin core, shall be dropped into the middle of the bath.

2.5.5.2 As soon as the added solder wire has melted, the capacitor termination shall be immersed in the bath of molten solder in the direction of its longitudinal axis. The duration of the immersion shall be  $2 \pm 0.5$  seconds.

Wire terminations shall be immersed up to 6 mm from the point where the termination emerges from the body. Soldering tags shall be immersed for half their length.

2.5.5.3 The termination shall be examined for good tinning, as evidenced by free flowing of the solder, with proper wetting of the termination.

2.5.5.4 The termination shall then be immersed as in Clause 2.5.5.2 above for a further period of  $8 \pm 1$  seconds and then withdrawn.

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

2.5.5.6 The capacitance shall be measured between  $1/2$  and 1 hour after immersion in the solder bath.

The change of capacitance compared with the value measured in Clause 2.4.1 shall not exceed 0.5 % or 0.5 pF, whichever is the greater.

#### 2.5.6 *Rapid change of temperature*

2.5.6.1 The capacitance of capacitors of Types IA and IB shall be measured.

2.5.6.2 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test N of I.E.C. Publication No. 68 for one cycle.

2.5.6.3 After recovery the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

2.5.6.4 The capacitance of capacitors of Types IA and IB shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Clause 2.5.6.1 shall not exceed 0.2% or 0.2 pF, whichever is the greater.

#### 2.5.7 *Vibration*

Under consideration.

#### 2.5.8 *Bumping*

Under consideration.

#### 2.5.9 *Dry heat*

2.5.9.1 The capacitance of capacitors of Types IA and IB shall be measured.

2.5.9.2 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test B of I.E.C. Publication No. 68, using the appropriate degree of severity.

2.5.9.3 After recovery the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

2.5.9.4 The capacitance of capacitors of Types IA and IB shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Clause 2.5.9.1 shall not exceed 0.2% or 0.2 pF, whichever is the greater.

2.5.10 *Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle*

2.5.10.1 Les condensateurs sont soumis à un cycle de 24 heures de l'essai D de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai.

2.5.10.2 Après la période de reprise, les condensateurs sont immédiatement soumis à l'essai de froid.

2.5.11 *Froid*

2.5.11.1 La capacité des condensateurs Types IA et IB est mesurée.

2.5.11.2 Les condensateurs sont soumis à l'essai A de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai, compte tenu de la condition de sévérité applicable.

2.5.11.3 Après la période de reprise les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent présenter aucun dommage visible et le marquage doit être lisible.

2.5.11.4 La capacité des condensateurs Types IA et IB est alors mesurée.

La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.5.11:1 ne doit pas dépasser la plus forte des valeurs suivantes: 0,2% ou 0,2 pF.

2.5.12 *Basse pression atmosphérique*

2.5.12.1 Les condensateurs sont soumis à l'essai M de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai, compte tenu de la condition de sévérité applicable.

2.5.12.2 L'épreuve est effectuée à une température de  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ . La durée de l'épreuve est de 1 heure.

2.5.12.3 Les condensateurs étant encore à la basse pression spécifiée et pendant les 5 dernières minutes de la période de 1 heure, on applique une tension continue à leurs bornes.

Lorsque les condensateurs sont munis d'un boîtier métallique, la tension est appliquée entre les bornes sur la moitié du lot de condensateurs et entre les bornes reliées entre elles et le boîtier sur l'autre moitié du lot.

La valeur de la tension d'essai dépend de la construction du condensateur et sa valeur doit faire l'objet d'un accord entre client et fabricant.

2.5.12.4 Pendant et après cet essai, il ne doit se produire ni déformation nuisible du boîtier, ni écoulement de l'imprégnant, ni perforation ni contournement.

2.5.13 *Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants*

2.5.13.1 Les condensateurs sont soumis à l'essai D de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai, pour le nombre de cycles indiqué ci-dessous:

Catégories 444 et 454 : 5 cycles

Catégorie 555 : 1 cycle.

2.5.13.2 Après la période de reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible et le marquage doit être lisible.

2.5.13.3 La capacité des condensateurs Types IA et IB et la résistance d'isolement de tous les types de condensateurs sont alors mesurées.

La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.5.11.4 ne doit pas dépasser la plus forte des valeurs suivantes: 1 % ou 1 pF.

La résistance d'isolement doit satisfaire aux conditions de l'article 2.4.4.1.

2.5.10 *Damp heat (accelerated) first cycle*

2.5.10.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test D of I.E.C. Publication No. 68 for one cycle of 24 hours.

2.5.10.2 After recovery the capacitors shall be subjected immediately to the cold test.

2.5.11 *Cold*

2.5.11.1 The capacitance of capacitors of Types IA and IB shall be measured.

2.5.11.2 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test A of I.E.C. Publication No. 68, using the appropriate degree of severity.

2.5.11.3 After recovery the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

2.5.11.4 The capacitance of capacitors of Types IA and IB shall then be measured.  
The change of the capacitance compared with the value measured in Clause 2.5.11.1 shall not exceed 0.2% or 0.2 pF, whichever is the greater.

2.5.12 *Low air pressure*

2.5.12.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test M of I.E.C. Publication No. 68, using the appropriate degree of severity.

2.5.12.2 The test shall be carried out at  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . The duration of the test shall be 1 hour.

2.5.12.3 While still at the specified low pressure and during the last 5 minutes of the 1-hour period, a direct voltage shall be applied to the terminals of the capacitors.

Where the capacitor has a metallic case, half the lot of capacitors shall have the voltage applied between terminals and half the lot shall have the voltage applied between terminals connected together and the case.

The test voltage will depend on the construction of the capacitor, and its value shall be agreed between the customer and the manufacturer.

2.5.12.4 During and after this test, there shall be no harmful deformation of the case or seepage of impregnant and no sign of breakdown or flashover.

2.5.13 *Damp heat (accelerated) remaining cycles*

2.5.13.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test D of I.E.C. Publication No. 68, for the following number of cycles:

Groups 444 and 454 : 5 cycles

Group 555 : 1 cycle.

2.5.13.2 After recovery the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

2.5.13.3 The capacitance of capacitors of Types IA and IB and the insulation resistance of all capacitors shall then be measured.

The change of capacitance compared with the value measured in Clause 2.5.11.4 shall not exceed 1% or 1 pF, whichever is the greater.

The insulation resistance shall still comply with the requirements of Clause 2.4.4.1.

#### 2.5.14 *Brouillard salin*

- 2.5.14.1 Les condensateurs sont soumis à l'essai K de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai, compte tenu de la condition de sévérité applicable.
- 2.5.14.2 Après la période de reprise les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible et le marquage doit être lisible.

#### 2.5.15 *Chaleur humide (essai de longue durée)*

- 2.5.15.1 Les condensateurs sont soumis à l'essai C de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai, compte tenu de la condition de sévérité applicable.
- 2.5.15.2 Pendant la totalité de cet essai on applique une tension continue aux bornes de la moitié des condensateurs. Cette tension est égale à la moitié de la tension nominale du condensateur.
- 2.5.15.3 Après la période de reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible et le marquage doit être lisible.
- 2.5.15.4 Les paramètres suivants des condensateurs n'ayant pas été soumis à une tension continue pendant l'épreuve sont alors mesurés:

Types IA et IB : Capacité  
Tangente de l'angle de pertes  
Résistance d'isolement

Types IC, ID et IE : Tangente de l'angle de pertes  
Résistance d'isolement

La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.4.1 ne doit pas dépasser la plus forte des valeurs suivantes: 1% ou 1 pF.

La tangente de l'angle de pertes ne doit pas dépasser 2 fois la valeur mesurée à l'article 2.4.2.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 10 000 mégohms pour les catégories 444, 454 et 555 et à 5 000 mégohms pour la catégorie 656.

- 2.5.15.5 Les condensateurs ayant été soumis à une tension continue pendant l'épreuve ne doivent pas présenter de courts-circuits ni être coupés.

#### 2.6 **Endurance**

- 2.6.1 Les condensateurs doivent être soumis à un essai d'endurance de 250 heures sous une tension continue égale à  $1,4 U_R + 300$  V, ( $U_R$  étant la tension nominale du condensateur en volts) dans une atmosphère maintenue à la température maximum de la plage nominale de température.

- 2.6.2 Les condensateurs sont placés dans la chambre d'essai de façon qu'aucun condensateur ne se trouve à moins de 25 mm (2 in) d'un autre condensateur.

Les condensateurs ne doivent pas être chauffés par rayonnement direct, et la circulation de l'air dans la chambre doit être telle que la température en tous les points où les condensateurs sont placés ne puisse s'écarter de plus de  $\pm 3^\circ\text{C}$  de la température spécifiée.

On admet pour cet essai que la température des condensateurs est la même que la température spécifiée.

- 2.6.3 La tension est appliquée individuellement aux condensateurs à travers une résistance de valeur approximativement égale à 1 ohm par volt appliqué.

#### 2.5.14 *Salt mist*

2.5.14.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test K of I.E.C. Publication No. 68 using the appropriate degree of severity.

2.5.14.2 After recovery the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

#### 2.5.15 *Damp heat (long term exposure)*

2.5.15.1 The capacitor shall be subjected to the procedure of Test C of I.E.C. Publication No. 68, using the appropriate degree of severity.

2.5.15.2 During the whole period of this test a direct voltage shall be applied to the terminals of half the number of capacitors. This voltage shall be equal to half the rated voltage of the capacitor.

2.5.15.3 After recovery all capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

2.5.15.4 The following parameters of the capacitors, not subjected to voltage, shall then be measured:

Types IA and IB: Capacitance

Tangent of the loss angle

Insulation resistance

Types IC, ID and IE: Tangent of the loss angle

Insulation resistance

The change of the capacitance compared with the value measured in Clause 2.4.1 shall not exceed 1% or 1 pF, whichever is the greater. The tangent of the loss angle shall not exceed twice the value measured in Clause 2.4.2.

The insulation resistance shall be not less than 10 000 megohms for Groups 444, 454 and 555 and 5 000 megohms for Group 656.

2.5.15.5 Capacitors subjected to voltage shall show no short-circuit nor open-circuit.

#### 2.6 **Endurance**

2.6.1 The capacitors shall be subjected to an endurance test of 250 hours at a direct voltage of  $1.4 U_R + 300 \text{ V}$  (where  $U_R$  is the rated voltage in volts) in an atmosphere maintained at the maximum temperature of the rated temperature range.

2.6.2 The capacitors shall be placed in the test chamber in such a manner that no capacitor is within 25 mm (2 in) of any other capacitor.

The capacitors shall not be heated by direct radiation and the circulation of the air in the chamber shall be adequate to prevent the temperature from departing by more than  $\pm 3^\circ\text{C}$  from the specified temperature at any point where capacitors are placed.

It shall be assumed in this test that the temperature of the capacitors is the same as the specified temperature.

2.6.3 The voltage shall be applied to the capacitors individually through a resistor whose value is approximately 1 ohm per applied volt.

- 2.6.4 Le condensateur est considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai s'il se produit un court-circuit, temporaire ou permanent, dans le condensateur ou entre une quelconque des électrodes et le boîtier.
- 2.6.5 Après la période spécifiée, on laisse les condensateurs refroidir dans les conditions atmosphériques normales d'essai.
- 2.6.6 Les condensateurs sont alors examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible et le marquage doit être lisible.
- 2.6.7 La capacité, la tangente de l'angle de pertes et la résistance d'isolement sont alors mesurées.  
La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.4.1 ne doit pas dépasser la plus forte des valeurs suivantes: 1% ou 1 pF pour les Types IA, IB, IC et ID et 2% ou 2 pF pour le Type IE.  
La tangente de l'angle de pertes ne doit pas dépasser 1,5 fois la valeur spécifiée à l'article 2.4.2.  
La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 3 000 mégohms.

### SECTION 3

#### 3.1 Code des couleurs

- 3.1.1 Lorsqu'on utilise un code des couleurs pour le marquage des condensateurs à diélectrique en céramique, il doit être conforme aux prescriptions données ci-après.
- 3.1.2 Le code des couleurs pour les condensateurs à diélectrique en céramique doit être l'un des codes suivants:
- cinq bandes avec un espace double entre la première et deuxième bande
  - cinq points alignés
  - six bandes avec un espace entre la deuxième et la troisième bande
  - six points alignés.
- 3.1.3 Le code des couleurs est utilisé pour indiquer le type, le coefficient de température et sa tolérance, la capacité et sa tolérance. Si la tension nominale diffère de 500 V et si la température maximum de la plage nominale de température diffère de 85°C, elles doivent être marquées séparément.
- 3.1.4 Les codes des couleurs applicables à chaque type (voir l'article 1.7) sont les suivants:
- Type IB avec coefficient de température normal, à l'exception de + 100 millionièmes par degré centigrade: cinq bandes ou points (voir l'article 3.1.9)
  - Type IB avec coefficient de température de + 100 millionièmes par degré centigrade: six bandes ou points (voir l'article 3.1.10)
  - Types IC et ID: cinq bandes ou points, la première bande (ou le premier point) étant respectivement blanche ou grise (voir l'article 3.1.9)
  - Type IE: six bandes ou points, les deux premières bandes (ou les deux premiers points) étant grise et noire (voir l'article 3.1.10)
  - Type I avec coefficient de température anormal: six bandes ou points (voir l'article 3.1.10)
  - Type II: voir la spécification pour ce type.

*Note:* Ce code des couleurs ne donne pas d'information suffisante pour définir convenablement les condensateurs Type IA. Par conséquent, l'utilisation de ce code n'est pas recommandée pour ce type.