

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 116

Première édition — First edition

1959

**Recommandations pour condensateurs au mica
à revêtement métallique du type réception
destinés aux appareils électroniques**

**Recommendations for receiver-type metallized
mica capacitors
for use in electronic equipment**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60716:1959

Withdrawn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 116

Première édition — First edition

1959

**Recommandations pour condensateurs au mica
à revêtement métallique du type réception**
destinés aux appareils électroniques

**Recommendations for receiver-type metallized
mica capacitors**
for use in electronic equipment



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

SOMMAIRE		Pages
PRÉAMBULE		4
PRÉFACE		4
Articles	SECTION 1	
1.1 Domaine d'application		8
1.2 Objet		8
1.3 Terminologie		8
1.4 Classification en catégories		10
1.5 Valeurs normales de la capacité nominale		10
1.6 Tolérances sur la capacité nominale		10
1.7 Coefficient de température et dérive de capacité		12
1.8 Valeurs normales de la tension nominale		12
1.9 Marquage		12
1.10 Essais d'approbation de type		12
1.11 Essais de contrôle de fabrication		14
	SECTION 2	
2.1 Exécution des essais d'approbation de type		14
2.2 Conditions normales d'essai		16
2.3 Examen visuel		18
2.4 Essais électriques		18
2.4.1 Rigidité diélectrique		18
2.4.2 Capacité		18
2.4.3 Tangente de l'angle de pertes		20
2.4.4 Résistance d'isolement		20
2.4.5 Coefficient de température et dérive de capacité		22
2.4.6 Fréquence de résonance		24
2.4.7 Stabilité de courte durée		24
2.5 Essais mécaniques		24
2.5.1 Robustesse des sorties		24
2.5.2 Soudure		26
2.5.3 Vibrations		26
2.5.4 Secousses		26
2.6 Variations rapides de température		26
2.7 Séquence climatique		28
2.7.1 Chaleur sèche		28
2.7.2 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle		28
2.7.3 Froid		28
2.7.4 Basse pression atmosphérique		28
2.7.5 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants		28
2.7.6 Mesures finales		28
2.8 Chaleur humide (essai de longue durée)		30
2.9 Endurance		30
	SECTION 3	
3.1 Code des couleurs		32
	SECTION 4	
4.1 Dimensions		34
Annexe		36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	SECTION 1
1.1 Scope	9
1.2 Object	9
1.3 Terminology	9
1.4 Classification into groups	11
1.5 Standard values of rated capacitance	11
1.6 Tolerances on rated capacitance	11
1.7 Temperature coefficient and capacitance drift	13
1.8 Standard values of rated voltage	13
1.9 Marking	13
1.10 Type acceptance tests	13
1.11 Production tests	15
	SECTION 2
2.1 Schedule for type acceptance tests	15
2.2 Standard conditions for testing	17
2.3 Visual examination	19
2.4 Electrical tests	19
2.4.1 Voltage proof	19
2.4.2 Capacitance	19
2.4.3 Tangent of the loss angle	21
2.4.4 Insulation resistance	21
2.4.5 Temperature coefficient and capacitance drift	23
2.4.6 Resonant frequency	25
2.4.7 Short-term stability	25
2.5 Mechanical tests	25
2.5.1 Robustness of terminations	25
2.5.2 Soldering	27
2.5.3 Vibration	27
2.5.4 Bumping	27
2.6 Rapid change of temperature	27
2.7 Climatic sequence	29
2.7.1 Dry heat	29
2.7.2 Damp heat (accelerated) first cycle	29
2.7.3 Cold	29
2.7.4 Low air pressure	29
2.7.5 Damp heat (accelerated) remaining cycles	29
2.7.6 Final measurements	29
2.8 Damp heat (long term exposure)	31
2.9 Endurance	31
	SECTION 3
3.1 Colour code	33
	SECTION 4
4.1 Dimensions	35
Appendix	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS POUR CONDENSATEURS AU MICA
À REVÊTEMENT MÉTALLIQUE DU TYPE RÉCEPTION
DESTINÉS AUX APPAREILS ÉLECTRONIQUES

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: Radio-communications, à Estoril en 1951, il fut décidé que des recommandations internationales devraient être préparées pour les condensateurs au mica.

Le Secrétariat rédigea en premier lieu une spécification de groupe contenant un plan des règles générales et des méthodes d'essais. Ce document fut discuté à Philadelphie en 1954. Il fut alors décidé de préparer une spécification pour les condensateurs au mica à revêtement métallique, basée sur la spécification de groupe.

Après la réunion de Philadelphie, le travail fut poursuivi au sein du 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.

Le premier projet des présentes recommandations fut discuté à Londres en 1955, à la suite de quoi un projet révisé fut diffusé en mars 1956, pour approbation suivant la Règle des Six Mois. Ce vote ne donna lieu à aucune réponse défavorable, mais un certain nombre d'observations furent soumises et celles-ci furent discutées à Zurich en 1957.

A la suite des discussions de Zurich, des projets de modifications furent diffusés en avril 1958, pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois.

Les pays suivants votèrent explicitement en faveur de la publication:

Allemagne	France	Suède
Autriche	Japon	Suisse
Belgique	Norvège	Tchécoslovaquie
Danemark	Pays-Bas	
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RECOMMENDATIONS FOR RECEIVER-TYPE METALLIZED MICA CAPACITORS
FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT**

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 mica capacitors.

The Secretariat first prepared a group specification in which a general outline for the requirements and test methods was given. This document was discussed in Philadelphia in 1954, when it was decided to draw up a specification for metallized mica capacitors, based upon the group specification.

After the Philadelphia meeting the work was continued in the 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.

The first draft of the present recommendations was discussed in London in 1955 and as a result a revised draft was circulated for approval under the Six Months' Rule in March 1956. No unfavourable votes were received, but a number of comments were made, which were discussed in Zurich in 1957.

As a result of the discussions in Zurich, draft amendments were circulated for approval under the Two Months' Procedure in April 1958.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Germany	Switzerland
Belgium	Japan	United Kingdom
Czechoslovakia	Netherlands	United States of America
Denmark	Norway	
France	Sweden	

Le Comité National de l'Inde fit savoir qu'il n'était pas favorable à la publication, car il ne pouvait accepter certaines propositions concernant la révision de la Publication n° 68 de la C.E.I., conjointement avec laquelle il est prévu d'utiliser les présentes recommandations.

Les changements les plus récents à la Publication n° 68, actuellement en révision, ont été pris en considération au cours des derniers stades de l'étude et de la rédaction des présentes recommandations et ont été incorporés dans celles-ci. Il est possible, néanmoins, que lorsque la révision de la Publication n° 68 sera complétée, il soit nécessaire d'apporter des changements aux présentes recommandations.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60716:1959
Withdrawn

The Indian National Committee stated that it was not in favour of publication, as it could not accept certain proposals for the revision of I.E.C. Publication No. 68, with which these recommendations are intended to be used.

The latest changes to I.E.C. Publication No. 68, at present under revision, were taken into account during the final stages of the drafting and consideration of the present recommendations and as far as possible have been incorporated. It is possible, however, that when the revision of Publication No. 68 is complete, some changes will have to be made in the present recommendations.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60716:1959
Withdrawn

**RECOMMANDATIONS POUR CONDENSATEURS AU MICA
À REVÊTEMENT MÉTALLIQUE DU TYPE RÉCEPTION
DESTINÉS AUX APPAREILS ÉLECTRONIQUES**

SECTION 1

1.1 Domaine d'application

La présente spécification est applicable aux condensateurs fixes à diélectrique en mica dont les électrodes sont constituées par un dépôt métallique sur les feuilles de mica et destinés aux récepteurs de télécommunication et aux applications analogues dans d'autres appareils électroniques.

Elle doit être utilisée conjointement avec les Publications suivantes de la C.E.I. : n° 68 : Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées; n° 63 : Séries des valeurs recommandées et tolérances associées pour résistances et condensateurs.

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 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 Capacité nominale

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

1.3.2 Tension nominale

La tension nominale est la tension continue de fonctionnement qui peut être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur à l'une quelconque des températures comprises dans sa plage nominale de température.

Note 1. 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 nominale, parce que l'utilisation des tensions alternatives peut causer des effets thermiques et de couronne qui réduisent la tension à appliquer.

Note 2. Aux fréquences élevées, les tensions alternatives qui doivent être appliquées sont limitées à celles usuelles dans les récepteurs de télécommunication.

1.3.3 Plage nominale de température

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

1.3.4 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.

RECOMMENDATIONS FOR RECEIVER-TYPE METALLIZED MICA CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT

SECTION 1

1.1 Scope

This specification relates to fixed capacitors with a dielectric of mica, with electrodes directly deposited on the mica sheets and intended for use in telecommunication receiving equipment and for similar applications in other electronic equipment.

It shall be used in conjunction with the following I.E.C. Publications: No. 68: Basic Climatic and Mechanical Robustness Testing Procedure for Components, and No. 63: Series of Preferred Values and their Associated Tolerances for Resistors and Capacitors.

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 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 *Rated capacitance*

The rated capacitance of a mica capacitor is the value which is indicated upon it.

1.3.2 *Rated voltage*

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

Note 1. 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 supply may be equal to the rated voltage, since the use of a.c. may cause thermal and corona effects which reduce the voltage that may be applied.

Note 2. At high frequencies, the alternating voltages to be applied are limited to those common in telecommunication receivers.

1.3.3 *Rated temperature range*

The rated temperature range is the temperature range for which the capacitor is designed for continuous operation and which corresponds to the temperature limits of the appropriate group.

1.3.4 *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.

1.3.5 Température maximum d'un condensateur

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

1.3.6 Température minimum d'un condensateur

La température minimum d'un condensateur est la température du point le plus froid de la surface externe du boîtier; elle doit correspondre à la température de la condition de sévérité applicable de l'essai de froid.

1.4 Classification en catégories

Les condensateurs au mica à revêtement métallique du type réception sont classés en catégories conformément aux règles générales de classification données dans la Publication n° 68 de la C.E.I.

Les six catégories suivantes ont été choisies pour les condensateurs au mica à revêtement métallique:

444 554 665 766
 555 776

Les catégories soulignées sont les catégories préférentielles et doivent être utilisées chaque fois que possible.

Les plages nominales de température et les sévérités de l'essai de longue durée de chaleur humide sont:

Catégories	Plages nominales de températures	Chaleur humide (longue durée)
<u>444</u>	— 55 à + 100°C	40°C; 56 jours
554	— 40 à + 85°C	40°C; 56 jours
555	— 40 à + 85°C	40°C; 21 jours
<u>665</u>	— 25 à + 70°C	40°C; 21 jours
<u>766</u>	— 10 à + 70°C	40°C; 4 jours
<u>776</u>	— 10 à + 55°C	40°C; 4 jours

Note: Tous les essais et l'ordre dans lequel ils doivent être effectués sont spécifiés pour chaque catégorie à l'article 2.1.3.

1.5 Valeurs normales de la capacité nominale

Les valeurs normales de la capacité nominale doivent être choisies dans les séries de la Publication n° 63 de la C.E.I.: Séries de valeurs recommandées et tolérances associées pour résistances et condensateurs.

Note: Ces séries normales devraient, si possible, être aussi utilisées pour les condensateurs de tolérance 1% et 2%, tant que les séries normalisées correspondant à ces tolérances sont à l'étude.

1.6 Tolérances sur la capacité nominale

Les tolérances normales sur la capacité nominale sont:

Pour les condensateurs de capacité nominale supérieure ou égale à 10 pF	Pour les condensateurs de capacité nominale inférieure à 10 pF
$\pm 1\%$ $\pm 2\%$ $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ $\pm 20\%$	$\pm 1 \text{ pF}$

Note: Si des tolérances plus petites étaient requises pour des condensateurs de capacité inférieure à 10 pF, les tolérances de $\pm 0,25 \text{ pF}$ ou de $\pm 0,1 \text{ pF}$ devraient être choisies dans la mesure du possible.

1.3.5 *Maximum temperature of a capacitor*

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

1.3.6 *Minimum temperature of a capacitor*

The minimum temperature of a capacitor is the temperature at the coldest point of the external surface of the case, and should be related to the appropriate degree of severity of the cold test.

1.4 **Classification into groups**

Receiver-type metallized mica capacitors are classified into groups according to the general rules which are given for this classification in I.E.C. Publication No. 68.

The following six groups have been selected for metallized mica capacitors:

<u>444</u>	554	<u>665</u>	766
	555		<u>776</u>

The groups which are underlined are preferred groups and should be used whenever possible.

The temperature ranges and the severities of the long term damp heat tests thus are:

Groups	Rated temperature ranges	Damp heat (long term)
444	— 55 to + 100°C	40°C; 56 days
554	— 40 to + 85°C	40°C; 56 days
555	— 40 to + 85°C	40°C; 21 days
665	— 25 to + 70°C	40°C; 21 days
<u>766</u>	— 10 to + 70°C	40°C; 4 days
<u>776</u>	— 10 to + 55°C	40°C; 4 days

Note: All the tests and the order in which they shall be applied for each group, are specified in Clause 2.1.3.

1.5 **Standard values of rated capacitance**

The standard values of the rated capacitance shall be taken from the series specified in I.E.C. Publication No. 63: Series of Preferred Values and their Associated Tolerances for Resistors and Capacitors.

Note: Where possible these standard series should also be used for capacitors with tolerances of 1% and 2%, whilst standard series for such tolerances are under consideration.

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
± 1% ± 2% ± 5% ± 10% ± 20%	± 1 pF

Note: Where smaller tolerances are required for capacitors below 10 pF the tolerances of ± 0.25 pF or ± 0.1 pF should be chosen whenever possible.

1.7 Coefficient de température et dérive de capacité

Les valeurs normales du coefficient de température et de la dérive de capacité associée (voir l'article 2.4.5) sont:

Coefficient de température ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Dérive de la capacité (pF)
— 100/ + 100	0,003 C
— 20/ + 100	$\pm (0,001 C + 0,1)$
— 20/ + 50	$\pm (0,0005 C + 0,1)$

Note: Dans le tableau ci-dessus, C est la capacité nominale exprimée en pF.

1.8 Valeurs normales de la tension nominale

Les valeurs normales de la tension nominale sont: 300, 500, 750 et 1000 V.

1.9 Marquage

1.9.1 Chaque condensateur doit, au moins, porter lisiblement les indications suivantes:

- a) capacité nominale en microfarads ou en picofarads
- b) tolérance sur la capacité nominale.

Note: Le code des couleurs spécifié à la section 3 peut être utilisé pour le marquage de ces renseignements combinés avec le coefficient de température.

1.9.2 Les renseignements mentionnés à l'article 1.9.1 et ceux indiqués ci-après doivent être portés sur l'emballage:

- a) tension nominale
- b) coefficient de température en millièmes par $^{\circ}\text{C}$ et la dérive de capacité
- c) catégorie
- d) marque d'origine (nom du constructeur ou marque de fabrique)
- e) désignation de type du fabricant
- f) mois et année de fabrication (qui peut être indiqué en code)
- g) référence à la présente spécification ou à la spécification nationale applicable au condensateur.

Note: Lorsqu'une désignation de type C.E.I. est utilisée, soit pour le marquage de la pièce, soit comme référence dans la description de la pièce, le fabricant est responsable de la conformité de la pièce aux prescriptions de la spécification particulière. La C.E.I., en tant qu'organisme, ne peut accepter aucune responsabilité en la matière.

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

1.10 Essai d'approbation de type

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

1.10.2 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 ou tous ces essais peuvent être répétés de temps en temps, sur les échantillons prélevés sur la fabrication courante, de façon à confirmer que la qualité de la pièce détachée satisfait encore aux prescriptions de la spécification.

1.7 Temperature coefficient and capacitance drift

The standard limits for temperature coefficient and associated capacitance drift (see Clause 2.4.5) are:

Temperature coefficient (parts per million per °C)	Capacitance drift (pF)
— 100/ + 100	$\pm 0.003 C$
— 20/ + 100	$(0.001 C + 0.1)$
— 20/ + 50	$(0.0005 C + 0.1)$

Note: In the above table C is the rated capacitance in pF.

1.8 Standard values of rated voltage

The standard values of rated voltage are: 300, 500, 750 and 1000 V.

1.9 Marking

1.9.1 Each capacitor shall have at least the following information clearly marked upon it.

- a) rated capacitance in microfarads or picofarads
- b) tolerance on rated capacitance

Note: The colour code specified in Section 3 may be used to indicate these items together with the temperature coefficient.

1.9.2 The information of Clause 1.9.1 together with the following information shall be given on the packing:

- a) rated voltage
- b) temperature coefficient in parts per million per °C and the capacitance drift
- c) appropriate group
- d) mark of origin (manufacturer's name or trade mark)
- e) manufacturer's type designation
- f) month and year of manufacture (which may be in code form)
- g) reference to this document and/or to the national specification appropriate to the capacitor.

Note: When an I.E.C. type designation is used, either for the marking of the product, or in a description of the product, it is the responsibility of the manufacturer to ensure that the item meets the requirements of the relevant specification. The I.E.C. as a body can accept no responsibility in this matter.

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

1.10 Type acceptance tests

1.10.1 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 capacitance, temperature coefficient and voltage rating for such design.

1.10.2 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 still meets the requirements of the specification.

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.

1.10.3 Cette spécification ne donne pas de renseignements sur les plans d'échantillonnage qui doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

1.11 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 :

Examen visuel
Essai de rigidité diélectrique entre bornes
Capacité.

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 à essayer doit être agréé par le client et par le fabricant.

L'échantillonnage doit être choisi de façon qu'il soit représentatif de la gamme des valeurs de capacité, de tension nominale et de coefficient de température du type à approuver, compte tenu des prescriptions particulières du client.

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
Rigidité diélectrique	2.4.1
Capacité	2.4.2
Tangente de l'angle de pertes	2.4.3
Résistance d'isolement	2.4.4

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.

1.10.3 This specification does not include information on any sampling schemes. These should be the subject of agreement between customer and manufacturer.

1.11 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:

- Visual examination
- Voltage proof between terminations
- Capacitance.

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, taking into account the customer's requirements.

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
Voltage proof	2.4.1
Capacitance	2.4.2
Tangent of the loss angle	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 suivants dans l'ordre indiqué:

Essai	Degrés de sévérité						Article des recommandations
	<u>444</u>	554	555	<u>665</u>	766	<u>776</u>	
<i>Premier lot</i>							
Robustesse des sorties	x	x	x	x	x	x	2.5.1
Soudure	x	x	x	x	x	x	2.5.2
Variations rapides de température	N	N	N	—	—	—	2.6
Vibrations	x	x	x	—	—	—	2.5.3
Secousses	x	x	x	x	x	x	2.5.4
Chaleur sèche	B IV	B V	B V	B VI	B VI	B VII	2.7.1
Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle	D IV	D IV	D V	D V	—	—	2.7.2
Froid	A IV	A V	A V	A VI	A VII	A VII	2.7.3
Basse pression atmosphérique	M IV	M V	M V	—	—	—	2.7.4
Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	D IV	D IV	D V	D V	—	—	2.7.5
<i>Deuxième lot</i>							
Fréquence de résonance	x	x	x	x	x	x	2.4.6
Chaleur humide (essai de longue durée)	C IV	C IV	C V	C V	C VI	C VI	2.8
<i>Troisième lot</i>							
Coefficient de température et dérive de capacité	x	x	x	x	x	x	2.4.5
Stabilité de courte durée	x	x	x	x	x	x	2.4.7
Endurance	x	x	x	x	x	x	2.9

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 après 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 requises 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 toute épreuve convient pour satisfaire cette condition.

Lorsque les mesures sont effectuées à une température différente de la température spécifiée, les résultats doivent, si nécessaire, être ramenés à cette température spécifiée. La température ambiante à laquelle ont été effectuées les mesures doit être mentionnée dans 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 be subjected to the following tests in the order stated below:

Test	Degree of severity						Clause of these recommendations
	<u>444</u>	554	555	<u>665</u>	766	<u>776</u>	
<i>First lot</i>							
Robustness of terminations	x	x	x	x	x	x	2.5.1
Soldering	x	x	x	x	x	x	2.5.2
Rapid change of temperature	N	N	N	—	—	—	2.6
Vibration	x	x	x	—	—	—	2.5.3
Bumping	x	x	x	x	x	x	2.5.4
Dry heat	B IV	B V	B V	B VI	B VI	B VII	2.7.1
Damp heat (accelerated) first cycle	D IV	D IV	D V	D V	—	—	2.7.2
Cold	A IV	A V	A V	A VI	A VII	A VII	2.7.3
Low air pressure	M IV	M V	M V	—	—	—	2.7.4
Damp heat (accelerated) remaining cycles	D IV	D IV	D V	D V	—	—	2.7.5
<i>Second lot</i>							
Resonant frequency	x	x	x	x	x	x	2.4.6
Damp heat (long term)	C IV	C IV	C V	C V	C VI	C VI	2.8
<i>Third lot</i>							
Temperature coefficient and capacitance drift	x	x	x	x	x	x	2.4.5
Short-term stability	x	x	x	x	x	x	2.4.7
Endurance	x	x	x	x	x	x	2.9

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 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 capacitor 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 this specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report.

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

2.2.2 Lorsque dans cette spécification il est question de séchage avant les mesures, les condensateurs doivent être préconditionnés pendant 96 ± 4 heures dans les conditions de reprise assistée prescrites par la Publication n° 68 de la C.E.I.

Dès sa 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 gel de silice.

2.3 Examen visuel

2.3.1 Les dimensions doivent être vérifiées et être conformes aux valeurs spécifiées.

2.3.2 Le condensateur doit être fabriqué et traité conformément aux règles de l'art.

2.3.3 Le marquage doit être conforme aux prescriptions de l'article 1.9 et rester lisible après l'un quelconque des essais spécifiés.

2.4 Essais électriques

2.4.1 Rigidité diélectrique

2.4.1.1 Le condensateur doit supporter successivement sans perforation ni contournement l'application d'une tension continue égale à deux fois la tension nominale pendant une durée de 1 minute:

a) entre les bornes

b) entre les bornes réunies et le boîtier métallique, la feuille métallique ou la plaque de montage (voir article 2.4.1.2).

2.4.1.2 Dans le cas des condensateurs isolés autres que ceux munis de trous de fixation, une feuille métallique est enroulée en contact étroit autour du corps du condensateur de la façon suivante:

a) pour les condensateurs à sorties radiales, la feuille est placée entre les sorties en laissant un espace de 1 mm par kV de tension d'essai entre le bord de la feuille et chacune des sorties.

b) pour les condensateurs à sorties axiales par fil, la feuille recouvre tout le corps du condensateur et dépasse d'au moins 5 mm les extrémités du condensateur, à condition qu'un espace minimum de 1 mm par kV de la tension d'essai puisse être respecté entre la feuille et chacune des sorties, sinon la largeur de la feuille doit être réduite de façon à remplir cette dernière condition. Les extrémités de la feuille ne doivent pas être repliées sur les bords du condensateur.

Les condensateurs isolés munis de trous de fixation doivent être montés de la manière usuelle sur une plaque métallique, dépassant d'au moins 12,5 mm ($\frac{1}{2}$ in), dans toutes les directions, la face de montage du condensateur.

2.4.1.3 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 parallèle de l'appareil d'essai, ne doit pas être supérieure à une seconde. Le courant de charge du condensateur en essai ne doit pas excéder 5 mA pour les condensateurs de capacité inférieure à 100 pF et 50 mA pour les condensateurs de capacité supérieure ou égale à 100 pF.

Un montage d'essai approprié est décrit dans l'annexe, page 36.

2.4.2 Capacité

2.4.2.1 La valeur de la capacité à 20°C doit correspondre à la capacité nominale, compte tenu de la tolérance.

2.2.2 Where drying before measurement is called for in this specification, the capacitor shall be pre-conditioned under the assisted drying conditions of I.E.C. Publication No. 68 for 96 ± 4 hours.

The capacitor 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 in accordance with Clause 1.9 and be legible after any of the specified tests.

2.4 Electrical tests

2.4.1 Voltage proof

2.4.1.1 The capacitor shall withstand consecutively without breakdown or flashover a direct voltage equal to twice the rated voltage for a period of 1 minute:

- a) between the terminations
- b) between the terminations connected together and the metal case or the metal foil or the mounting plate (see Clause 2.4.1.2).

2.4.1.2 Insulated capacitors, except those with mounting holes, shall have a metal foil closely wrapped around the body of the capacitor as follows:

- a) for those having radial terminations or leads, the foil shall be placed between terminations, leaving a space of 1 mm per kV test voltage between the edge of the foil and each termination.
- b) for those having axial leads, the foil shall be placed around the whole body of the capacitor, protruding by at least 5 mm from each end, providing a minimum space of 1 mm per kV test voltage can be maintained between the foil and each termination, if not, the width of the foil shall be reduced in order to comply with the latter condition. The ends of the foil shall not be folded over the ends of the capacitor.

Insulated capacitors with mounting holes shall be mounted in the normal manner on a metal plate, which extends at least 12.5 mm ($\frac{1}{2}$ in) beyond the mounting face of the capacitor in all directions.

2.4.1.3 The circuit for this test shall be so chosen that the voltage is applied at once through the internal resistance and 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 one second. The charging current for the capacitor under test shall not exceed 5 mA for capacitors smaller than 100 pF and 50 mA for capacitors of 100 pF and over.

A suitable circuit for this test is given in the Appendix, page 37.

2.4.2 Capacitance

2.4.2.1 The capacitance value at 20°C shall correspond with the rated capacitance, taking into account the tolerance.

2.4.2.2 La mesure de la capacité doit s'effectuer, ou le résultat de cette mesure être ramené, à une fréquence égale à :

- 1 MHz \pm 0,2 MHz pour les condensateurs dont la capacité nominale est inférieure ou égale à 1 000 pF,
- 1 kHz \pm 0,2 kHz pour tous les autres condensateurs.

La méthode de mesure doit être telle que l'erreur relative exprimée en pourcent ne soit pas supérieure à

$$\pm 0,1 \left(t + \frac{100}{C} \right)$$

t étant la tolérance sur la capacité nominale exprimée en pourcent

C étant la capacité nominale exprimée en pF.

La valeur de la tension appliquée pour la mesure doit être telle qu'elle ne produise pas un échauffement appréciable du condensateur.

2.4.3 Tangente de l'angle de pertes

La tangente de l'angle de perte mesurée à la fréquence spécifiée à l'article 2.4.2.2 au moyen d'un instrument donnant une approximation de 10^{-4} , doit satisfaire aux conditions suivantes :

Capacité nominale (pF)	Tangente de l'angle de pertes maximum	
	mesure à 1 kHz	mesure à 1 MHz
> 1000	2×10^{-3}	$\frac{1 \times 10^{-3}}{295 - 2C} \times 10^{-3}$
101-1000		
5-100		

Note: Dans le tableau ci-dessus la valeur 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.

2.4.4 Résistance d'isolement

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

- a) entre les bornes
- b) entre les bornes reliées entre elles et le boîtier, la feuille métallique ou la plaque de montage (voir l'article 2.4.4.2).

2.4.4.2 Dans le cas des condensateurs isolés autres que ceux munis de trous de fixation, une feuille métallique est enroulée en contact étroit autour du corps du condensateur de la façon suivante :

- a) pour les condensateurs à sorties radiales, la feuille est placée entre les sorties en laissant un espace de 1 mm à 1,5 mm entre le bord de la feuille et chacune des sorties.
- b) pour les condensateurs à sorties axiales par fil, la feuille recouvre tout le corps du condensateur et dépasse d'au moins 5 mm les extrémités du condensateur à condition qu'un espace minimum de 1 mm puisse être respecté entre la feuille et chacune des sorties, sinon la largeur de la feuille doit être réduite de façon à remplir cette dernière condition. Les extrémités de la feuille ne doivent pas être repliées sur les bords du condensateur.

2.4.2.2 The capacitance shall be measured at, or corrected to, the results of measurements made at a frequency of:

- 1 MHz (Mc/s) \pm 0.2 MHz (Mc/s) for capacitors with a rated capacitance up to and including 1 000 pF,
- 1 kHz (kc/s) \pm 0.2 kHz (kc/s) where the rated capacitance exceeds 1 000 pF.

The method employed shall be such that the relative error, expressed as a percentage, does not exceed

$$\pm 0.1 \left(t + \frac{100}{C} \right)$$

where t = the tolerance on the rated capacitance in percent
 C = rated capacitance in pF.

The voltage applied to the capacitor during measurement shall be such as not to cause an appreciable heating of the capacitor.

2.4.3 *Tangent of the loss angle*

When measured at the frequency specified in Clause 2.4.2.2, with an instrument accurate to 10^{-4} , the tangent of the loss angle shall fulfil the following requirements:

Rated capacitance (pF)	Maximum tangent of the loss angle when measured at:	
	1 kHz (kc/s)	1 MHz (Mc/s)
> 1 000	2×10^{-3}	1×10^{-3}
101-1 000		$\frac{295-2C}{95} \times 10^{-3}$
5-100		

Note: In the above table 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.

2.4.4 *Insulation resistance*

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

- a) between terminations
- b) between the terminations connected together and the metal case or the wrapping of metal foil or the mounting plate (see Clause 2.4.4.2).

2.4.4.2 Insulated capacitors, except those with mounting holes, shall have a metal foil closely wrapped around the body of the capacitor as follows:

- a) for those having radial leads, the foil shall be placed between terminations, leaving a space of 1 to 1.5 mm between the edge of the foil and each termination.
- b) for those having axial leads, the foil shall be placed around the whole body of the capacitor and protruding by at least 5 mm from each end, providing a minimum space of 1 mm can be maintained between the foil and each termination, if not, the width of the foil shall be reduced in order to comply with the latter condition. The ends of the foil shall not be folded over the ends of the capacitor.

Les condensateurs isolés munis de trous de fixation doivent être montés de la manière usuelle sur une plaque métallique dépassant d'au moins 12,5 mm (1/2 in), dans toutes les directions, la face de montage du condensateur.

Note: Si l'essai de rigidité diélectrique est immédiatement suivi par la mesure de la résistance d'isolement, il est permis d'utiliser la feuille métallique spécifiée dans l'article 2.4.1.2.

2.4.4.3 La résistance d'isolement doit être mesurée sous une tension continue égale à :

- a) 100 ± 15 V pour les condensateurs dont la tension nominale est comprise entre 100 V et 500 V;
- b) 500 ± 50 V pour les condensateurs dont la tension nominale est supérieure ou égale à 500 V.

Cette tension doit être appliquée pendant une minute ± 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.

2.4.5 *Coefficient de température et dérive de capacité*

2.4.5.1 Le coefficient de température et la dérive de capacité, déterminés suivant la méthode décrite ci-après, doivent être dans les limites spécifiées.

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

2.4.5.3 Le condensateur est maintenu tour à tour à chacune des températures suivantes :

- a) $20 \pm 5^\circ\text{C}$
- b) température minimum de la plage nominale de température $\pm 3^\circ\text{C}$
- c) $20 \pm 5^\circ\text{C}$
- d) température maximum de la plage nominale de température $\pm 2^\circ\text{C}$
- e) $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

2.4.5.4 La capacité est mesurée en utilisant la méthode indiquée à l'article 2.4.2 à chacune des températures indiquées à l'article 2.4.5.3, 30 à 45 minutes après que le condensateur ait atteint ces températures et dans les mêmes conditions de mesure pour chacune des températures. La température de la chambre au moment de chaque mesure de capacité doit être notée. La mesure de la température doit être effectuée avec une précision de 1°C .

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

$$\text{Coefficient de température moyen en millièmes par } ^\circ\text{C} = \frac{\Delta C}{C_c \Delta t} \times 10^6$$

ΔC étant la variation de la capacité entre les températures d'essai *b*) et *d*)

C_c étant la valeur de la capacité à la température d'essai *c*)

Δt étant la différence en $^\circ\text{C}$ entre les températures d'essai *b*) et *d*).

Note 1. Si désirable, la variation de capacité est observée sur quelques échantillons par 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 spécifiées à l'article 1.7. Dans ce cas les températures intermédiaires et les limites de variation de capacité doivent être agréées par le client et le fabricant.

Note 2. Les condensateurs ayant des capacités si faibles que la précision de la mesure est du même ordre de grandeur que la variation de capacité à déterminer, sont considérés comme ayant un coefficient de température non défini.

Insulated capacitors with mounting holes shall be mounted in the normal manner on a metal plate, which extends at least 12.5 mm (1/2 in) beyond the mounting face of the capacitor in all directions.

Note: Where the measurement of insulation resistance immediately follows the voltage proof test, it is permissible to use the foil specified in Clause 2.4.1.2.

2.4.4.3 The insulation resistance shall be measured with a direct voltage equal to:

a) 100 ± 15 V for capacitors with a rated voltage between 100 and 500 V;

b) 500 ± 50 V for capacitors with a rated voltage equal to or more than 500 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 of the capacitor under test shall not exceed 1 second.

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

2.4.5 Temperature coefficient and capacitance drift

2.4.5.1 The temperature coefficient and the capacitance drift as determined below shall be within the specified limits.

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

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

a) $20 \pm 5^\circ\text{C}$

b) minimum temperature of the rated temperature range $\pm 3^\circ\text{C}$

c) $20 \pm 5^\circ\text{C}$

d) maximum temperature of the rated temperature range $\pm 2^\circ\text{C}$

e) $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

2.4.5.4 Capacitance measurements shall be made according to the method of Clause 2.4.2 at each of the temperatures mentioned in 2.4.5.3, 30 to 45 minutes after the capacitor has reached that temperature, and with the same measuring conditions at each of the temperatures. The temperature of the chamber at the time of each capacitance measurement shall be recorded. The measurement of temperature shall be accurate to 1°C .

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

Temperature coefficient in parts per million per $^\circ\text{C} = \frac{\Delta C}{C_c \Delta t} \times 10^6$ where:

ΔC is the difference between the capacitance values measured at test temperatures b) and d)

C_c is the capacitance value at c)

Δt is the difference in $^\circ\text{C}$ between the test temperatures b) and d).

Note 1. If it is desirable, the change of the capacitance value of some of the specimens shall be observed at intervals during the temperature cycle to confirm that the temperature coefficient of capacitance is within limits over the temperature range specified in Clause 1.7. Intermediate temperatures and limits of capacitance change shall be agreed upon between customer and manufacturer in such cases.

Note 2. Capacitors having a capacitance value so low that the accuracy of the measurement of capacitance is of the same order as the variation to be determined, shall be considered as capacitors having an undefined temperature coefficient.

2.4.5.6 La dérive de capacité est exprimée par le rapport de la différence la plus grande entre les capacités déterminées aux températures d'essai a), c) et e), à la capacité C_e . Si les températures a), c) et e) diffèrent de plus de $0,5^{\circ}\text{C}$, les valeurs de la capacité mesurées à ces températures doivent être ramenées à la température a) en utilisant le coefficient de température mesuré.

2.4.6 Fréquence de résonance

A l'étude.

2.4.7 Stabilité de courte durée (pour les condensateurs de capacité ne dépassant pas 1 000 pF).

2.4.7.1 Les variations de capacité observées dans les conditions de l'article 2.4.7.2 ne doivent pas dépasser 1/10 000.

2.4.7.2 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 1 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 oscillation de battement à fréquence musicale qu'on observe d'une façon continue au cours des mesures.

2.5 Essais mécaniques

2.5.1 Robustesse des sorties

Les condensateurs sont soumis aux essais U_a et U_b de la Publication n° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai et appropriée aux pièces essayées.

2.5.1.1 Essai U_a : Traction

La valeur du poids à appliquer pendant 10 secondes est:

Pour tous les types de sorties excepté les 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 ²	in ²	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

2.4.5.6 The capacitance drift is calculated from the largest difference between the capacitance values determined at test temperatures *a*), *c*) and *e*), divided by C_c . If the temperatures *a*), *c*) and *e*) differ by more than 0.5°C, the values of capacitance measured at these temperatures shall be corrected to temperature *a*) using the determined temperature coefficient.

2.4.6 *Resonant frequency*

Under consideration.

2.4.7 *Short-term stability* (for capacitors with a value not exceeding 1 000 pF).

2.4.7.1 The fluctuations in capacitance value observed under the conditions of Clause 2.4.7.2 shall not exceed one part in 10 000.

2.4.7.2 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 1 MHz (Mc/s).

The capacitor shall be subjected for 30 minutes to a direct potential equal to half the rated voltage of the capacitor and a superimposed alternating voltage having a r.m.s. value of 20 V 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 beat with a second stable oscillator to produce an audio frequency signal which shall be observed continuously over the measuring period.

2.5 **Mechanical tests**

2.5.1 *Robustness of terminations*

The capacitors shall be subjected to the procedure of Tests U_a and U_b of I.E.C. Publication No. 68 as appropriate.

2.5.1.1 *Test U_a : Tensile*

The weight to be applied for 10 seconds 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 wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)		Load	
mm ²	in ²	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

2.5.1.2 *Essai U_b : Pliage*

Deux pliages consécutifs sont effectués, et le poids à appliquer est:

Section du fil (le diamètre correspondant des fils ronds est donné entre parenthèses)		Poids	
mm ²	in ²	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) 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 *Soudure*

2.5.2.1 Le condensateur est séché (conformément à l'article 2.2.2); la capacité est alors mesurée.

2.5.2.2 Les condensateurs sont soumis à l'essai T de la Publication n° 68 de la C.E.I. conformément à la procédure spécifiée pour la méthode 1 (bain de soudure) de cet essai et appropriée aux pièces essayées.

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

2.5.2.4 La capacité est mesurée au cours d'une période comprise entre 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 2.5.2.1 ne doit pas dépasser la plus forte des valeurs suivantes: 0,5% ou 0,5 pF.

2.5.3 *Vibrations*

A l'étude.

2.5.4 *Secousses*

A l'étude.

2.6 **Variations rapides de température**

2.6.1 La capacité est mesurée.

2.6.2 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.

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

2.6.4 La capacité est alors mesurée. La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.6.1 ne doit pas dépasser les limites indiquées ci-dessous en pourcent ou en picofarads si ces dernières valeurs leur sont supérieures:

Coefficient de température de la capacité (10 ⁻⁶ /°C)	Variation maximum acceptable de capacité
— 100/ + 100	1% ou 1 pF
— 20/ + 100	1% ou 1 pF
— 20/ + 50	0,5% ou 0,5 pF

2.5.1.2 *Test U_b: Bending*

Two consecutive bends shall be applied and the weight shall be:

Cross-sectional area of the wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)		Load	
mm ²	in ²	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 *Soldering*

2.5.2.1 The capacitor shall be dried (see Clause 2.2.2) and the capacitance shall then be measured.

2.5.2.2 The capacitors shall then be subjected to the procedure of Test T, method 1 (Solder bath) of I.E.C. Publication No. 68, as appropriate.

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

2.5.2.4 The capacitance shall then 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 2.5.2.1 shall not exceed 0.5% or 0.5 pF, whichever is the greater.

2.5.3 *Vibration*

Under consideration.

2.5.4 *Bumping*

Under consideration.

2.6 **Rapid change of temperature**

2.6.1 The capacitance shall be measured.

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

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

2.6.4 The capacitance shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Clause 2.6.1 shall not exceed the following limits in percent or picofarads, whichever is the greater:

Temperature coefficient of capacitance (parts per million per °C)	Maximum permissible change of capacitance
— 100/ + 100	1% or 1 pF
— 20/ + 100	1% or 1 pF
— 20/ + 50	0.5% or 0.5 pF

2.7 Séquence climatique

2.7.1 Chaleur sèche

2.7.1.1 La capacité est mesurée.

2.7.1.2 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.

2.7.2 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle

2.7.2.1 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.

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

2.7.3 Froid

2.7.3.1 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.

2.7.4 Basse pression atmosphérique

2.7.4.1 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.

2.7.4.2 L'épreuve est effectuée à une température comprise entre 15 et 35°C. La durée de l'épreuve est de 1 heure.

2.7.4.3 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 sorties sur la moitié du lot de condensateurs et entre les sorties réunies 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 le client et le fabricant.

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

2.7.5 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants

2.7.5.1 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 554: 5 cycles

Catégories 555 et 665: 1 cycle.

2.7.6 Mesures finales

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

2.7 Climatic sequence

2.7.1 Dry heat

2.7.1.1 The capacitance shall be measured.

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

2.7.2 Damp heat (accelerated) first cycle

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

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

2.7.3 Cold

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

2.7.4 Low air pressure

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

2.7.4.2 The test shall be carried out at a temperature between 15 and 35°C. The duration of the test shall be 1 hour.

2.7.4.3 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 capacitor. Where the capacitor has a metallic case, half the lot of capacitors shall have the voltage applied between terminations and half the lot shall have the voltage applied between terminations 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.

2.7.4.4 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.

2.7.5 Damp heat (accelerated) remaining cycles

2.7.5.1 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 554: 5 cycles

Groups 555 and 665: 1 cycle.

2.7.6 Final measurements

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

2.7.6.2 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 2.7.1.1 ne doit pas dépasser les limites indiquées ci-dessous en pourcent ou en picofarads si ces dernières valeurs leur sont supérieures :

Coefficient de température de la capacité ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Variation maximum acceptable de capacité
— 100/ + 100	1 % ou 1 pF
— 20/ + 100	1 % ou 1 pF
— 20/ + 50	0,5 % ou 0,5 pF

La tangente de l'angle de pertes doit satisfaire aux conditions de l'article 2.4.3.
La résistance d'isolement doit satisfaire aux conditions de l'article 2.4.4.

2.8 Chaleur humide (essai de longue durée)

2.8.1 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.

2.8.2 A la fin de cette période les condensateurs sont retirés de la chambre et soumis aux conditions atmosphériques normales de reprise pendant une période qui ne sera pas inférieure à 1 heure ni supérieure à 2 heures.

2.8.3 Les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible et le marquage doit être lisible.

2.8.4 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 2.4.2 ne doit pas dépasser les limites indiquées ci-dessous en pourcent ou en picofarads si ces dernières valeurs leur sont supérieures :

Coefficient de température de la capacité ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	Variation maximum acceptable de capacité
— 100/ + 100	1 % ou 1 pF
— 20/ + 100	1 % ou 1 pF
— 20/ + 50	0,5 % ou 0,5 pF

La tangente de l'angle de pertes doit satisfaire aux conditions de l'article 2.4.3.
La résistance d'isolement doit satisfaire aux conditions de l'article 2.4.4.

2.9 Endurance

2.9.1 Les condensateurs sont soumis à un essai d'endurance de 500 heures sous une tension continue égale à 1,5 fois la tension nominale dans une atmosphère maintenue à la température maximum de la plage nominale de température.

2.9.2 Le condensateur est placé dans la chambre d'essai de façon qu'aucun condensateur ne se trouve à moins de 25 mm d'un autre condensateur. Le condensateur ne doit pas être chauffé 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.

2.7.6.2 The capacitance, the tangent of the loss angle and the insulation resistance shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Clause 2.7.1.1 shall not exceed the following limits in percent or in picofarads, whichever is the greater:

Temperature coefficient of capacitance (parts per million per °C)	Maximum permissible change of capacitance
— 100/ + 100	1% or 1 pF
— 20/ + 100	1% or 1 pF
— 20/ + 50	0.5% or 0.5 pF

The tangent of the loss angle shall fulfil the requirements of Clause 2.4.3.

The insulation resistance shall fulfil the requirements of Clause 2.4.4.

2.8 Damp heat (long term exposure)

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

2.8.2 At the end of this period the capacitors shall be removed from the chamber and then remain under standard atmospheric conditions for recovery for not less than 1 hour nor more than 2 hours.

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

2.8.4 The capacitance, the tangent of the loss angle and the insulation resistance shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Clause 2.4.2 shall not exceed the following limits in percent or in picofarads, whichever is the greater:

Temperature coefficient of capacitance (parts per million per °C)	Maximum permissible change of capacitance
— 100/ + 100	1% or 1 pF
— 20/ + 100	1% or 1 pF
— 20/ + 50	0.5% or 0.5 pF

The tangent of the loss angle shall fulfil the requirements of Clause 2.4.3.

The insulation resistance shall fulfil the requirements of Clause 2.4.4.

2.9 Endurance

2.9.1 The capacitor shall be subjected to an endurance test of 500 hours at a direct voltage of 1.5 times rated voltage in an atmosphere maintained at the maximum temperature of the rated temperature range.

2.9.2 The capacitor shall be placed in the test chamber in such a manner that no capacitor is within 25 mm (1 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 the capacitors are placed. It shall be assumed in this test that the temperature of the capacitors is the same as the specified temperature.