

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 108

Deuxième édition — Second edition

1967

Condensateurs à diélectrique en céramique du Type 1

Ceramic dielectric capacitors Type 1



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60108:1967

Withdrawn

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Objet.	6
3. Terminologie	6
4. Classification en catégories	10
5. Valeurs normales de la capacité nominale	10
6. Tolérances sur la capacité nominale	10
7. Valeurs normales du coefficient de température.	12
8. Valeurs normales de la tension nominale	12
9. Marquage.	12

SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES POUR LES MÉTHODES D'ESSAIS ET DE MESURES

10. Essais de type	14
11. Programme des essais de type	14
12. Conditions normales d'essai	16
13. Examen visuel et vérification dimensionnelle.	18
14. Essais électriques.	18
14.1 Rigidité diélectrique.	18
14.2 Capacité.	20
14.3 Tangente de l'angle de pertes.	20
14.4 Résistance d'isolement	20
14.5 Coefficient de température.	22
14.6 Stabilité de courte durée.	24
14.7 Charge	24
15. Robustesse des sorties	24
16. Soudure	26
17. Variations rapides de température	26
18. Vibrations.	26
19. Secousses	28
20. Séquence climatique	28
20.1 Mesures initiales	28
20.2 Chaleur sèche	28
20.3 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle	28
20.4 Froid	28
20.5 Basse pression atmosphérique	28
20.6 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	30
20.7 Mesures finales.	30
21. Chaleur humide (essai de longue durée)	30
22. Endurance	32

SECTION TROIS — DIMENSIONS

A l'étude

ANNEXE — Exemple de circuit pour l'essai de rigidité diélectrique.	36
--	----

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE — GENERAL

Clause

1. Scope	7
2. Object	7
3. Terminology.	7
4. Classification into categories.	11
5. Standard values of rated capacitance	11
6. Tolerances on rated capacitance	11
7. Standard temperature coefficients	13
8. Standard values of rated voltage	13
9. Marking	13

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

10. Type tests.	15
11. Schedule for type tests	15
12. Standard conditions for testing	17
13. Visual examination and check of dimensions.	19
14. Electrical tests	19
14.1 Voltage proof	19
14.2 Capacitance	21
14.3 Tangent of the loss angle	21
14.4 Insulation resistance	21
14.5 Temperature coefficient	23
14.6 Short-term stability.	25
14.7 Loading.	25
15. Robustness of terminations	25
16. Soldering	27
17. Rapid change of temperature	27
18. Vibration	27
19. Bumping	29
20. Climatic sequence	29
20.1 Initial measurements	29
20.2 Dry heat	29
20.3 Damp heat (accelerated) first cycle	29
20.4 Cold	29
20.5 Low air pressure	29
20.6 Damp heat (accelerated) remaining cycles	30
20.7 Final measurements.	30
21. Damp heat (long term exposure)	30
22. Endurance	33

SECTION THREE — DIMENSIONS

Under consideration

APPENDIX — Example of a suitable circuit for the voltage test	37
---	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS A DIÉLECTRIQUE EN CÉRAMIQUE DU TYPE 1

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

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 40 de la C E I: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

C'est au cours de la réunion tenue à Ulm en 1959 qu'il fut décidé de commencer la révision de la première édition de la Publication 108 de la C E I.

Un projet fut discuté lors des réunions tenues à Interlaken en 1961 et à Venise en 1963. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1964.

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

Afrique du Sud

Australie

Autriche

Belgique

Canada

Danemark

Etats-Unis d'Amérique

Finlande

France

Japon

Pays-Bas

Roumanie

Suède

Suisse

Tchécoslovaquie

Turquie

Yougoslavie

Cette recommandation doit être utilisée conjointement avec d'autres publications de la C E I, notamment:

Publication 63: Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.

Publication 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CERAMIC DIELECTRIC CAPACITORS TYPE 1

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

This Recommendation has been prepared by I E C Technical Committee No. 40, Capacitors and Resistors for Electronic Equipment.

It was decided, at the meeting held in Ulm in 1959, to start a revision of I E C Publication 108.

A draft was discussed at meetings held in Interlaken in 1961 and in Venice in 1963. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1964.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Romania
Belgium	South Africa
Canada	Sweden
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Turkey
Finland	United States of America
France	Yugoslavia
Japan	

This Recommendation should be used in conjunction with other I E C Publications, such as:

Publication 63: Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.

Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment.

CONDENSATEURS A DIÉLECTRIQUE EN CÉRAMIQUE DU TYPE 1

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation est applicable aux condensateurs à diélectrique céramique du Type 1 destinés à être utilisés dans le matériel de télécommunication et dans les matériels électroniques utilisant des techniques similaires, à l'exclusion des condensateurs dont le courant de fréquence radioélectrique admissible dépasse 1A ou de puissance réactive supérieure à 200 var.

2. Objet

Etablir des règles uniformes pour l'appréciation des propriétés électriques, mécaniques 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 certaines conditions suivant les prescriptions de la Publication 68 de la C E I : Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants.

3. Terminologie

3.1 Condensateur du Type 1

Un condensateur à diélectrique céramique du Type 1 est un condensateur convenant spécifiquement aux applications pour circuits résonants et aux autres applications où de faibles pertes et une grande stabilité de capacité sont essentielles.

Les condensateurs du Type 1 sont subdivisés comme suit (voir aussi article 7):

Type 1A: Pour compensation de température lorsque des valeurs normales de coefficient de température avec des tolérances serrées sur ce coefficient sont essentielles.

Type 1B: Pour usage général, lorsque des valeurs normales du coefficient de température et de sa tolérance conviennent.

Type 1C: Pour usage général, lorsque des tolérances larges sur le coefficient de température sont acceptables.

Type 1D: Comme pour le Type 1C, mais avec des tolérances sur le coefficient de température encore plus larges et avec des exigences moins sévères sur la stabilité de capacité.

3.2 Condensateur de Type 2 (pour information seulement)

Un condensateur à diélectrique en céramique du Type 2 est un condensateur convenant spécialement aux circuits de couplage et de découplage ou aux circuits discriminateurs de fréquences pour lesquels de faibles pertes et une grande stabilité de capacité ne sont pas d'importance majeure.

3.3 Capacité nominale

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

3.4 Tension nominale (U_R)

La tension nominale est la valeur maximale acceptable de la tension continue ou de la somme de la tension continue et de la valeur de crête de la tension alternative ou en forme d'impulsion, pour laquelle le condensateur est conçu de façon à fonctionner continuellement à la température maximale de catégorie.

CERAMIC DIELECTRIC CAPACITORS TYPE 1

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation relates to fixed ceramic dielectric capacitors Type 1, 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.

2. Object

To establish uniform requirements for judging the electrical, mechanical and climatic properties of capacitors, to describe test methods and to give recommendations for standard dimensions and classification into categories according to their ability to withstand conditions as specified in I E C Publication 68, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment.

3. Terminology

3.1 *Type 1 capacitor*

A Type 1 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 1 capacitors are subdivided as follows (see also Clause 7):

Type 1A: For temperature compensating purposes where standard values of temperature coefficient with close tolerances on the temperature coefficient are essential.

Type 1B: For general purposes, where standard values and tolerances for temperature coefficient are suitable.

Type 1C: For general purposes, where wide tolerances on temperature coefficients are acceptable.

Type 1D: Same as Type 1C, but with still wider tolerances on temperature coefficient and less stringent requirements on the stability of capacitance.

3.2 *Type 2 capacitor* (for information only)

A Type 2 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.

3.3 *Rated capacitance*

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

3.4 *Rated voltage* (U_R)

The rated voltage is the maximum permissible value of the d.c. voltage or of the sum of the d.c. voltage and the peak alternating or pulse voltage for which the capacitor is designed to operate at the maximum category temperature.

La valeur maximale de la tension alternative ne devrait pas excéder la valeur déterminée à partir de la puissance réactive admissible.

3.5 Tension de catégorie (U_C)

La tension de catégorie U_C est la tension qui peut être appliquée à un condensateur en fonctionnement à sa température maximale de catégorie.

Note. — Les condensateurs en céramique Type 1 doivent supporter la tension nominale à toute température comprise à l'intérieur de la plage nominale de température, de sorte que pour ce condensateur particulier la tension de catégorie est égale à la tension nominale.

3.6 Plage nominale de température

La plage nominale de température est la plage des températures ambiantes pour laquelle le condensateur est construit pour un fonctionnement continu; elle correspond aux limites de températures de sa catégorie.

3.7 Tangente de l'angle de pertes

La tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$) 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.

3.8 Température maximale d'un condensateur (pour information seulement)

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

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

3.9 Température minimale d'un condensateur (pour information seulement)

La température minimale 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.

3.10 Type

Un type comprend des produits de conception identique, fabriqués selon les mêmes techniques, et dont les caractéristiques nominales sont comprises dans la gamme usuelle du fabricant.

Notes 1. — On ne tient pas compte des accessoires de fixation, pour autant qu'ils n'ont pas d'influence sensible sur les résultats des essais.

2. — Les caractéristiques nominales sont la combinaison:

- a) des caractéristiques électriques nominales;
- b) des dimensions;
- c) de la catégorie climatique.

3. — Les limites de la gamme de caractéristiques nominales feront l'objet d'un accord entre client et fabricant.

3.11 Essais de type

Les essais de type d'un produit sont constitués par l'ensemble des essais à effectuer sur un nombre de spécimens représentatifs du type, dans le but de déterminer si un fabricant particulier peut être considéré comme capable de fabriquer des produits satisfaisant à la spécification.

3.12 Approbation de type *

L'approbation de type est la décision prise par l'autorité compétente (le client ou son représentant) suivant laquelle un fabricant donné peut être considéré comme capable de produire en quantités raisonnables le type conforme à la spécification correspondante.

* Cette recommandation ne concernant que les essais de type, ces définitions ne sont données qu'à titre d'information.

The maximum value of the a.c. voltage should not exceed the value determined by the permissible reactive power.

3.5 *Category voltage (U_C)*

The category voltage (U_C) is the voltage which may be applied to a capacitor in use at its upper category temperature.

Note. — Ceramic capacitors Type 1 must withstand the rated voltage at any temperature within the rated temperature range, so that for this particular type of capacitor the category voltage is equal to the rated voltage.

3.6 *Category temperature range*

The category temperature range is the range of ambient temperatures for which the capacitor is designed for continuous operation.

3.7 *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.

3.8 *Maximum temperature of a capacitor (for information only)*

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.

3.9 *Minimum temperature of a capacitor (for information only)*

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.

3.10 *Type*

A type comprises products having similar design features manufactured by the same techniques and falling within the manufacturer's usual range of ratings for these products.

Notes 1. — Mounting accessories are ignored, provided they have no significant effect on the test results.

2. — Ratings cover the combination of:

- a) electrical ratings;
- b) sizes;
- c) environmental category.

3. — The limits of the range of ratings shall be agreed upon between customer and manufacturer.

3.11 *Type test*

The type test of a product is the complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining whether a particular manufacturer can be considered to be able to produce products meeting the specification.

3.12 *Type approval **

Type approval is the decision by the proper authority (the customer himself or his nominee) that a particular manufacturer can be considered to be able to produce in reasonable quantities the type meeting the specification.

* As this Recommendation only covers type tests, these definitions are included solely for information.

3.13 Essais d'acceptation *

Les essais d'acceptation sont les essais effectués pour décider de l'acceptation d'une fourniture par accord entre le fabricant et le client.

L'accord couvrira :

- a) la taille de l'échantillon;
- b) le choix des essais;
- c) la mesure dans laquelle les spécimens essayés devront être conformes aux exigences des essais choisis dans la spécification.

Note. — En cas de désaccord sur les résultats d'essais, les méthodes d'essais normalisées de la C E I seront utilisées pour les essais d'acceptation.

3.14 Essais de contrôle de fabrication *

Les essais de contrôle de fabrication sont les essais effectués par le fabricant pour s'assurer que ses produits satisfont à la spécification.

4. Classification en catégories

4.1 Les condensateurs couverts par la présente recommandation sont classés en catégories conformément aux règles générales données dans la Publication 68 de la C E I.

4.2 Les catégories préférentielles avec les plages de température correspondantes et les durées de l'essai de longue durée de chaleur humide sont les suivantes :

Catégorie	Plage de températures	Chaleur humide, longue durée
55/125/56	−55 °C à +125 °C	56 jours
55/085/56	−55 °C à + 85 °C	56 jours
40/100/56	−40 °C à +100 °C	56 jours
55/085/21	−55 °C à + 85 °C	21 jours
10/070/21	−10 °C à + 70 °C	21 jours
10/070/04	−10 °C à + 70 °C	4 jours

5. Valeurs normales de la capacité nominale

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

6. Tolérances sur la capacité nominale

Les tolérances normales sur la capacité nominale sont :

Pour les condensateurs dont la capacité nominale est supérieure ou égale à 10 pF	Pour les condensateurs dont la capacité nominale est inférieure à 10 pF
± 1 %	±0,1 pF
± 2 %	±0,25 pF
± 5 %	±0,5 pF
±10 %	±1.0 pF
±20 %	

* Cette recommandation ne concernant que les essais de type, ces définitions ne sont données qu'à titre d'information.

3.13 Acceptance tests *

Acceptance tests are tests carried out to determine the acceptability of a consignment on the basis of an agreement between customer and manufacturer.

The agreement shall cover:

- a) the sample size;
- b) the selection of tests;
- c) the extent to which the test specimens shall conform to the requirements for the selected tests of the specification.

Note. — In cases of divergent test results, the I E C standard test methods shall be used for acceptance tests.

3.14 Factory tests *

Factory tests are those tests carried out by the manufacturer to verify that his products meet the specification.

4. Classification into categories

- 4.1 The capacitors covered by this Recommendation are classified into categories according to the general rules given in I E C Publication 68.
- 4.2 The preferred categories with the appropriate temperature ranges and the durations of the long term damp heat test are:

Category	Temperature range	Damp heat, long term
55/125/56	−55 °C to +125 °C	56 days
55/085/56	−55 °C to +85 °C	56 days
40/100/56	−40 °C to +100 °C	56 days
55/085/21	−55 °C to +85 °C	21 days
10/070/21	−10 °C to +70 °C	21 days
10/070/04	−10 °C to +70 °C	4 days

5. Standard values of rated capacitance

The standard values of the rated capacitance shall conform with the E-series of preferred values, given in I E C Publication 63, Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.

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 %	±0.1 pF
± 2 %	±0.25 pF
± 5 %	±0.5 pF
±10 %	±1.0 pF
±20 %	

* As this Recommendation only covers type tests, these definitions are included solely for information.

7. Valeurs normales du coefficient de température

Les valeurs normales du coefficient de température pour les condensateurs de Types 1A et 1B et leurs tolérances associées sont données dans le tableau suivant en millionièmes par degré Celsius.

Valeurs normales du coefficient de température		Tolérance sur le coefficient de température			
		Capacité nominale (C)			
Valeurs recommandées	Valeurs non recommandées	Type 1A	C > 20pF	10pF < C ≤ 20pF	C ≤ 10pF
		Type 1B	—	C > 20pF	C ≤ 20pF
+ 100	+ 33	± 15	± 40	± 40	+120 / - 40
0		± 15	± 40	± 40	+120 / - 40
- 33		± 15	± 40	± 40	+120 / - 40
- 47		± 15	± 40	± 40	+120 / - 40
- 150	- 75	± 15	± 40	± 40	+ 60 / - 40
	-220	± 20	± 40	± 40	+ 60 / - 40
	-330	± 25	± 60	± 60	+ 60 / - 60
- 470		± 35	± 90	± 90	+250 / - 90
- 750		± 60	± 120	± 120	+250 / - 120
-1 500		± 120	± 250	± 250	+250 / - 250

Les coefficients de température pour les condensateurs de Types 1C et 1D doivent être compris dans les limites suivantes (en millionièmes par degré Celsius):

Type 1C: +140 et - 870

Type 1D: +250 et - 1 750

8. Valeurs normales de la tension nominale

Les valeurs normales de la tension nominale sont:

25 — 40 — 50 — 63 — 100 — 160 — 250 — 400 — 500 — 630 — 1 000 et 1 600 V.

Ces valeurs sont conformes à la série de base des nombres normaux R5 donnée dans la recommandation ISO/R3: Nombres normaux, avec l'addition des valeurs 50 V et 500 V qui sont prises dans la série R10 de cette même recommandation.

Note. — Si d'autres valeurs sont nécessaires, elles doivent être choisies dans la série R10.

9. Marquage

9.1 Le marquage des indications suivantes, dans l'ordre d'importance indiqué ci-après est requis:

- Capacité nominale.
- Tension nominale.
- Coefficient de température et tolérance associée.
- Tolérance sur la capacité nominale.
- Nom du fabricant ou marque de fabrique.
- Catégorie climatique.

7. Standard temperature coefficients

The standard temperature coefficients for Types 1A and 1B and the associated tolerances are given in the following tables in parts per million per Celsius degree.

Standard temperature coefficient		Tolerances on temperature coefficient			
		Rated capacitance (C)			
Preferred values	Non-preferred values	Type 1A	C > 20pF	10pF < C ≤ 20pF	C ≤ 10pF
		Type 1B	—	C > 20pF	C ≤ 20pF
+ 100	+ 33	± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
0		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
- 33		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
- 47		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
- 150	- 75	± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
- 470	- 220	± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
- 750	- 330	± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
- 1 500		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40
		± 15	± 15	± 40	+120 / - 40

The temperature coefficients (in parts per million per Celsius degree) of Type 1C and 1D shall be within the following limits:

Type 1C: between +140 and - 870

Type 1D: between +250 and - 1 750

8. Standard values of rated voltage

The standard values of rated voltage are:

25 — 40 — 50 — 63 — 100 — 160 — 250 — 400 — 500 — 630 — 1 000 and 1 600 V.

These values conform to the basic series of preferred values R5 given in ISO Recommendation R3, Preferred Numbers, with the addition of the values 50 V and 500 V, chosen from the R10 series of the same Recommendation.

Note. — If other values are needed, they shall be chosen from the R10 series.

9. Marking

9.1 The following marking information, in the order of importance given below is required:

- Rated capacitance.
- Rated voltage.
- Temperature coefficient and its tolerances.
- Tolerance on capacitance value
- Manufacturer's name or trade mark.
- Indication of the appropriate category.

- g) Semaine (ou mois) et année de fabrication (éventuellement sous forme codifiée).
 - h) Désignation de type du fabricant.
 - i) Référence à la présente recommandation et/ou à la spécification nationale relative au condensateur.
- 9.2 Le condensateur doit porter lisiblement les informations *a)* et *b)* et le plus possible des informations données au paragraphe 9.1 considérées comme utiles.
- 9.3 L'emballage du ou des condensateurs doit porter lisiblement toutes les informations énumérées ci-dessus.
- 9.4 Tout marquage supplémentaire doit être effectué de telle sorte qu'il ne puisse y avoir aucune confusion.

SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES ET MÉTHODES DE MESURES

10. Essais de type

- 10.1 La présente recommandation ne s'applique qu'à la procédure relative aux essais de type.

Les échantillons seront représentatifs de la gamme des valeurs correspondant au type considéré. Le nombre approprié de composants à essayer fera l'objet d'un accord entre client et fabricant (voir note).

Le nombre de composants doit être choisi de telle façon que tout lot soumis à une séquence d'essais ne comprenne pas moins de cinq composants de même valeur, caractéristiques nominales et type. Lorsqu'il est spécifié dans un essai quelconque de subdiviser le lot en fractions pour différentes procédures d'essai, chaque fraction doit comprendre au moins cinq composants.

La présente recommandation ne fixe pas le nombre de défauts admissibles; ceci est, en effet, considéré comme une prérogative de l'autorité accordant l'approbation de type.

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

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

Des défauts mis en évidence au cours de ces derniers essais peuvent révéler des défauts de conception qui n'étaient pas apparus lors des essais originaux ou simplement des défauts de fabrication que l'on devra corriger.

- 10.3 Tout condensateur qui a subi les essais d'approbation de type mentionnés au paragraphe 11.2 ou certains d'entre eux ne doit en aucun cas être utilisé sur un appareil ni reversé aux stocks.

11. Programme des essais de type

- 11.1 Tous les condensateurs sont soumis aux essais suivants, dans l'ordre indiqué ci-après:

Essai	Article
Examen visuel	13
Rigidité diélectrique	14.1
Capacité	14.2
Tangente de l'angle de pertes	14.3
Résistance d'isolement	14.4

- g) Week (or month) and year of manufacture. This may be in code form.
 - h) Manufacturer's type designation.
 - i) Reference to this Recommendation and/or to the national specification appropriate to the capacitor.
- 9.2 The capacitor shall be clearly marked with the items *a)* and *b)* and as many as possible of the items given in Sub-clause 9.1 as are considered useful.
- 9.3 The package containing the capacitor(s) shall be clearly marked with all the information listed above.
- 9.4 Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

10. Type tests

- 10.1 This Recommendation covers procedures for type tests only.

The samples shall be representative of the range of values of the type under consideration.

The appropriate number of specimens to be tested shall be agreed upon between customer and supplier (see Note).

The number of specimens shall be so chosen that any lot subjected to a series of tests shall be not less than five of a particular value, rating and type. Where it is specified in any test that the lot shall be subdivided into parts for different test procedures, then each part shall contain not less than five specimens.

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

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

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

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

- 10.3 Any capacitor that has been subjected to the type tests mentioned in Sub-clause 11.2 or any part of them shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

11. Schedule for type tests

- 11.1 All the capacitors shall be subjected to the following tests in the order stated below:

Test	Clause
Visual examination	13
Voltage proof	14.1
Capacitance	14.2
Tangent of the loss angle	14.3
Insulation resistance	14.4

11.2 Les condensateurs sont alors répartis en quatre lots.

Tous les condensateurs de chaque lot doivent subir les essais suivants dans l'ordre indiqué ci-après :

Essai	Degré de sévérité						Article de cette recommandation
	55/125/56	55/085/56	40/100/56	55/085/21	10/070/21	10/070/04	
<i>Premier lot</i>							
Robustesse des sorties	x	x	x	x	x	x	15
Soudure	x	x	x	x	x	x	16
Variations rapides de température	Na	Na	Na	Na	—	—	17
Vibrations	Fb IV	Fb IV	Fb IV	Fb IV	—	—	18
Secousses	x	x	x	x	x	x	19
Séquence climatique							20
Chaleur sèche	B III	B V	B IV	B V	B VI	B VI	20.2
Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle	D IV	D IV	D IV	D V	D V	—	20.3
Froid	A IV	A IV	A V	A V	A VI	A VII	20.4
Basse pression atmosphérique	M IV	M IV	M IV	M IV	M IV	—	20.5
Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	D IV	D IV	D IV	D V	D V	—	20.6
<i>Deuxième lot</i>							
Chaleur humide (essai de longue durée)	C IV	C IV	C IV	C V	C V	C VI	21
<i>Troisième lot</i>							
Coefficient de température	x	x	x	x	x	x	14.5
Stabilité de courte durée	x	x	x	x	x	x	14.6
Charge	x	x	x	x	x	x	14.7
<i>Quatrième lot</i>							
Endurance	x	x	x	x	x	x	22

Dans la série des essais effectués sur le premier lot, un intervalle d'au plus 3 jours est autorisé entre chacun de ces essais, sauf entre le premier cycle de l'essai accéléré de chaleur humide et l'essai de froid. Dans ce dernier cas, l'essai de froid suit immédiatement la période de reprise spécifiée pour l'essai de chaleur humide.

Notes 1. — La lettre « x » dans le tableau ci-dessus indique que la méthode d'essai et les conditions requises sont fixées à l'article mentionné.

2. — Un tiret (—) signifie que l'essai n'est pas applicable.

3. — Les autres indications sont conformes à celles de la Publication 68 de la CEI.

12. Conditions normales d'essai

12.1 Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai spécifiées dans la Publication 68 de la CEI.

Avant les mesures, les condensateurs doivent être stockés à la température de mesure pendant un temps suffisant pour leur permettre d'atteindre en tous leurs points cette température.

11.2 The capacitors shall then be divided into four lots.

All capacitors in each lot shall undergo the following tests in the order stated hereafter:

Test		Degree of severity						Clause of this Recommendation
		55/125/56	55/085/56	40/100/56	55/085/21	10/070/21	10/070/04	
First lot								
Robustness of terminations	} Half of the samples	x	x	x	x	x	x	15
Soldering		x	x	x	x	x	x	16
Rapid change of temp.	} Other half of the samples	Na	Na	Na	Na	—	—	17
Vibration		Fb IV	Fb IV	Fb IV	Fb IV	—	—	18
Bumping	} All samples	x	x	x	x	x	x	19
Climatic sequence								20
Dry heat	} All samples	B III	B V	B IV	B V	B VI	B VI	20.2
Damp heat (accelerated) first cycle		D IV	D IV	D IV	D V	D V	—	20.3
Cold		A IV	A IV	A V	A IV	A VI	A VI	20.4
Low air pressure		M IV	M IV	M IV	M IV	M IV	—	20.5
Damp heat (accelerated) remaining cycles		D IV	D IV	D IV	D V	D V	—	20.6
Second lot								
Damp heat (long term exposure)		C IV	C IV	C IV	C V	C V	C VI	21
Third lot								
Temperature coefficient		x	x	x	x	x	x	14.5
Short term stability test		x	x	x	x	x	x	14.6
Loading		x	x	x	x	x	x	14.7
Fourth lot								
Endurance		x	x	x	x	x	x	22

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 tests.

Notes 1. — The letter "x" in the above table indicates that the test procedure and the requirements are laid down in the clause mentioned.

1. — The dash (—) in the above table indicates that no test is made.

3. — The other indications are in accordance with those of IEC Publication 68.

12. Standard conditions for testing

12.1 Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified in IEC Publication 68.

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.

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

Note. — Pendant les mesures, les condensateurs ne doivent pas être exposés aux courants d'air, au rayonnement solaire direct ou à d'autres influences susceptibles de causer des erreurs.

- 12.2 Lorsque dans cette recommandation, il est question de séchage, les condensateurs doivent être conditionnés avant les mesures par un séjour de 96 ± 4 h dans un four sec à la température de 55 ± 2 °C.

Dès la sortie de l'étude 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.

13. Examen visuel et vérification dimensionnelle

- 13.1 Les dimensions sont vérifiées et doivent satisfaire aux valeurs spécifiées.
- 13.2 L'examen visuel doit montrer que l'état de la pièce, l'exécution, le marquage et le fini sont satisfaisants.

14. Essais électriques

14.1 Rigidité diélectrique

- 14.1.1 Le condensateur doit supporter sans perforation ni contournement l'essai suivant.
- 14.1.2 Une tension d'essai continue dont la valeur est indiquée ci-après est appliquée pendant 1 min successivement:
- a) entre les bornes du condensateur;
 - b) entre les bornes du condensateur reliées entre elles et le boîtier (s'il est métallique) ou la feuille métallique spécifiée au paragraphe 14.1.3.

Cet essai *b)* n'est pas applicable aux condensateurs non isolés (par exemple condensateurs peints).

Tension nominale U V	Tension d'essai V
< 330 ≥ 330	$3 U_R$ $1,5 U_R + 500$

- 14.1.3 Lorsque le boîtier d'un condensateur isolé n'est pas métallique ou lorsque le condensateur a un boîtier métallique recouvert d'un manchon isolant, une feuille métallique est enroulée et 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.
- 14.1.4 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.

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 measurement the capacitors shall not be exposed to draughts, direct sun-rays or other influences likely to cause error.

- 12.2 Where drying is called for in this Recommendation, the capacitors shall be conditioned before measurement is made for 96 ± 4 h in a dry oven at a temperature of 55 ± 2 °C.

The capacitors shall then be allowed to cool in a desiccator using a suitable dessiccant, 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.

13. Visual examination and check of dimensions

- 13.1 The dimensions shall be checked and they shall comply with the specified values.
- 13.2 The condition, workmanship, marking and finish shall be satisfactory as determined by visual examination.

14. Electrical tests

14.1 Voltage proof

- 14.1.1 The capacitor shall withstand without breakdown or flashover the following test.
- 14.1.2 A direct voltage of the value specified below shall be applied consecutively for a period of 1 min:
- a) between terminations of the capacitor;
 - b) between terminations connected together and the case (where metallic) or the wrapping of the metal foil (see Sub-clause 14.1.3).

This test *b*) is not applicable to exposed-element non-insulated types (e.g. painted capacitors).

Rated voltage, U_R	Test voltage
V	V
< 330	$3U_R$
≥ 330	$1.5U_R + 500$

- 14.1.3 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 terminations connected together.
- 14.1.4 The circuit for this test shall be so chosen that the voltage is applied immediately through the internal resistance of the test apparatus.

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

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

Un montage d'essai approprié est décrit en annexe.

14.2 Capacité

14.2.1 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 doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

14.2.2 La capacité est mesurée et, s'il y a lieu, la valeur trouvée est ramenée à la température de 20 °C par le calcul en utilisant le coefficient de température nominal.

La fréquence de mesure est 1 MHz $\pm$ 20 %.

La tension appliquée ne doit pas dépasser 5 V.

La méthode de mesure doit être telle que l'erreur n'excède pas :

- a) pour les mesures absolues de capacité: 10 % de la tolérance sur la capacité nominale;
- b) pour les mesures de variation de capacité: 10 % de la variation maximale spécifiée.

Note. — Quand les mesures sont effectuées avant et après une épreuve, l'appareillage et la méthode de mesure doivent être les mêmes dans les deux cas.

14.3 Tangente de l'angle de pertes

14.3.1 La tangente de l'angle de pertes ne doit pas excéder les valeurs suivantes:

- condensateurs de capacité nominale supérieure ou égale à 50 pF: 10×10^{-4} ;
- condensateurs de capacité nominale comprise entre 5 pF et 50 pF: $(\frac{150}{C} + 7) \times 10^{-4}$, C étant la capacité nominale exprimée en pF;
- condensateurs de la 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 doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

14.3.2 Les mesures doivent être effectuées dans les conditions spécifiées au paragraphe 14.2.2 avec un appareil susceptible de mesurer des tangentes de l'ordre de 10^{-4} .

14.4 Résistance d'isolement

14.4.1 La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 10 000 MΩ:

- a) entre les bornes du condensateur;
- b) entre les bornes du condensateur reliées entre elles et le boîtier (s'il est métallique) ou la feuille métallique spécifiée au paragraphe 14.4.2 (si le condensateur est isolé). Cette essai b) n'est pas applicable aux condensateurs non isolés (par exemple condensateurs peints).

14.4.2 Lorsque le boîtier d'un condensateur isolé n'est pas métallique ou lorsqu'il est métallique mais recouvert d'un manchon isolant, une feuille métallique est enroulée et appliquée étroitement autour du corps du condensateur jusqu'à une distance des sorties d'environ 1 mm à 1,5 mm. La tension de mesure est appliquée entre cette feuille et les bornes reliées entre elles.

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 s.

The charging current shall not exceed 0.05 A.

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

14.2 *Capacitance*

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

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

14.2.2 The capacitance shall be measured, and corrected if necessary to 20 °C by calculation using the nominal temperature coefficient.

The frequency used for measurement shall be 1 MHz $\pm 20\%$.

The applied voltage shall not exceed 5 V.

The measuring method shall be such that the error does not exceed:

- a) for absolute capacitance measurement: 10% of the rated capacitance tolerance;
- b) for measurements of variation of capacitance: 10% of the specified maximum change of capacitance.

Note. — When measurements are made before and after a test, the apparatus and method employed shall be the same in each case.

14.3 *Tangent of the loss angle*

14.3.1 The tangent of the loss angle shall not exceed the following values:

- for capacitors with a rated capacitance equal to or exceeding 50 pF: 10×10^{-4} ;
- for capacitors with a rated capacitance equal to or exceeding 5 pF, but less than 50 pF:
 $\left(\frac{150}{C} + 7\right) \times 10^{-4}$, 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 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.

14.3.2 Measurements shall be made under the conditions specified in Sub-clause 14.2.2 and with an instrument suitable to measure tangents of the order of 10^{-4} .

14.4 *Insulation resistance*

14.4.1 The insulation resistance shall be not less than 10 000 M Ω :

- a) between terminations of the capacitor;
- b) between terminations connected together and the case (where metallic) or the wrapping of metal foil (see Sub-clause 14.4.2). This measurement *b*) is not applicable to exposed-element non-insulated types (e.g. painted capacitors).

14.4.2 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 mm to 1.5 mm between the edge of the foil and each termination. The measuring voltage shall be applied between the terminations connected together and the metal foil.

- 14.4.3 Avant la mesure de la résistance d'isolement le condensateur doit être complètement déchargé. La résistance d'isolement doit être mesurée sous une tension continue de la valeur indiquée ci-après :

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

La tension d'essai doit être appliquée pendant $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$; la valeur de la résistance d'isolement est lue à la fin de cette période. La tension ne doit pas être appliquée 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 s.

14.5 Coefficient de température

- 14.5.1 Le coefficient de température déterminé comme il est indiqué plus bas doit correspondre au coefficient de température nominal, compte tenu de la tolérance associée pour les condensateurs des Types 1A et 1B ou se trouver dans les limites spécifiées pour les condensateurs des Types 1C et 1D.

- 14.5.2 Les condensateurs sont séchés (voir paragraphe 12.2).

- 14.5.3 Les condensateurs sont maintenus tour à tour à chacune des températures suivantes :

- 15 °C à 35 °C ;
- température minimale de la catégorie $\pm 3 \text{ deg C}$;
- 15 °C à 35 °C ;
- température maximale de la catégorie $\pm 2 \text{ deg C}$.

Ce cycle est effectué une fois : les chocs thermiques doivent être évités.

- 14.5.4 Les mesures de capacité doivent être effectuées dans les conditions (autres que la température) spécifiées au paragraphe 14.2.2, à chacune des températures mentionnées au paragraphe 14.5.3 après que le condensateur ait atteint sa stabilité thermique et avec les mêmes conditions électriques pour toutes les mesures.

La stabilité thermique est atteinte lorsque deux mesures effectuées à 5 min d'intervalle ne diffèrent pas d'une quantité supérieure à celle qui peut être attribuée à l'appareillage de mesure.

Des précautions particulières doivent être prises pour maintenir constante la capacité entre les connexions du condensateur à l'appareil de mesure, pour toutes les mesures.

La température de la chambre au moment de chaque mesure de capacité doit être enregistrée, sa mesure étant effectuée à 0,5 deg C près.

Note. — Pour des capacités de valeur si faible que la méthode normale de mesure n'est pas suffisamment précise, il peut être nécessaire d'utiliser une fréquence de mesure supérieure.

- 14.5.5 Le coefficient de température moyen doit être calculé à partir de la formule suivante :

$$\text{Coefficient de température moyen (en millionnièmes par degré Celsius)} = \frac{\Delta C}{C \Delta t} \times 10^6$$

dans laquelle :

ΔC est la différence entre la valeur de la capacité à la température d'essai et C

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

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

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

The voltage shall be applied for $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$; the insulation resistance being read at the end of that period. The voltage shall not be applied gradually but shall be applied immediately 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 s.

14.5 Temperature coefficient

14.5.1 The temperature coefficient determined as described below shall correspond with the rated temperature coefficient, taking into account its tolerance (Type 1A and 1B) or lie within the appropriate limits (1C and 1D).

14.5.2 The capacitors shall be dried (see Sub-clause 12.2).

14.5.3 The capacitors shall be maintained at each of the following temperatures in turn:

- 15 °C to 35 °C;
- lower category temperature $\pm 3 \text{ deg C}$;
- 15 °C to 35 °C;
- upper category temperature $\pm 2 \text{ deg C}$.

This cycle shall be carried out once; temperature shocks shall be avoided.

14.5.4 Capacitance measurements shall be made under the conditions (other than temperature) of Sub-clause 14.2.2 at each of the temperatures mentioned in Sub-clause 14.5.3 after the capacitor has reached thermal stability and with the same electrical conditions for all measurements.

The condition of thermal stability shall be judged to have been reached when two readings of capacitance made at an interval of 5 min do not differ by an amount greater than that which can be attributed to the measuring apparatus.

Extreme caution shall be taken in maintaining constant capacitance between leads from test equipment to capacitors for all measurements.

The temperature of the chamber at the time of each capacitance measurement shall be recorded. The measurement of temperature shall be accurate to 0.5 deg C.

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

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

$$\text{Average temperature coefficient in parts per million per Celsius degree} = \frac{\Delta C}{C \Delta t} \times 10^6$$

where:

ΔC is the difference between the capacitance value at the test temperature and C

C est la valeur de la capacité en $a)$ pour calculer le coefficient de température pour des températures entre 20 °C et la température minimale de catégorie ou la valeur de la capacité en $e)$ pour calculer le coefficient de température pour des températures entre 20 °C et la température maximale de catégorie

Δt est la différence en degrés Celsius entre la température d'essai et la température $a)$ ou $c)$ selon le cas.

14.6 Stabilité de courte durée (si requis)

Cet essai n'est effectué qu'après accord entre le client et le fabricant.

14.6.1 Pour les condensateurs des Types 1A, 1B et 1C dont la capacité nominale n'excède pas 1 000 pF seulement, les variations rapides de capacité observées dans les conditions du paragraphe 14.6.2 ne doivent pas excéder un dix millièrne.

14.6.2 Le condensateur est connecté de façon à former la partie principale de la capacité du circuit d'accord d'un oscillateur stable fonctionnant à une fréquence d'au moins 1 MHz.

Le condensateur est soumis pendant 10 min 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. Les lectures sont effectuées pendant toute la période de 10 min, la température ambiante restant constante pendant ce temps à ± 2 deg C près.

On fait battre le signal de sortie de l'oscillateur avec celui d'un second oscillateur stable de façon à produire une note de fréquence que l'on observe pendant la période de mesure.

14.7 Charge (si requis)

Lorsque cet essai est requis par le client pour des condensateurs couverts par cette spécification et utilisés avec un courant de fréquence radioélectrique appréciable, l'essai doit être effectué dans les conditions, aux températures et avec les caractéristiques nominales agréées par le client et le fabricant.

15. Robustesse des sorties

Les condensateurs sont soumis aux conditions des essais U_a , U_b , U_c et U_d de la Publication 68 de la CEI qui leur sont applicables.

15.1 Essai U_a : Traction

La charge à appliquer est:

- Condensateurs à sorties autres que par fils: 20 N.
- Condensateurs à sortie par fils: voir le tableau ci-après.

Surface de la section du fil A en mm ²	Diamètre du fil rond correspondant d en mm	Charge N
$A \leq 0,07$	$d \leq 0,3$	2,5
$0,07 < A \leq 0,2$	$0,3 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < A \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$A > 0,5$	$d > 0,8$	20

C is the capacitance value at a) for computing the temperature coefficient for temperatures between 20 °C and the lower category temperature and C is the capacitance value at e) for computing the temperature coefficient for temperatures between 20 °C and the upper category temperatures

Δt is the difference in Celsius degrees between the test temperature and the temperature a) or c), as appropriate.

14.6 Short-term stability (where required)

This test shall be carried out when agreed upon between customer and manufacturer.

14.6.1 For capacitors Type 1A, 1B and 1C with a rated capacitance not exceeding 1 000 pF only, the abrupt changes in capacitance value observed under the conditions of Sub-clause 14.6.2 shall not exceed one part in 10 000.

14.6.2 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 1 MHz.

The capacitor shall be subjected for 10 min 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 shall be made during this period of 10 min, the ambient temperature being constant within ± 2 deg 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.

14.7 Loading (where required)

Where this test is required by the customer for capacitors covered by this specification and used with appreciable r.f. current, the test shall be carried out at test conditions, temperatures and ratings as agreed upon between customer and manufacturer.

15. Robustness of terminations

The capacitors shall be subjected to the procedure of tests U_a , U_b , U_c and U_d of IEC Publication 68, as applicable.

15.1 Test U_a : Tensile

The load to be applied shall be:

- For all types of terminations except wire terminations 20 N (4.4 1b).
- For wire terminations, see table below.

Cross-sectional area of the wire A in mm ²	Corresponding diameter of round wire d in mm	Load N
$A \leq 0.07$	$d \leq 0.3$	2.5
$0.07 < A \leq 0.2$	$0.3 < d \leq 0.5$	5
$0.2 < A \leq 0.5$	$0.5 < d \leq 0.8$	10
$A > 0.5$	$d > 0.8$	20

15.2 *Essai Ub: Pliage (la moitié des sorties)*

On effectue deux pliages consécutifs.

15.3 *Essai Uc: Torsion (l'autre moitié des sorties)*

On effectue deux rotations successives de 180°.

15.4 *Essai Ud: Couple (pour sorties à bornes filetées)*

15.5 *Examen visuel*

Après chacun de ces essais, le condensateur est examiné visuellement. Il ne doit pas présenter de dommage visible.

16. **Soudure**

16.1 Les condensateurs sont séchés (voir paragraphe 12.2) et la capacité est mesurée.

16.2 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai T de la Publication 68 de la CEI, Méthode du bain de soudure (si appropriée), avec les dérogations suivantes.

16.2.1 Les sorties par fils établies par le fabricant pour l'utilisation avec des câblages imprimés sont immergées jusqu'à un point distant de 3,5 mm de l'endroit où la sortie émerge du corps du condensateur.

16.2.2 Lorsque la méthode du bain de soudure n'est pas appropriée, la méthode du fer à souder doit être appliquée et ce, avec un fer de forme A.

16.3 A la fin de l'épreuve de soudure, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

16.4 La capacité est mesurée entre 1/2 h et 1 h après l'immersion dans le bain de soudure.

La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 16.1 ne doit pas excéder 0,5 % ou 0,5 pF si cette dernière valeur est plus grande.

17. **Variations rapides de température**

17.1 La capacité des condensateurs des Types 1A, 1B et 1C est mesurée.

17.2 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai Na de la Publication 68 de la CEI pendant un cycle.

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

Les condensateurs sont soumis à l'essai de rigidité diélectrique conforme au paragraphe 14.1.

17.4 La capacité est alors mesurée. La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 17.1 ne doit pas dépasser 0,5 % ou 0,5 pF, la plus grande de ces deux valeurs.

18. **Vibrations**

18.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai F de la Publication 68 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable (voir le tableau au paragraphe 11.2).

15.2 *Test Ub: Bending (half of the terminations)*

Two consecutive bends shall be applied.

15.3 *Test Uc: Torsion (other half of the terminations)*

Two successive rotations of 180° shall be applied.

15.4 *Test Ud: Torque (for nuts and threaded terminations)*

15.5 *Visual examination*

After each of these tests, the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

16. **Soldering**

16.1 The capacitors shall be dried (see Sub-clause 12.2) and the capacitance shall be measured.

16.2 The capacitors shall be subjected to the procedure of test T of IEC Publication 68, Solder Bath Method (if appropriate) with the following deviations.

16.2.1 The wire terminations stated by the manufacturer to be suitable for use with printed wiring shall be immersed up to 3.5 mm from the point where the termination emerges from the body.

16.2.2 Where the solder bath method is not appropriate, the soldering iron test shall be used with soldering iron size A.

16.3 After soldering, the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

16.4 The capacitance shall be measured between ½ h and 1 h after immersion in the solder bath. The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 16.1 shall not exceed 0.5% or 0.5 pF, whichever is the greater.

17. **Rapid change of temperature**

17.1 The capacitance of capacitors of Type 1A, 1B and 1C shall be measured.

17.2 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Na of IEC Publication 68 for one cycle.

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

The capacitors shall be subjected to the voltage proof in accordance with Sub-clause 14.1.

17.4 The capacitance shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 17.1 shall not exceed $\pm 0.5\%$ or 0.5 pF, whichever is the greater.

18. **Vibration**

18.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of test F of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity (see table in Sub-clause 11.2).

- 18.2 Après l'essai, le condensateur est examiné visuellement et ne doit pas présenter de dommage visible.

19. **Secousses**

A l'étude.

20. **Séquence climatique**

Voir Publication 68-1 de la CEI, Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants, première partie: Généralités, paragraphe 5.1.

20.1 *Mesures initiales*

La capacité des condensateurs est mesurée.

20.2 *Chaleur sèche*

Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai B de la Publication 68 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable.

20.3 *Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle*

- 20.3.1 Les condensateurs autres que ceux des catégories —/—/04 sont soumis aux conditions de l'essai D de la Publication 68 de la CEI pendant un cycle de 24 h.

- 20.3.2 Après reprise, les condensateurs sont soumis immédiatement à l'essai de froid.

20.4 *Froid*

- 20.4.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai A de la Publication 68 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable.

- 20.4.2 Après reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

20.5 *Basse pression atmosphérique*

- 20.5.1 Les condensateurs des catégories —/—/56 et —/—/21 sont soumis aux conditions de l'essai M de la Publication 68 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable (voir le tableau du paragraphe 11.2).

- 20.5.2 L'essai est effectué à une température comprise entre 15 °C et 35 °C.

La durée de l'épreuve et sa sévérité sont:

— Catégories —/—/56: 1 h à 85 mbar.

— Catégories —/—/21: 1 min à 2 min à 85 mbar.

- 20.5.3 Lorsque les condensateurs sont à basse pression, une tension continue est appliquée aux bornes des condensateurs dans les conditions suivantes.

— Catégorie —/—/56: pendant les 5 dernières minutes de la période de 1 h.

— Catégorie —/—/21: pendant 1 min à 2 min dès que la pression de 85 mbar a été atteinte.

Lorsque le condensateur a un boîtier métallique et que le boîtier n'est pas une des bornes, la tension est appliquée pour une moitié du lot entre les bornes, pour l'autre moitié du lot entre les bornes reliées entre elles et le boîtier.

18.2 After the test, the capacitor shall be visually examined. There shall be no visible damage.

19. **Bumping**

Under consideration.

20. **Climatic sequence**

See IEC Publication 68-1, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment, Part 1: General, Sub-clause 5.1.

20.1 *Initial measurements*

The capacitance of the capacitors shall be measured.

20.2 *Dry heat*

The capacitors shall be subjected to the procedure of Test B of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity.

20.3 *Damp heat (accelerated) first cycle*

20.3.1 The capacitors other than those of categories —/—/04 shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68 for one cycle of 24 h.

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

20.4 *Cold*

20.4.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test A of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity.

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

20.5 *Low air pressure*

20.5.1 The capacitors of categories —/—/56 and —/—/21 shall be subjected to the procedure of Test M of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity (see table in Sub-clause 11.2).

20.5.2 The test shall be carried out at 15 °C to 35 °C.

The duration of the test and the degree of severity shall be:

- Categories —/—/56: 1 h at 85 mbar.
- Categories —/—/21: 1 min to 2 min at 85 mbar.

20.5.3 While still at the specified low pressure, a direct voltage shall be applied to the terminations of the capacitors.

Categories —/—/56: during the last 5 min of the 1 h period.

Categories —/—/21: during 1 min to 2 min, immediately after achieving the pressure of 85 mbar.

Where the capacitor has a metallic case and the case is not one of the terminations, half the lot shall have the voltage applied between terminations and half the lot shall have the voltage applied between terminations connected together and the case.

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

20.5.4 Pendant et après cet essai, il ne doit se produire ni perforation, ni contournement, ni déformation nuisible du boîtier.

20.6 *Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants*

Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai D de la Publication 68 de la CEI pendant un nombre de cycles de 24 h donné par le tableau suivant:

Catégories	Nombre de cycles
—/—/56	5
—/—/21	1
—/—/04	Aucun

20.7 *Mesures finales*

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

20.7.2 La capacité et la tangente de l'angle de pertes des condensateurs de toutes catégories et la résistance d'isolement des condensateurs de catégories —/—/56 et —/—/21 sont alors mesurées.

20.7.3 La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 20.1 ne doit pas dépasser la plus grande des deux valeurs suivantes:

- 2% ou 2 pF pour les condensateurs du Type 1D et pour ceux de coefficient de température nominal égal à —1 500 millionièmes par degré Celsius;
- 1% ou 1 pF pour tous les autres condensateurs.

La tangente de l'angle de pertes ne doit pas excéder deux fois la valeur spécifiée au paragraphe 14.3.1.

La résistance d'isolement mesurée comme spécifiée au paragraphe 14.4 doit satisfaire aux conditions suivantes:

Catégories	Résistance d'isolement MΩ
—/—/56	≥ 10 000
—/—/21	≥ 5 000

21. **Chaleur humide (essai de longue durée)**

21.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai C de la Publication 68 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable.

21.2 Pendant la totalité de l'épreuve:

- Une moitié du lot est soumise à la tension nominale.
- L'autre moitié du lot n'est soumise à aucune tension.

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

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

20.6 *Damp heat (accelerated) remaining cycles*

The capacitors shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68, for the following number of cycles:

Categories	Number of cycles
—/—/56	5
—/—/21	1
—/—/04	None

20.7 *Final measurements*

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

20.6.2 The capacitance and the tangent of the loss angle for all categories and the insulation resistance for the categories —/—/56 and —/—/21 only shall then be measured.

20.7.3 The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 20.1 shall not exceed:

- 2% of 2 pF, whichever is the greater, for Type 1D and for capacitors with a temperature coefficient of — 1 500 parts per million per Celsius degree;
- 1% or 1 pF, whichever is the greater, for all other capacitors.

The tangent of the loss angle shall not exceed twice the value specified in Sub-clause 14.3.1.

The insulation resistance measured as specified in Sub-clause 14.4 shall fulfil the following requirements:

Categories	Insulation resistance MΩ
—/—/56	≥ 10 000
—/—/21	≥ 5 000

21. **Damp heat (long term exposure)**

21.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test C of IEC Publication 68, using the appropriate degree of severity.

21.2 During the whole period of the test:

- One half of the lot shall be subjected to a d.c. voltage equal to the rated voltage.
- One half of the lot shall carry no voltage.