

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 103

Deuxième édition — Second edition

1969

**Condensateurs électrolytiques à l'aluminium, à longue durée
de vie (type 1) et à usage général (type 2)**

**Aluminium electrolytic capacitors for long life (Type 1)
and for general purpose application (Type 2)**



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 60103:1969

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 103

Deuxième édition — Second edition

1969

**Condensateurs électrolytiques à l'aluminium, à longue durée
de vie (type 1) et à usage général (type 2)**

**Aluminium electrolytic capacitors for long life (Type 1)
and for general purpose application (Type 2)**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

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

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

9. Essais de type	14
10. Programme des essais de type	16
11. Conditions normales d'essai	18
12. Examen visuel et vérification dimensionnelle	18
13. Essais électriques	18
13.1 Courant de fuite	18
13.2 Capacité	20
13.3 Tangente de l'angle de pertes	20
13.4 Impédance	22
13.5 Essai de tenue à la pression interne	22
13.6 Résistance d'isolement de la gaine isolante	22
13.7 Rigidité diélectrique de la gaine isolante	24
14. Robustesse des sorties	24
15. Soudure	26
16. Variations rapides de température	26
17. Vibrations	26
18. Secousses	26
19. Séquence climatique	26
19.1 Mesures initiales	26
19.2 Chaleur sèche	28
19.3 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle	28
19.4 Froid	28
19.5 Étanchéité	30
19.6 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	30
19.7 Mesures finales	30
20. Chaleur humide (essai de longue durée)	30
21. Stockage	32
22. Endurance	34
23. Surtension	36
24. Gamme préférentielle de boîtiers pour condensateurs électrolytiques à l'aluminium à sorties d'un seul côté	36

SECTION TROIS — DIMENSIONS ET FEUILLES PARTICULIÈRES

A l'étude

ANNEXE — Surtension	38
-------------------------------	----

25. Gamme préférentielle de boîtiers pour condensateurs électrolytiques à l'aluminium à sorties axiales par fils (modèle A1, A2, A3, A4 et A5)

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	13
6. Tolerances on rated capacitance	13
7. Standard values of rated voltage	13
8. Marking	13

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

9. Type tests	15
10. Schedule for type tests	17
11. Standard conditions for testing	19
12. Visual examination and check of dimensions	19
13. Electrical tests	19
13.1 Leakage current	19
13.2 Capacitance	21
13.3 Tangent of the loss angle	21
13.4 Impedance	23
13.5 Pressure relief test	23
13.6 Insulation resistance of the insulating sleeve	23
13.7 Dielectric strength of the insulating sleeve	52
14. Robustness of terminations	25
15. Soldering	27
16. Rapid change of temperature	27
17. Vibration	27
18. Bumping	27
19. Climatic sequence	27
19.1 Initial measurements	27
19.2 Dry heat	29
19.3 Damp heat (accelerated) first cycle	29
19.4 Cold	29
19.5 Sealing	31
19.6 Damp heat (accelerated) remaining cycles	31
19.7 Final measurements	31
20. Damp heat (long term exposure)	31
21. Storage	33
22. Endurance	35
23. Surge	37
24. Preferred range of case sizes for aluminium electrolytic capacitors with terminations at one end	37

SECTION THREE — DIMENSIONS AND ARTICLE SHEETS

Under consideration

APPENDIX — Surge voltage	39
------------------------------------	----

25. Preferred range of case sizes for aluminium electrolytic capacitors with axial wire terminations (Style A1, A2, A3, A4 and A5)	
--	--

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS ÉLECTROLYTIQUES A L'ALUMINIUM, A LONGUE
DURÉE DE VIE (TYPE 1) ET A USAGE GÉNÉRAL (TYPE 2)**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI 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 CEI 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 CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Un premier projet de révision de la Publication 103 de la CEI fut discuté lors de la réunion tenue à Venise en 1963. Un nouveau projet fut discuté lors des réunions tenues à Aix-les-Bains en 1964 et à Tokyo en 1965. 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 août 1966.

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

Afrique du Sud	Israël
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
Finlande	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Hongrie	Yougoslavie

La présente recommandation est destinée à être utilisée conjointement avec d'autres publications de la CEI notamment:

Publication 62: Code de marquage des valeurs et tolérances des résistances et des condensateurs.

Publication 63: Séries de valeurs pour résistances et condensateurs.

Publication 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ALUMINIUM ELECTROLYTIC CAPACITORS FOR LONG LIFE
(TYPE 1) AND FOR GENERAL PURPOSE APPLICATION (TYPE 2)**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC 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 IEC Technical Committee No. 40, Capacitors and Resistors for Electronic Equipment.

A first draft for the revision of IEC Publication 103 was discussed at a meeting held in Venice in 1963. A new draft was discussed at meetings held in Aix-les-Bains in 1964 and in Tokyo in 1965. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1966.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Romania
Canada	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Hungary	United Kingdom
Israel	United States of America
Japan	Yugoslavia

This Recommendation is intended to be used in conjunction with other IEC Publications such as:

Publication 62: Marking Codes for Values and Tolerances of Resistors and Capacitors.

Publication 63: Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.

Publication 68: Basic Environmental Testing Procedures.

CONDENSATEURS ÉLECTROLYTIQUES A L'ALUMINIUM, A LONGUE DURÉE DE VIE (TYPE 1) ET A USAGE GÉNÉRAL (TYPE 2)

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation couvre le domaine des condensateurs électrolytiques polarisés à électrodes en aluminium à longue durée de vie (type 1) et d'emploi général (type 2), destinés aux matériels de télécommunication et aux dispositifs électroniques basés sur des techniques analogues, à l'exclusion des condensateurs destinés à être utilisés en décharge impulsive, décharge lente, pour la production d'éclairs lumineux ou dans des systèmes similaires.

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 certains essais dans les conditions prescrites par la Publication 68 de la CEI.

3. Terminologie

3.1 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.

3.2 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 peut être considéré comme capable de fabriquer des produits satisfaisants à la spécification.

3.3 Homologation de type *

L'homologation 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.

3.4 Essais de réception *

Les essais de réception 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. — Lorsque le client et le fabricant obtiennent des résultats d'essais différents, les méthodes d'essai CEI doivent être utilisées aux fins d'arbitrage.

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

ALUMINIUM ELECTROLYTIC CAPACITORS FOR LONG LIFE (TYPE 1) AND FOR GENERAL PURPOSE APPLICATION (TYPE 2)

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation relates to polar electrolytic capacitors with aluminium electrodes, intended for long life application (Type 1), and to polar electrolytic capacitors intended for general purpose applications (Type 2) in equipment for telecommunication and in electronic devices employing similar techniques, but excludes capacitors which are intended for use in pulse discharge, slow discharge, photoflash or similar devices.

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 IEC Publication 68.

3. Terminology

3.1 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.

3.2 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.

3.3 Type approval *

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

3.4 Acceptance tests *

Acceptance tests are tests carried out to determine the acceptability of a consignment on a 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. — When differing test results are obtained by customer and manufacturer, the IEC standard methods shall be used for referee purposes.

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

3.5 *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.

3.6 *Plage des températures correspondant à la catégorie*

La plage des températures correspondant à la catégorie est la plage des températures ambiantes pour laquelle un condensateur a été conçu en vue d'un fonctionnement continu.

3.7 *Température minimale de catégorie*

La température minimale de catégorie est la température la plus basse pour laquelle un condensateur a été conçu en vue d'un fonctionnement continu.

3.8 *Température maximale de catégorie*

La température maximale de catégorie est la température la plus élevée pour laquelle un condensateur a été conçu en vue d'un fonctionnement continu.

3.9 *Condensateurs de type 1*

Le type 1 couvre le domaine des condensateurs électrolytiques polarisés à l'aluminium destinés principalement aux matériels industriels, de télécommunications ou aérospatiaux dans lesquels un degré élevé de stabilité des caractéristiques est essentiel pendant une longue durée d'utilisation. Les matériaux sont choisis, et la fabrication est conduite de façon à obtenir un très faible courant de fuite, avec, comme conséquence, une augmentation de la durée de vie.

3.10 *Condensateurs de type 2*

Le type 2 couvre le domaine des condensateurs électrolytiques polarisés à l'aluminium destinés aux applications d'emploi général pour lesquelles les exigences caractéristiques du type 1 ne sont pas nécessaires.

3.11 *Capacité nominale*

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

Note. — La capacité d'un condensateur électrolytique est la capacité d'un circuit équivalent comprenant une capacité et une résistance en série, mesurée à la fréquence spécifiée avec un courant alternatif approximativement sinusoïdal.

3.12 *Tension nominale et tension de catégorie*

3.12.1 *Tension nominale (U_R)*

La tension nominale est la tension continue maximale ou la tension alternative efficace maximale qui peut être appliquée de façon continue aux bornes d'un condensateur à toute température comprise entre la température minimale de catégorie et la température nominale.

Notes 1. — La somme de la tension continue et de la tension de crête alternative appliquées au condensateur ne doit pas être supérieure à la tension nominale. (Voir paragraphe 3.14.)

2. — Pendant de courtes périodes, la tension nominale peut cependant être dépassée. (Voir article 23 et l'annexe.)

3.12.2 *Tension de catégorie (U_C)*

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

Note. — Pour le domaine des condensateurs couvert par cette recommandation la tension nominale et la tension de catégorie sont identiques.

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

3.5 *Factory tests **

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

3.6 *Category temperature range*

The category temperature range is the range of ambient temperatures for which the component has been designed to operate continuously; this is defined by the temperature limits of the appropriate category.

3.7 *Upper category temperature*

The upper category temperature is the maximum ambient temperature for which the capacitor has been designed to operate continuously.

3.8 *Lower category temperature*

The lower category temperature is the minimum ambient temperature for which the capacitor has been designed to operate continuously.

3.9 *Type 1 capacitors*

Type 1 capacitors cover polar aluminium electrolytic capacitors, intended primarily for industrial, telecommunication and aerospace equipment applications where a high degree of stability of characteristics over a long life is essential. The materials are so chosen and manufacture so carried out, that very low leakage current is obtained with consequent increase in life.

3.10 *Type 2 capacitors*

Type 2 capacitors cover polar aluminium electrolytic capacitors, intended for general purpose applications where requirements for Type 1 are not necessary.

3.11 *Rated capacitance*

The rated capacitance of an electrolytic capacitor is the value which is indicated upon the capacitor.

Note. — The capacitance of an electrolytic capacitor is the capacitance of an equivalent circuit having capacitance and resistance in series, measured with alternating current of approximately sinusoidal waveform at the specified frequency.

3.12 *Rated voltage and category voltage*

3.12.1 *Rated voltage (U_R)*

The rated voltage is the operating voltage which is indicated upon the capacitor and which may be applied continuously to the terminals of the capacitor at temperatures within the applicable rated temperature range.

Notes. 1. — The sum of the direct voltage and the peak alternating voltage applied to the capacitor shall not exceed the rated voltage. The a.c. voltage is limited by the permissible ripple current. (See Sub-clause 3.14.)
2. — For short periods, however, the rated voltage may be exceeded. (See Clause 23 and the Appendix.)

3.12.2 *Category voltage (U_C)*

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

Note. — For capacitors covered by this Recommendation, the rated voltage and the category voltage are identical.

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

3.13 Courant de fuite

Le courant de fuite est le courant de conduction traversant le condensateur lorsqu'une tension continue lui est appliquée.

3.14 Courant ondulé nominal

Le courant ondulé nominal est la valeur efficace maximale du courant alternatif d'une fréquence de 50 Hz à 60 Hz ou de 100 Hz à 120 Hz qui peut être appliqué d'une façon continue au condensateur à sa température maximale de catégorie lorsque la tension nominale lui est appliquée (Voir les notes du paragraphe 3.12.1.)

3.15 Tangente de l'angle de perte

La tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$) 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 de fréquence déterminée.

3.16 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.

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

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

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

4. Classification en catégories

4.1 Les condensateurs couverts par cette recommandation sont classés en catégories, conformément aux règles générales données dans la Publication 68 de la CEI.

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

Condensateurs du type 1			Condensateurs du type 2		
Catégorie	Plage de températures	Chaleur humide longue durée	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	—	—	—
40/085/56	—40 °C à + 85 °C	56 jours	—	—	—
25/085/56	—25 °C à + 85 °C	56 jours	25/085/56	—25 °C à + 85 °C	56 jours
25/070/56	—25 °C à + 70 °C	56 jours	25/070/56	—25 °C à + 70 °C	56 jours
10/070/56	—10 °C à + 70 °C	56 jours	10/070/04	—10 °C à + 70 °C	4 jours

3.13 *Leakage current*

The leakage current is the conduction current flowing through the capacitor when a direct voltage is applied.

3.14 *Rated ripple current*

The rated ripple current is the r.m.s. value of the maximum allowable alternating current with a frequency of 50 Hz to 60 Hz or 100 Hz to 120 Hz, whichever is stated, at which the capacitor may be operated continuously at its upper category temperature with the rated voltage applied. (See the Notes of Sub-clause 3.12.1.)

3.15 *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.

3.16 *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.

3.17 *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.

4. **Classification into categories**

4.1 The capacitors, covered by this Recommendation, are classified into categories according to the general rules given in IEC Publication 68.

4.2 The preferred categories with the appropriate temperature ranges and the durations of the long term damp heat test are:

Type 1 capacitors			Type 2 capacitors		
Category	Temperature range	Damp heat long term	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	—	—	—
40/085/56	—40 °C to + 85 °C	56 days	—	—	—
25/085/56	—25 °C to + 85 °C	56 days	25/085/56	—25 °C to + 85 °C	56 days
25/070/56	—25 °C to + 70 °C	56 days	25/070/56	—25 °C to + 70 °C	56 days
10/070/56	—10 °C to + 70 °C	56 days	10/070/04	—10 °C to + 70 °C	4 days

5. Valeurs normales de la capacité nominale

Les valeurs normales de la capacité nominale doivent être prises dans la série suivante:

1 — 1,5 — 2,2 — 3,3 — 4,7 — 6,8 — 10 et leurs multiples décimaux

Les valeurs soulignées sont préférentielles.

Ces valeurs sont conformes à la série E6 de valeurs recommandées dans la Publication 63 de la CEI.

6. Tolérances sur la capacité nominale

Les tolérances normales sur la capacité nominale sont:

Tension nominale V	Tolérance %	
	Normale	Spéciale
< 100 V	—10/+100	—10/+50
≥ 100 V	—10/+50	—10/+30

7. Valeurs normales de la tension nominale

Les valeurs normales de la tension nominale sont:

Tension nominale V	Valeurs normales de la tension nominale pour les condensateurs du type 1 et du type 2
< 250	1 - 1,6 - 2,5 - 4 - 6,3 - 10 V et multiples décimaux. Ces valeurs sont conformes à la série de base des nombres normaux R5 donnée dans la recommandation ISO R3 de 1953: Nombres normaux.
≥ 250	250 - 315 - 350 - 400 - 450 A l'exception des 350 V et 450 V, ces valeurs sont conformes à la série de base ISO des nombres normaux R10 donnée dans la recommandation ISO R3 de 1953: Nombres normaux; il est permis d'employer également 350 V et 450 V car ces valeurs sont largement utilisées.

8. Marquage

8.1 Le marquage des indications suivantes s'effectuera dans l'ordre d'importance indiqué ci-après:

- Capacité nominale;
- Tension nominale et température maximale de catégorie. La tension continue peut être indiquée par le symbole ——
- Polarité des sorties.

Pour les condensateurs comprenant plusieurs sections, la capacité nominale et la tension nominale des sections reliées à chaque borne doivent être marquées sans ambiguïté. La sortie correspondant à la section du condensateur destinée à être reliée directement au redresseur doit être marquée du chiffre 1 ou de la couleur rouge;

- Tolérance sur la capacité nominale (pour les valeurs autres que la tolérance normale);
- Type 1 (seulement pour les condensateurs de type 1);

5. **Standard values of rated capacitance**

The standard values of the rated capacitance shall be taken from the following series:

1 — 1.5 — 2.2 — 3.3 — 4.7 — 6.8 — 10, and their decimal multiples

The underlined numbers are preferred values.

These values conform to the E6-series of preferred values given in IEC Publication 63.

6. **Tolerances on rated capacitance**

The standard tolerances on the rated capacitance are:

Rated voltage V	Tolerance %	
	Normal	Special
< 100	—10/+100	—10/+50
≥ 100	—10/+ 50	—10/+30

7. **Standard values of rated voltage**

The standard values of the rated voltage are:

Rated voltage V	Standard values of rated voltage for Type 1 and Type 2 capacitors
< 250	1 - 1.6 - 2.5 - 4 - 6.3 - 10 V and decimal multiples. These values conform to the basic series of preferred numbers R5 given in the ISO Recommendation R3 of 1953: Preferred Numbers.
≥ 250	250 - 315 - 350 - 400 - 450. With the exception of 350 V and 450 V, these values conform to the basic series of preferred numbers R10 given in the ISO Recommendation R3 of 1953: Preferred Numbers; 350 V and 450 V are also permissible, since these values are in wide use.

8. **Marking**

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

- Rated capacitance;
- Rated voltage and upper category temperature. Direct voltage may be indicated by the symbol $\text{—}=\text{—}$;
- Polarity of the terminations.

For multisection capacitors, the rated capacitance and rated voltage of the sections connected to each termination shall be shown in an unambiguous way. The termination of a section which is intended for direct connection to the rectifier (so-called reservoir section) shall be marked with the Figure 1 or with the colour red;

- Tolerance on rated capacitance, if other than the normal tolerance;
- (Only for Type 1 capacitors) Type 1;

- f) Courant ondulé nominal à la fréquence indiquée;
Note. — Le courant ondulé maximal admissible pour une capacité nominale donnée est déterminé par le volume du condensateur et de nombreux autres facteurs. Ce marquage peut être omis lorsque des dimensions physiques fixes et des courants d'ondulation maximaux normaux sont établis dans les normes nationales.
- g) Catégorie climatique;
- h) Nom du fabricant ou marque de fabrique;
- i) Semaine (ou mois) et année de fabrication (éventuellement sous forme codifiée);
- j) Désignation de type du fabricant;
- k) Référence à la présente recommandation et/ou à la spécification nationale relative au condensateur.
- 8.2 Le condensateur doit porter lisiblement les indications a), b), c), d) et e) mentionnées ci-dessus et le plus possible de celles des autres informations considérées comme utiles.
- 8.3 L'emballage du (des) condensateur(s) doit porter lisiblement toutes les informations énumérées ci-dessus.
- 8.4 Tout marquage supplémentaire doit être effectué de telle sorte qu'il ne puisse y avoir aucune confusion.

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

9. Essais de type

- 9.1 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 mêmes valeurs, 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.
Cette recommandation ne fixe pas le nombre de défauts admissibles; ceci est en effet considéré comme une prérogative de l'autorité accordant l'homologation de type.
Note. — Une partie d'une gamme complète, ou des valeurs isolées, prévues dans cette recommandation, peuvent être soumises aux essais en vue d'obtenir une approbation limitée.
- 9.2 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.
- 9.3 Tout condensateur ayant subi les essais de type mentionnés au paragraphe 10.2 ou certains d'entre eux, ne doit en aucun cas être utilisé sur un appareil ni reversé aux stocks.

f) Rated ripple current at a stated frequency;

Note. — The maximum permissible ripple current for a given rated capacitance is determined by the physical size of the capacitor and several other factors. This marking may be omitted where fixed physical sizes and standard rated ripple currents are established in national standards.

g) Indication of the appropriate category;

h) Manufacturer's name or trade mark;

i) Week (or month) and year of manufacture. This may be in code form;

j) Manufacturer's type designation;

k) Reference to this Recommendation and/or to the national specification appropriate to the capacitor.

8.2 The capacitor shall be clearly marked with *a)*, *b)*, *c)*, *d)* and *e)* above and with as many as possible of the remaining items as are considered useful.

8.3 The package containing the capacitor(s) shall be clearly marked with all the information listed above.

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

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS

9. Type tests

9.1 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.

9.2 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.

9.3 Any capacitor that has been subjected to the type tests mentioned in Sub-clause 10.2, or any part of them, shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

10. Programme des essais de type

10.1 Tous les condensateurs doivent être soumis aux essais suivants dans l'ordre indiqué ci-après:

Essai	Article
Examen visuel	12
Courant de fuite	13.1
Capacité	13.2
Tangente de l'angle de pertes	13.3

10.2 Les condensateurs sont alors répartis en cinq lots.

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

Essai	Degré de sévérité						Article de la recommandation
	55/125/56	55/085/56	40/085/56	25/085/56	25/070/56	10/070/56	
<i>Premier lot</i> Robustesse des sorties Soudure Variations rapides de température Vibrations Secousses Séquence climatique Chaleur sèche Chaleur humide (essai accéléré, premier cycle) Froid Ebranchement Chaleur humide (essai accéléré, cycles restants)	U T Na Fe ³ Eb	U T Na Fe ³ Eb	U T Na Fe ³ Eb	U T Fe ³ Eb	U T Fe ³ Eb	U T Fe ³ Eb	14 15 16 17 18
<i>Deuxième lot</i> Chaleur humide (essai de longue durée)	Ba (125 °C) Aa (-55 °C) D (-55 °C) Qc	Ba (85 °C) Aa (-40 °C) D (-55 °C) Qc	Ba (85 °C) Aa (-40 °C) D (-55 °C) Qc	Ba (85 °C) Aa (-25 °C) D (-25 °C) Qc	Ba (70 °C) Aa (-10 °C) D (-10 °C) Qc	Ba (70 °C) Aa (-10 °C) D (-10 °C) Qc	19.2 19.3 19.4 19.5
<i>Troisième lot</i> Endurance	D (5 cycles) C (56 jours)	D (5 cycles) C (56 jours)	D (5 cycles) C (56 jours)	D (5 cycles) C (56 jours)	D (5 cycles) C (56 jours)	D (5 cycles) C (4 jours)	19.6 20
<i>Quatrième lot</i> Surpression (moitié du lot) Essai de tenue à la pression interne (autre moitié du lot)	x x x	x x x	x x x	x x x	x x x	x x x	22 23 13.5
<i>Cinquième lot</i> Stockage (à la température maximale de catégorie) Stockage (à basse température)	x Hb	x Hb	x Hb	x Hb	x Hb	x Hb	21.1 21.2

Dans la série des essais appliqués au premier lot, un intervalle de 3 jours au plus est autorisé entre chacun de ces essais, excepté entre le premier cycle de l'essai accéléré de chaleur humide et l'essai de froid; l'essai de froid doit suivre immédiatement la période de repos spécifiée pour l'essai de chaleur humide.

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

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

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

1) 10 Hz à 500 Hz, 0,75 mm ou 10 g (la plus faible de ces deux exigences), 6 h.

2) 10 Hz à 55 Hz, 0,75 mm ou 10 g (la plus faible de ces deux exigences), 6 h.

3) 10 Hz à 55 Hz, 0,75 mm ou 5 g (la plus faible de ces deux exigences), 90 min.

10. Schedule for type tests

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

Test	Clause
Visual examination	12
Leakage current	13.1
Capacitance	13.2
Tangent of loss angle	13.3

10.2 The capacitors shall then be divided into five 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	40/085/56	25/085/56	25/070/56	10/070/56	10/070/04	
<i>First lot</i> Robustness of terminations Soldering Rapid change of temperature Vibration Bumping Climatic sequence Dry heat Damp heat (accelerated, first cycle) Cold Sealing Damp heat (accelerated, remaining cycles)	U T Na Fe ³ Eb Ba (125 °C) D Aa (-55 °C) Qc D (5 cycles)	U T Na Fe ³ Eb Ba (85 °C) D Aa (-55 °C) Qc D (5 cycles)	U T Na Fe ³ Eb Ba (85 °C) D Aa (-40 °C) Qc D (5 cycles)	U T Fe ³ Eb Ba (85 °C) D Aa (-25 °C) Qc D (5 cycles)	U T Fe ³ Eb Ba (70 °C) D Aa (-25 °C) Qc D (5 cycles)	U T Fe ³ Eb Ba (70 °C) D Aa (-10 °C) Qc D (5 cycles)	U T Fe ³ Eb Ba (70 °C) D Aa (-10 °C) Qc D (5 cycles)	14 15 16 17 18 19.2 19.3 19.4 19.5 19.6
<i>Second lot</i> Damp heat (long term exposure)	C (56 days)	C (56 days)	C (56 days)	C (56 days)	C (56 days)	C (56 days)	C (4 days)	20
<i>Third lot</i> Endurance		x	x	x	x	x	x	22
<i>Fourth lot</i> Surge (half of the lot) Pressure relief test (other half of the lot)	x x	x x x	x x x	x x x	x x x	x x x	x x x	23 13.5
<i>Fifth lot</i> Storage (at upper category temperature) Storage (at low temperature)	x Hb	x Hb Hb	x Hb Hb	x Hb Hb	x Hb Hb	x Hb Hb	x Hb Hb	21.1 21.2

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; the cold test shall follow immediately after the recovery period specified for the damp heat test.

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

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

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

- a) 10 Hz - 500 Hz, 0.75 mm or 10 g (whichever is the less), 6 h.
- 2) 10 Hz - 55 Hz, 0.75 mm or 10 g (whichever is the less), 6 h.
- 3) 10 Hz - 55 Hz, 0.35 mm or 5 g (whichever is the less), 90 min.

11. Conditions normales d'essai

- 11.1 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 d'effectuer 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. La période de reprise requise après chaque épreuve est normalement suffisante pour satisfaire ces conditions.

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

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

- 11.2 Avant de commencer le programme d'essai décrit au paragraphe 10.1, tous les condensateurs doivent être préconditionnés par l'application de la tension nominale délivrée par une source de tension continue ayant une résistance interne approximativement égale à 1 500 Ω pour les condensateurs de tension nominale supérieure à 100 V, ou à 150 Ω pour les condensateurs ayant une tension nominale inférieure ou égale à 100 V. La tension doit être appliquée pendant une heure après que sa valeur ait atteint la tension nominale avec une tolérance de $\pm 3\%$. Après ce préconditionnement, les condensateurs sont déchargés à travers une résistance approximativement égale à 1 Ω par volt appliqué. Les essais spécifiés au paragraphe 10.1 doivent être effectués après stockage des condensateurs pendant une période de 12 h à 48 h au cours de laquelle aucune tension ne doit leur être appliquée. Aucun autre préconditionnement que celui décrit ci-dessus ne doit être appliqué durant le programme d'essai.

12. Examen visuel et vérification dimensionnelle

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

13. Essais électriques

13.1 Courant de fuite

- 13.1.1 Une source de tension continue de valeur suffisante pour développer la tension nominale du condensateur à ses bornes est appliquée pendant 5 min et immédiatement à la fin de cette période le courant de fuite doit être lu.

11. Standard conditions for testing

- 11.1 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. The recovery period called for after conditioning is normally sufficient for this purpose.

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

Note. — During measurements, the capacitor shall not be exposed to draughts, direct sunrays or other influences likely to cause error.

- 11.2 Before starting the test programme given in Sub-clause 10.1, all capacitors shall be preconditioned by the application of the rated voltage from a d.c. source having an internal resistance of approximately $1\,500\ \Omega$ for capacitors with a rated voltage exceeding 100 V, or $150\ \Omega$ for capacitors with a rated voltage smaller than or equal to 100 V. The voltage shall be applied for one hour after its value has become equal to the rated voltage with a tolerance of $\pm 3\%$. After this preconditioning, the capacitors shall be discharged through a resistor of approximately $1\ \Omega$ per applied volt. The tests as specified in Sub-clause 10.1 shall then be carried out after the capacitors have been stored for a period of 12 h to 48 h during which no voltage shall be applied. No further preconditioning as described above shall be applied during the test programme.

12. Visual examination and check of dimensions

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

13. Electrical tests

13.1 *Leakage current*

- 13.1.1 A direct voltage sufficient to develop the rated voltage of the capacitor across its terminations shall be applied for 5 min and immediately at the end of this period the leakage current shall be read.

13.1.2 Le courant de fuite ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

Produit CU μC	Courant de fuite en μA	
	Type 1	Type 2
$\leq 1\,000$	$0,01\, CU$ ou $1\, \mu A$ (le plus grand des deux)	$0,05\, CU$ ou $5\, \mu A$ (le plus grand des deux)
$> 1\,000$	$0,006\, CU + 4\, \mu A$	$0,03\, CU + 20\, \mu A$

Note. — Dans le tableau ci-dessus, C est la capacité nominale en microfarads et U la tension nominale en volts.

13.2 Capacité

13.2.1 La valeur de la capacité doit correspondre à la capacité nominale, compte tenu de la tolérance.

13.2.2 La mesure de la capacité doit se faire, ou le résultat de la mesure être ramené à une fréquence de 100 Hz à 120 Hz et le procès-verbal d'essais mentionnera la fréquence à laquelle la mesure a été faite.

Les condensateurs doivent être mesurés avec une tension alternative ne dépassant pas 0,5 V efficace et le courant d'ondulation nominal du condensateur ne doit pas être dépassé pendant la mesure.

La méthode de mesure doit être telle que l'erreur ne dépasse pas 2%.

13.3 Tangente de l'angle de pertes

La tangente de l'angle de pertes mesurée dans les conditions fixées par le paragraphe 13.2.2, à une fréquence quelconque entre 100 Hz et 120 Hz au moyen d'un appareil ayant une précision absolue de 0,01, ne doit pas dépasser la valeur indiquée ci-dessous, excepté si une autre valeur est spécifiée dans les feuilles particulières (qui sont à l'étude) se rapportant précisément aux condensateurs en essai.

a) Pour les condensateurs dont le produit CU est inférieur ou égal à $100\,000\, \mu C$.

Tension nominale	Tangente de l'angle de pertes à 100 - 120 Hz type 1 et type 2
$U_R < 4\, V$	Les exigences doivent faire l'objet d'un accord entre fabricant et client
$4\, V \leq U_R \leq 10\, V$	0,50
$10\, V < U_R \leq 25\, V$	0,35
$25\, V < U_R \leq 63\, V$	0,25
$U_R > 63\, V$	0,20

b) Pour les condensateurs dont le produit CU est supérieur à $100\,000\, \mu C$, la valeur maximale de la tangente de l'angle de pertes fera l'objet d'un accord entre fabricant et client.

13.1.2 The leakage current shall not exceed the following values:

CU product μC	Leakage current in μA	
	Type 1	Type 2
$\leq 1\,000$	$0.01\,CU$ or $1\,\mu\text{A}$ whichever is the greater	$0.05\,CU$ or $5\,\mu\text{A}$ whichever is the greater
$> 1\,000$	$0.006\,CU + 4\,\mu\text{A}$	$0.03\,CU + 20\,\mu\text{A}$

Note. — In the above table, C is the rated capacitance in microfarads and U the rated voltage in volts.

13.2 Capacitance

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

13.2.2 The capacitance shall be measured at, or corrected to measurements made at, a frequency of 100 Hz to 120 Hz and the test report shall state the frequency at which the measurement was made.

The capacitors shall be measured with an a.c. voltage not exceeding 0.5 V r.m.s., and the rated ripple current of the capacitor shall not be exceeded during the measurement.

The measuring method shall be such that the error does not exceed 2%.

13.3 Tangent of the loss angle

When measured under the conditions of Sub-clause 13.2.2, with an instrument accurate to 0.01, the tangent of the loss angle at any frequency between 100 Hz and 120 Hz shall not exceed the value shown below, except when otherwise specified by the individual data sheets (which are under consideration) dealing with specific capacitors.

a) For capacitors with a CU product up to and including 100 000 μC .

Rated voltage	Tangent of the loss angle at 100 - 120 Hz Type 1 and Type 2
$U_R < 4\,\text{V}$	Requirements shall be agreed upon between manufacturer and customer
$4\,\text{V} \leq U_R \leq 10\,\text{V}$	0.50
$10\,\text{V} < U_R \leq 25\,\text{V}$	0.35
$25\,\text{V} < U_R \leq 63\,\text{V}$	0.25
$U_R > 63\,\text{V}$	0.20

b) For capacitors with a CU product exceeding 100 000 μC to be agreed upon between manufacturer and customer.

13.4 Impédance

13.4.1 Sauf spécification contraire, l'impédance doit être mesurée à 20 °C et à 100 Hz. L'impédance avant et après l'essai d'endurance doit être mesurée à 20 kHz.

13.4.2 L'impédance doit être déterminée par l'utilisation d'une méthode convenable conduisant à une imprécision de mesure de moins de 5%.

La tension de mesure utilisée pour la détermination de l'impédance doit être aussi faible que possible et doit être appliquée pendant un temps aussi court que possible, afin de ne pas provoquer un échauffement exagéré du condensateur. Pour prouver que la tension utilisée est suffisamment petite, elle doit être appliquée à l'un des condensateurs de chaque échantillon pendant 1 min, temps pendant lequel il ne doit y avoir aucune variation lisible de l'impédance du condensateur.

13.5 Essai de tenue à la pression interne (si applicable)

13.5.1 Le condensateur doit supporter l'essai suivant sans prendre feu, sans explosion du boîtier ni séparation du couvercle du boîtier du condensateur.

13.5.2 Le condensateur doit être soumis à une tension alternative de 50 Hz à 60 Hz et la tension ajustée pour donner un courant dont la valeur approximative est inscrite dans le tableau ci-dessous.

Capacité nominale (C) µF	Courant A
$C \leq 1\,000$	50
$1\,000 < C \leq 3\,000$	80 à 100
$3\,000 < C \leq 20\,000$	85 à 150
$C > 20\,000$	100 à 175

Pour chaque type de condensateur, la valeur exacte du courant et la durée d'essai pour l'essai de tenue à la pression interne doivent faire l'objet, dans le cadre des conditions d'essai permises ci-dessus, d'un accord entre fabricant et client.

13.6 Résistance d'isolement de la gaine isolante (si applicable)

13.6.1 La résistance d'isolement de la gaine isolante doit être mesurée et doit satisfaire aux exigences données dans la feuille particulière.

13.6.2 Une feuille de métal doit être enroulée étroitement sur toute la longueur du corps du condensateur de façon à dépasser d'au moins 5 mm à chaque extrémité, pourvu qu'un espace minimal de 1 mm puisse être maintenu entre la feuille de métal et les sorties. Les extrémités de la feuille ne doivent pas être pliées sur les extrémités du condensateur. Si l'espace de 1 mm entre la feuille et la sortie reliée au corps du condensateur ne peut être maintenu, le débordement de la feuille doit être réduit autant qu'il est nécessaire pour établir l'espace de 1 mm.

13.6.3 La résistance d'isolement de la gaine isolante doit être mesurée avec une tension continue de 100 ± 15 V, appliquée entre la feuille métallique et le conducteur relié au corps du condensateur. La tension doit être appliquée pendant 1 min ou pendant le temps nécessaire pour obtenir une lecture stable, la résistance d'isolement étant lue à la fin de cette période.

13.4 Impedance

13.4.1 Unless otherwise specified, the impedance shall be measured at 20 °C and at 100 Hz. The impedance before and after endurance shall be measured at 20 kHz.

13.4.2 The impedance shall be determined by using any suitable method providing an inaccuracy of measurement of less than 5%.

The measuring voltage for the determination of the impedance shall be as small as practicable and shall be applied for as short a time as practicable, in order that it will not cause undue heating of the capacitor. To demonstrate that the voltage is sufficiently small, it shall be applied to one of the capacitors in each sample for 1 min during which time there shall be no readable change in the impedance of the capacitor.

13.5 Pressure relief test (when applicable)

13.5.1 The capacitor shall withstand the following test without sign of fire, case explosion or separation of the cover from the case of the capacitor.

13.5.2 The capacitor shall be subjected to an alternating voltage of 50 Hz - 60 Hz, and the voltage adjusted to give a current of approximately the value listed in the following table.

Rated capacitance (C) μF	Current A
$C \leq 1\,000$	50
$1\,000 < C \leq 3\,000$	80 to 100
$3\,000 < C \leq 20\,000$	85 to 150
$C > 20\,000$	100 to 175

The exact current and duration of test for the pressure relief test within the above permitted test conditions shall be agreed for each type of capacitor between manufacturer and customer.

13.6 Insulation resistance of the insulating sleeve (when applicable)

13.6.1 The insulation resistance of the insulating sleeve shall be measured and shall meet the requirements as given in the relevant detail specification.

13.6.2 A metal foil shall be wrapped closely around the full length of the body of the capacitor, protruding by at least 5 mm from each end, provided a minimum space of 1 mm can be maintained, between the metal foil and the terminations. The ends of the foil shall not be folded over the ends of the capacitor. If the 1 mm space between the foil and the termination connected to the capacitor body cannot be maintained, the protrusion of the foil shall be reduced as may be necessary to establish the 1 mm space.

13.6.3 The insulation resistance of the insulating sleeve shall be measured with a direct voltage of 100 ± 15 V, to be applied between the metal foil and the lead connected to the capacitor body. The voltage shall be applied for 1 min or for such a time as is necessary to obtain a stable reading, the insulation resistance being read at the end of that period.

13.7 Rigidité diélectrique de la gaine isolante (si applicable)

13.7.1 La gaine isolante doit supporter, sans claquage ni contournement, l'essai suivant.

13.7.2 Une feuille métallique doit être enroulée étroitement autour de toute la longueur du corps du condensateur de façon à dépasser d'au moins 5 mm à chaque extrémité, pourvu qu'un espace minimal de 1 mm soit maintenu entre la feuille métallique et les sorties. Les extrémités de la feuille ne doivent pas être pliées sur les extrémités du condensateur. Si l'espace de 1 mm entre la feuille et la sortie reliée au corps du condensateur ne peut être maintenu, le débordement de la feuille doit être réduit autant qu'il est nécessaire pour établir l'espace de 1 mm.

13.7.3 L'épreuve de rigidité diélectrique doit être effectuée avec une tension d'essai de 1 000 V courant continu appliquée pendant $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$ entre la feuille de métal et la sortie reliée au corps du condensateur.

La tension doit être augmentée graduellement à la vitesse approximative de 100 V par seconde.

14. Robustesse des sorties

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

14.1 Essai U_a — Traction

La charge à appliquer est:

- Condensateurs à sorties autres que par fils: 20 N (4,4 lb).
- Condensateurs à sorties par fils: voir tableau suivant:

Surface de la section du fil A (mm ²)	Diamètre nominal correspondant du fil rond d (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

14.2 Essais U_b — Pliage

14.2.1 Pour les sorties par fils (la moitié des sorties), on effectue deux pliages consécutifs.

14.2.2 Pour les sorties par cosses, on effectue deux pliages consécutifs.

14.3 Essai U_c — Torsion (l'autre moitié des sorties par fils)

On effectue deux rotations successives de 180°.

14.4 Essai U_d — Couple (pour sorties à bornes filettées)

13.7 Dielectric strength of the insulating sleeve (when applicable)

13.7.1 The insulating sleeve shall withstand, without breakdown or flashover, the following test.

13.7.2 A metal foil shall be wrapped closely around the full length of the body of the capacitor, protruding by at least 5 mm from each end, providing a minimum space of 1 mm can be maintained between the metal foil and the terminations. The ends of the foil shall not be folded over the ends of the capacitor. If the 1 mm space between the foil and the lead connected to the capacitor body cannot be maintained, the protrusion of the foil shall be reduced as may be necessary to establish the 1 mm space.

13.7.3 The dielectric strength shall be tested with a test voltage of 1 000 V d.c. to be applied for a period of 1 min $\pm$ 5 s between the metal foil and the termination connected to the capacitor body.

The voltage shall be increased gradually at a rate of approximately 100 V per second.

14. Robustness of terminations

The capacitors shall be subjected to the procedure of Tests Ua, Ub, Uc and Ud of IEC Publication 68, as applicable.

14.1 Test Ua — Tensile

The loading weight to be applied shall be:

- For all types of terminations except wire terminations: 20 N (4.4 lb).
- For wire terminations: see the following table:

Cross-sectional area of the wire A (mm ²)	Corresponding diameter of round wire d (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

14.2 Test Ub — Bending

14.2.1 For wire terminations (half of the terminations) two consecutive bends shall be applied.

14.2.2 For tag terminations two consecutive bends shall be applied.

14.3 Test Uc — Torsion (other half of the wire terminations)

Two successive rotations of 180° shall be applied.

14.4 Test Ud — Torque (for nuts and threaded terminations)

14.5 *Examen visuel*

Après chacun des essais, les condensateurs sont examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de suintement du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte ni d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.

15. **Soudure**

15.1 Les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai T de la Publication 68 de la CEI avec les dérogations suivantes.

15.1.1 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.

15.1.2 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.

15.2 Après l'épreuve, les condensateurs sont examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de suintement du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte ni d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.

16. **Variations rapides de température**

16.1 Les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai Na de la Publication 68 de la CEI pendant un cycle.

16.2 Après l'essai, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

17. **Vibrations**

17.1 Les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai Fc de la Publication 68 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable. (Voir tableau, paragraphe 10.2.)

17.2 Après l'essai, les condensateurs sont examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de suintement du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte ni d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.

17.3 La capacité doit alors être mesurée. La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 13.2.2 ne doit pas être supérieure à 5%.

18. **Secousses**

A l'étude.

19. **Séquence climatique** (Publication 68-1 de la CEI, article 7)

19.1 *Mesures initiales*

La capacité doit être mesurée.

14.5 *Visual examination*

After each of these tests, the capacitors shall be visually examined. There shall be no seepage of sealing material or electrolyte, or other visible damage, and the marking shall be legible.

15. **Soldering**

15.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test T of IEC Publication 68 with the following deviations.

15.1.1 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.

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

15.2 After soldering, the capacitors shall be visually examined. There shall be no seepage of sealing material or electrolyte, or other visible damage, and the marking shall be legible.

16. **Rapid change of temperature**

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

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

17. **Vibration**

17.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Fc of Publication 68, using the appropriate degree of severity. (See Table in Sub-clause 10.2.)

17.2 After the test, the capacitors shall be visually examined. There shall be no seepage of sealing material or electrolyte, or other visible damage, and the marking shall be legible.

17.3 The capacitance shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 13.2.2 shall not exceed 5%.

18. **Bumping**

Under consideration.

19. **Climatic sequence** (IEC Publication 68-1, Clause 7)

19.1 *Initial measurements*

The capacitance shall be measured.

19.2 Chaleur sèche

19.2.1 Les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai Ba de la Publication 68 de la CEI compte tenu du degré de sévérité applicable.

La tension nominale doit être appliquée aux condensateurs pendant toute la durée de l'épreuve.

19.2.2 Les condensateurs étant encore à haute température, à la fin du séjour à haute température et de la période d'application de la tension, le courant de fuite doit être mesuré de la manière spécifiée au paragraphe 13.1.

Sauf spécification contraire dans la feuille particulière, le courant de fuite ne doit pas dépasser:

— à 125 °C: 10 fois	} la limite spécifiée au paragraphe 13.1.2.
— à 85 °C: 5 fois	
— à 70 °C: 3 fois	

19.2.3 Après reprise, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de suintement du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte ni d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.

19.3 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle

19.3.1 Les condensateurs (autres que ceux de catégorie -/-04) doivent être soumis aux conditions de l'essai D de la Publication 68 de la CEI pendant un cycle de 24 h.

19.3.2 Après reprise, les condensateurs doivent être soumis immédiatement à l'essai de froid.

19.4 Froid

19.4.1 La capacité et l'impédance des condensateurs à 20 °C et à 100 Hz doivent être déterminées en conformité avec les paragraphes 13.2 et 13.4.

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

19.4.3 A la fin du séjour à basse température et les condensateurs étant encore à cette température, l'impédance est mesurée à 100 Hz selon les modalités du paragraphe 13.4.

Le rapport des impédances mesurées à la température minimale de la catégorie et à 20 °C ne doit pas être supérieur aux valeurs du tableau suivant:

Tension nominale U_R V	Impédance à la température minimale de catégorie	
	Impédance à 20 °C	
	Catégories: 55/-/ et 40/-/	Catégories: 25/-/ et 10/-/
$U_R \leq 6,3$	5	2
$6,3 < U_R \leq 16$	4	2
$16 < U_R \leq 160$	3	2
$U_R > 160$	6	2

Note. — Lorsque le rapport de l'impédance à la température minimale de catégorie et à 20 °C est mesurée à toute autre fréquence, les exigences convenables doivent faire l'objet d'un accord entre client et fabricant.

19.2 Dry heat

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

Throughout the period of high temperature the rated voltage shall be applied to the capacitors.

19.2.2 While still at the specified high temperature and at the end of the period of high temperature, and of application of rated voltage, the leakage current shall be measured as specified in Sub-clause 13.1.

Unless otherwise specified in the relevant article sheet, the leakage current shall not exceed:

— at 125 °C: 10 times	} the limit specified in Sub-clause 13.1.2.
— at 85 °C: 5 times	
— at 70 °C: 3 times	

19.2.3 After recovery, the capacitors shall be visually examined. There shall be no seepage of sealing material or electrolyte, or other visible damage, and the marking shall be legible.

19.3 Damp heat (accelerated) first cycle

19.3.1 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.

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

19.4 Cold

19.4.1 The capacitance and the impedance of the capacitors at 20 °C and at 100 Hz shall be determined in accordance with Sub-clauses 13.2 and 13.4.

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

19.4.3 At the end of the period of low temperature and while still at this lower category temperature, the impedance shall be measured at 100 Hz in accordance with Sub-clause 13.4.

The ratio of the impedances measured at lower category temperature and at 20 °C shall not exceed the values of the following table:

Rated voltage U_R V	Impedance at lower category temperature	
	Impedance at 20 °C	
	Categories 55/-/- and 40/-/-	Categories 25/-/- and 10/-/-
$U_R \leq 6.3$	5	2
$6.3 < U_R \leq 16$	4	2
$16 < U_R \leq 160$	3	2
$U_R > 160$	6	2

Note. — For the ratio of the impedance at lower category temperature and at 20 °C, measured at any other frequency, suitable requirements shall be agreed upon between customer and manufacturer.

19.4.4 Après un temps de reprise de 16 h au moins, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de suintement du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte ni d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.

19.4.5 La capacité doit être mesurée en conformité avec le paragraphe 13.2.

La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 19.4.1 ne doit pas être supérieure à 5 %.

19.5 Etanchéité

19.5.1 Les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai Qc de la Publication 68 de la CEI, en utilisant l'une ou l'autre des méthodes 1 ou 2.

19.5.2 La pression doit être ramenée à la valeur normale, les condensateurs doivent être retirés du liquide, secoués pour retirer le liquide excédent et rester dans les conditions atmosphériques normales pendant un temps de reprise de 1 h au moins et de 2 h au plus.

19.6 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants

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

Catégories	Nombre de cycles
-/-/56 -/-/04	5 Aucun

19.7 Mesures finales

19.7.1 Après reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de suintement du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte ni d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.

19.7.2 Le courant de fuite, la capacité et la tangente de l'angle de pertes sont alors mesurés dans cet ordre.

Le courant de fuite, mesuré en conformité avec le paragraphe 13.1, doit rester dans les limites qui y sont indiquées.

La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 19.1 ne doit pas être supérieure à 10 %.

La tangente de l'angle de pertes ne doit pas être supérieure à la valeur spécifiée au paragraphe 13.3.

20. Chaleur humide (essai de longue durée)

20.1 Les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai C de la Publication 68 de la CEI compte tenu du degré de sévérité applicable.

20.2 Après reprise, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de suintement du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte ni d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.

20.3 La capacité et le courant de fuite sont alors mesurés.

19.4.4 After a period of recovery of at least 16 h, the capacitors shall be visually examined. There shall be no seepage of sealing material or electrolyte, or other visible damage, and the marking shall be legible.

19.4.5 The capacitance shall then be measured in accordance with Sub-clause 13.2.

The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 19.4.1 shall not exceed 5%.

19.5 Sealing

19.5.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Qc of IEC Publication 68, using either Method 1 or 2.

19.5.2 The pressure shall be restored to normal, the capacitors shall be removed from the liquid, shaken to remove excess liquid, and then remain under standard atmospheric conditions for recovery for not less than 1 h nor more than 2 h.

19.6 Damp heat (accelerated) remaining cycles

19.6.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68 for the following number of cycles of 24 h as indicated in the following table:

Categories	Number of cycles
-/-/56 -/-/04	5 None

19.7 Final measurements

19.7.1 After recovery, the capacitors shall be visually examined. There shall be no seepage of sealing material or electrolyte, or other visible damage, and the marking shall be legible.

19.7.2 The leakage current, the capacitance and the tangent of the loss angle shall then be measured in that order.

The leakage current measured in accordance with Sub-clause 13.1 shall conform to the requirement therein.

The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 19.1 shall not exceed 10%.

The tangent of the loss angle shall not exceed the value specified in Sub-clause 13.3.

20. Damp heat (long term exposure)

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

20.2 After recovery, the capacitors shall be visually examined. There shall be no seepage of sealing material or electrolyte, or other visible damage, and the marking shall be legible.

20.3 The capacitance and leakage current shall then be measured.

20.4 La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 10.1 ne doit pas être supérieure à :

- 20 % pour les condensateurs de tension nominale inférieure ou égale à 160 V;
- 10 % pour les condensateurs de tension nominale supérieure à 160 V.

Le courant de fuite, mesuré en conformité avec le paragraphe 13.1, doit rester dans les limites qui y sont indiquées.

20.5 S'il y a lieu, l'isolement du boîtier doit être vérifié selon les modalités des paragraphes 13.6 et 13.7 et doit satisfaire aux exigences spécifiées dans ces paragraphes.

21. Stockage

21.1 *Stockage à la température maximale de catégorie (moitié du lot)*

21.1.1 Les condensateurs doivent être maintenus pendant 96 ± 4 h à la température maximale de catégorie.

21.1.2 On doit alors laisser les condensateurs se refroidir à la température ambiante normale pendant au moins 16 h.

21.1.3 Le courant de fuite, la capacité et la tangente de l'angle de pertes doivent alors être mesurés dans cet ordre.

21.1.4 Le courant de fuite ne doit pas dépasser deux fois la valeur spécifiée au paragraphe 13.1.

La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 10.1 ne doit pas être supérieure à 10 %.

La tangente de l'angle de pertes ne doit pas être supérieure à 1,2 fois la valeur spécifiée au paragraphe 13.3.

21.2 *Stockage à basse température (autre moitié du lot)*

21.2.1 Les condensateurs doivent être soumis aux conditions de l'essai Hb de la Publication 68 de la CEEI sauf que les condensateurs doivent être exposés à la température de :

- 25 °C pour les condensateurs de catégorie 10/-/-
- 40 °C pour les condensateurs de catégorie 25/-/-
- 55 °C pour les condensateurs de catégorie 40/-/-
- 65 °C pour les condensateurs de catégorie 55/-/-

21.2.2 Après un temps de reprise de 16 h au moins, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de suintement du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte ni d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.

21.2.3 Le courant de fuite, la capacité et la tangente de l'angle de pertes doivent alors être mesurés.

21.2.4 Le courant de fuite ne doit pas être supérieur aux valeurs spécifiées au paragraphe 13.1.

La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 10.1 ne doit pas être supérieure à 10 %.

La tangente de l'angle de pertes ne doit pas être supérieure à la valeur spécifiée au paragraphe 13.3.

20.4 The change of capacitance compared with the value measured in Clause 10.1 shall not exceed:

- 20 % for capacitors with a rated voltage up to and including 160 V;
- 10 % for capacitors with a rated voltage higher than 160 V.

The leakage current measured in accordance with Sub-clause 13.1 shall conform to the requirements therein.

20.5 Where applicable, the insulation resistance and the dielectric strength of the insulating sleeve shall then be measured in accordance with Sub-clauses 13.6 and 13.7 and shall fulfil the requirements specified in these Sub-clauses.

21. Storage

21.1 *Storage at upper category temperature (half of the lot)*

21.1.1 The capacitors shall be stored for a period of 96 ± 4 h at upper category temperature.

21.1.2 The capacitors shall then be allowed to cool at standard ambient temperature for at least 16 h.

21.1.3 The leakage current, the capacitance and the tangent of the loss angle shall then be measured in that order.

21.1.4 The leakage current shall not exceed twice the values specified in Sub-clause 13.1.

The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 10.1 shall not exceed 10 %.

The tangent of the loss angle shall not exceed 1.2 times the values specified in Sub-clause 13.3.

21.2 *Storage at low temperature (other half of the lot)*

21.2.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Hb of IEC Publication 68, except that the capacitors shall be exposed to a temperature of:

- 25 °C for categories 10/-/-
- 40 °C for categories 25/-/-
- 55 °C for categories 40/-/-
- 65 °C for categories 55/-/-

21.2.2 After a period of recovery of at least 16 h, the capacitors shall be visually examined. There shall be no seepage of sealing material or electrolyte, or other visible damage, and the marking shall be legible.

21.2.3 The leakage current, capacitance and tangent of the loss angle shall be measured.

21.2.4 The leakage current shall not exceed the values specified in Sub-clause 13.1.

The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 10.1 shall not exceed 10 %.

The tangent of the loss angle shall not exceed the value specified in Sub-clause 13.3.