

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60166**

Première édition
First edition
1965-01

**Condensateurs fixes au papier métallisé
pour courant continu**

**Fixed metallized paper dielectric capacitors
for direct current**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60166:1965
With NORME



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60166: 1965

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
60166

Première édition
First edition
1965-01

Condensateurs fixes au papier métallisé
pour courant continu

Fixed metallized paper dielectric capacitors
for direct current

© IEC 1965 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Terminologie	8
4. Classification en catégories	12
5. Valeurs normales de la capacité nominale	14
6. Tolérances sur la capacité nominale	14
7. Valeurs normales de la tension nominale	14
8. Marquage	14
SECTION DEUX — RÈGLES GÉNÉRALES POUR LES MÉTHODES D'ESSAIS ET DE MESURES	
9. Essais de type	16
10. Programme des essais de type	16
11. Conditions normales d'essai	18
12. Examen visuel et vérification dimensionnelle	18
13. Essais électriques	20
13.1 Capacité	20
13.2 Tangente de l'angle de pertes	20
13.3 Rigidité diélectrique	20
13.4 Résistance d'isolement	22
13.5 Inductance	26
13.6 Sortie de l'armature externe	26
13.7 Propriétés autocicatrisantes	26
14. Robustesse des sorties	26
15. Soudure	28
16. Variations rapides de température	28
17. Vibrations	28
18. Secousses	28
19. Etanchéité des boîtiers	28
20. Séquence climatique	30
20.1 Mesures initiales	30
20.2 Chaleur sèche	30
20.3 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle	30
20.4 Froid	32
20.5 Basse pression atmosphérique	32
20.6 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	32
20.7 Mesures finales	32
21. Chaleur humide (essai de longue durée)	34
22. Endurance	36
SECTION TROIS — DIMENSIONS	
<i>A l'étude</i>	
ANNEXE A — Exemple de circuit pour l'essai de rigidité diélectrique	40
ANNEXE B — Mesure de l'inductance des condensateurs dans la gamme 6–18 MHz	42
ANNEXE C — Méthode de vérification de la sortie reliée à l'armature extérieure	44
ANNEXE D — Méthode convenant à la vérification des propriétés autocicatrisantes	46
ANNEXE E — Méthode de détection des décharges autocicatrisantes	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Terminology	9
4. Classification into categories	13
5. Standard values of rated capacitance	15
6. Tolerances on rated capacitance	15
7. Standard values of rated voltage	15
8. Marking	15
SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS FOR TESTS AND MEASURING METHODS	
9. Type tests	17
10. Schedule for type tests	17
11. Standard conditions for testing	19
12. Visual examination and check of dimensions	19
13. Electrical tests	21
13.1 Capacitance	21
13.2 Tangent of the loss angle	21
13.3 Voltage proof	21
13.4 Insulation resistance	23
13.5 Inductance	27
13.6 Outer foil termination	27
13.7 Self-healing	27
14. Robustness of terminations	27
15. Soldering	29
16. Rapid change of temperature	29
17. Vibration	29
18. Bumping	29
19. Container sealing	29
20. Climatic sequence	31
20.1 Initial measurements	31
20.2 Dry heat	31
20.3 Damp heat (accelerated) first cycle	31
20.4 Cold	33
20.5 Low air pressure	33
20.6 Damp heat (accelerated) remaining cycles	33
20.7 Final measurements	33
21. Damp heat (long term exposure)	35
22. Endurance	37
SECTION THREE — DIMENSIONS	
<i>Under consideration</i>	
APPENDIX A — Example of a suitable circuit for the voltage proof test	41
APPENDIX B — Test for capacitor inductance range 6 to 18 MHz (Mc/s)	43
APPENDIX C — A suitable method for checking which termination is connected to the outside metal foil	45
APPENDIX D — Self-healing properties	47
APPENDIX E — Detection of self-healing failures	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS FIXES AU PAPIER MÉTALLISÉ
POUR COURANT CONTINU

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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

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

Au cours de la réunion tenue à Londres en juillet 1955 par le Sous-Comité 40-1: Condensateurs et résistances, il fut décidé d'établir un projet d'annexe à la spécification pour condensateurs pour courant continu qui couvrirait les condensateurs au papier métallisé. Cette annexe fut examinée au cours de la réunion de Munich en juillet 1956 et il fut décidé de charger le Secrétariat d'établir un deuxième projet ainsi qu'un premier projet de spécification pour condensateurs au papier métallisé à grande fiabilité.

Ce deuxième projet fut discuté lors de la réunion de Zurich en octobre 1957. Au cours de la discussion générale, il apparut qu'une distinction devait être faite entre les deux types de condensateurs, à savoir:

- Type 1 – Condensateurs pour lesquels on ne compte pas sur les propriétés autocicatrisantes pour le fonctionnement au-dessous de la tension nominale.
- Type 2 – Condensateurs pour lesquels on compte sur les propriétés autocicatrisantes en service.

Lors de la réunion de Stockholm en juillet 1958, il fut décidé de charger le Secrétariat d'établir deux projets distincts, l'un relatif aux condensateurs du type 1, l'autre aux condensateurs du type 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIXED METALLIZED PAPER DIELECTRIC CAPACITORS
FOR DIRECT CURRENT**

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.
- 5) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

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

During the London meeting in July 1955 of SC 40-1, Capacitors and Resistors, it was decided that an appendix to the specification for d.c. capacitors covering metallized paper capacitors should be drafted. This appendix was discussed during the Munich meeting in July 1956. It was decided then that the Secretariat should prepare a second draft, and also a first draft specification for metallized paper capacitors of high reliability.

The second draft specification was discussed at the Zurich meeting in October 1957. During a general discussion, it was understood that a distinction should be made between two types of capacitors, viz:

Type 1 – Not relying on self-healing properties below rated voltage.

Type 2 - Relying on self-healing properties during use.

At the meeting held in Stockholm in July 1958, it was decided that the Secretariat should prepare two separate drafts, one for Type 1 and one for Type 2 capacitors.

Lors de la réunion d'Ulm en octobre 1959, il fut décidé de faire préparer par le Secrétariat un nouveau projet couvrant les deux types de condensateurs au papier métallisé. Ce nouveau projet fut examiné au cours de la réunion tenue à Interlaken en juin 1961.

A la suite de cette réunion, un projet fut soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en mai 1962.

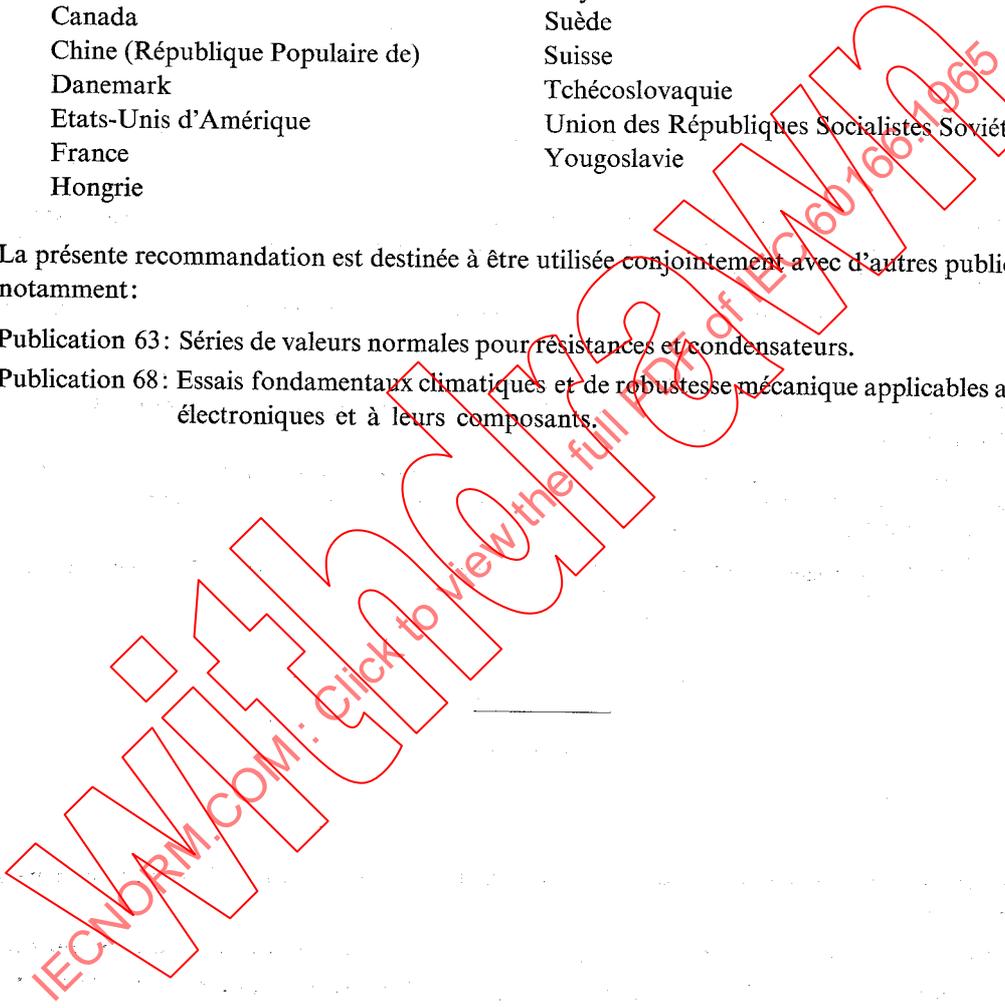
Les pays suivants ont voté explicitement en faveur de la publication :

Afrique du Sud	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Chine (République Populaire de)	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
France	Yougoslavie
Hongrie	

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



It was decided at the meeting held in Ulm in October 1959 that the Secretariat should prepare a new draft covering both metallized paper dielectric capacitors Type 1 and Type 2. The new draft was discussed during the meeting held in Interlaken in June 1961.

As a result of this meeting a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1962.

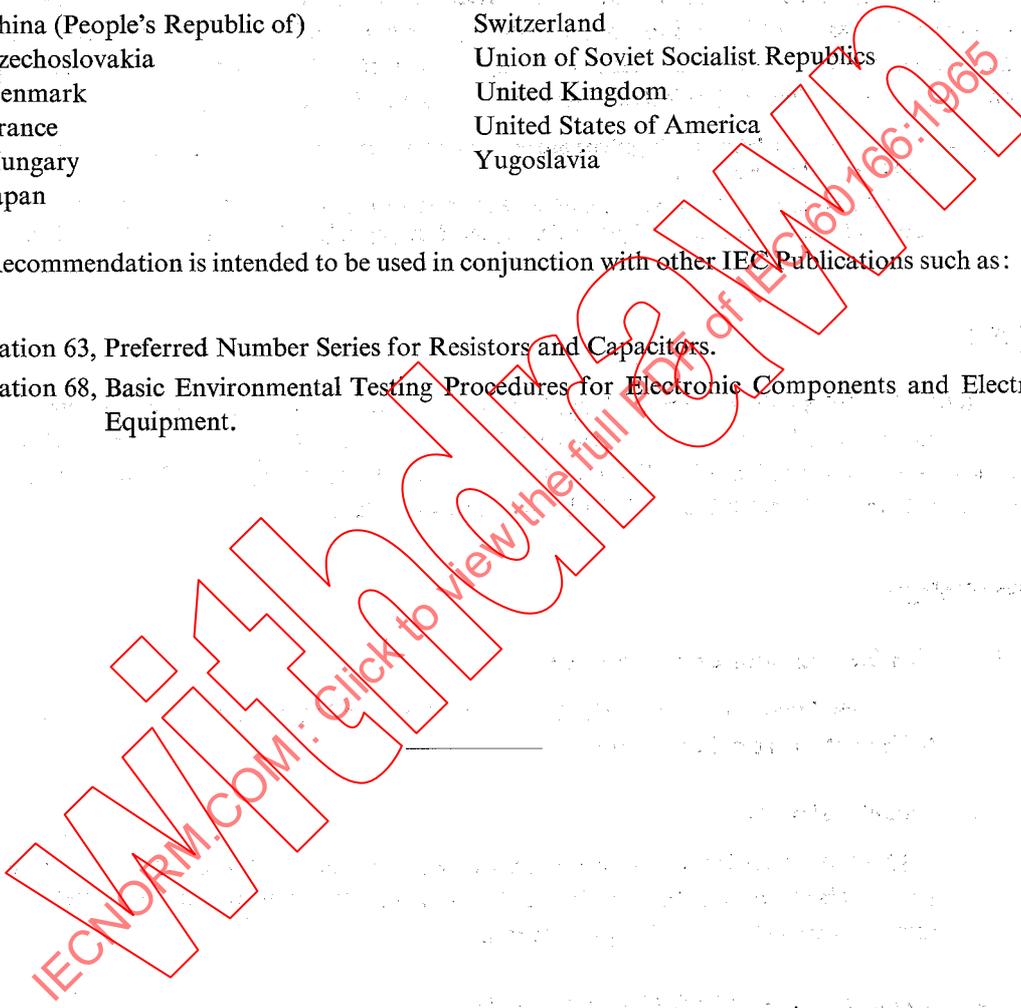
The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Romania
Belgium	South Africa
Canada	Sweden
China (People's Republic of)	Switzerland
Czechoslovakia	Union of Soviet Socialist Republics
Denmark	United Kingdom
France	United States of America
Hungary	Yugoslavia
Japan	

This Recommendation is intended to be used in conjunction with other IEC 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 FIXES AU PAPIER MÉTALLISÉ POUR COURANT CONTINU

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Cette recommandation est relative aux condensateurs fixes pour courant continu, ayant des propriétés autocicatrisantes, dont la tension nominale ne dépasse pas 6 300 V, dont le diélectrique est du papier, dont les électrodes sont des couches métalliques minces déposées, et destinés au matériel de télécommunication et aux dispositifs électroniques basés sur des techniques analogues.

Note. — Cette recommandation ne s'applique pas aux condensateurs d'antiparasitage. Ces derniers sont couverts par la Publication 161 de la CEI.

Certains types de condensateurs au papier métallisé répondent aux conditions de la Publication 80 de la CEI: Condensateurs fixes à diélectrique papier imprégné ou papier/plastique pour courant continu.

2. Objet

Etablir des règles uniformes pour l'appréciation des propriétés électriques, mécaniques et climatiques des condensateurs, décrire les méthodes d'essai 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 CEI.

3. Terminologie

3.1 *Condensateur pour courant continu*

Un condensateur pour courant continu est un condensateur étudié pour fonctionner essentiellement sous tension continue.

3.2 *Autocicatrisation*

L'autocicatrisation est le processus par lequel les propriétés électriques d'un condensateur sont, après une perforation locale de son diélectrique, instantanément et essentiellement rétablies aux valeurs existant avant la perforation.

3.3 *Condensateurs au papier métallisé du type 1*

Les condensateurs au papier métallisé du type 1 sont des condensateurs qui peuvent être protégés par leurs propriétés autocicatrisantes. Le nombre de ces décharges autocicatrisantes doit être négligeable en service.

3.4 *Condensateurs au papier métallisé du type 2*

Les condensateurs au papier métallisé du type 2 sont des condensateurs pour lesquels on compte sur les propriétés autocicatrisantes du diélectrique métallisé, à la fois au-dessous et au-dessus de la tension nominale, pour assurer leur protection en service normal.

Note. — Les critères permettant de classer les condensateurs dans l'un ou l'autre type sont donnés dans les articles 13.4, 20.2, 20.7, 21 et 22.

FIXED METALLIZED PAPER DIELECTRIC CAPACITORS FOR DIRECT CURRENT

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation relates to fixed capacitors with self-healing properties, for direct current, with a rated voltage not exceeding 6 300 V, containing a dielectric of impregnated paper and thin deposited metal electrodes, intended for use in equipment for telecommunication and in electronic devices employing similar techniques.

Note. — Capacitors for radio interference suppression are not included in the present Recommendation, but covered by IEC Publication 161.

Certain types of metallized paper capacitors will fulfil the requirements of IEC Publication 80, Fixed Capacitors for Direct Current Using Impregnated Paper or Paper/Plastic Film Dielectric.

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 *D.C. capacitor*

A d.c. capacitor is a capacitor designed essentially for application with a direct voltage.

3.2 *Self-healing*

Self-healing is a process by which the electrical properties of a capacitor after a local breakdown of its dielectric are instantaneously and essentially restored to their values before the breakdown.

3.3 *Metallized paper dielectric capacitor Type 1*

Metallized paper dielectric capacitors Type 1 are capacitors which may be protected by self-healing properties. The rate of such self-healing operations during service shall be negligible.

3.4 *Metallized paper dielectric capacitor Type 2*

Metallized paper dielectric capacitors Type 2 are capacitors for which the self-healing of the metallized dielectric at voltages both below and above the rated voltage is relied upon to provide protection for a capacitor in normal use.

Note. — The criteria for the classification of both types are given in the Clauses 13.4, 20.2, 20.7, 21 and 22.

3.5 Tension nominale (U_R)

La tension nominale est la tension continue de fonctionnement qui peut être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur, à la température ambiante de 40° C.

Note. — Lorsqu'il existe une tension alternative superposée ou non à la tension continue, la tension de fonctionnement du condensateur doit être prise égale à la somme de la tension continue et de la valeur de crête de la tension alternative. Cette somme ne doit pas excéder la tension nominale et la valeur de crête de la tension alternative ne devrait pas excéder, aux fréquences indiquées, les pourcentages suivants de la tension nominale continue.

50 Hz: 20%	} 10% seulement sont admis si la tension nominale est supérieure à 1 500 V.
100 Hz: 15%	
1 000 Hz: 3%	
10 000 Hz: 1%	

3.6 Tension de catégorie (U_C)

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

Note. — Les informations concernant la tension applicable à une température comprise entre 40° C et la température maximale de la catégorie doivent être données par le fabricant.

3.7 Capacité nominale

La capacité nominale d'un condensateur au papier métallisé est la valeur indiquée sur le condensateur.

3.8 Plage nominale de température

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

3.9 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.

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

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

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

3.11 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.

3.12 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 comprennent une combinaison:

a) des caractéristiques électriques nominales;

b) des dimensions;

c) de la catégorie climatique.

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

3.5 *Rated voltage (U_R)*

The rated voltage is the direct operating voltage which may be applied continuously to the terminations of a capacitor, at an ambient temperature of 40° C.

Note. — Where alternating voltages are present, whether or not in addition to direct voltage, the working voltage of the capacitor shall be taken as the sum of the direct voltage and the peak alternating voltages. This sum shall not exceed the value of the rated voltage, and the value of the peak alternating voltage should not exceed the following percentages of the rated direct voltage at the frequencies stated:

50 Hz (c/s): 20%	} only 10% is allowed where the rated voltage exceeds 1 500 V.
100 Hz (c/s): 15%	
1 000 Hz (c/s): 3%	
10 000 Hz (c/s): 1%	

3.6 *Category voltage (U_C)*

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

Note. — The information for the voltage at temperatures between 40° C and the maximum category temperature must be given by the manufacturer.

3.7 *Rated capacitance*

The rated capacitance of a metallized paper dielectric capacitor is the value which is indicated upon it.

3.8 *Rated temperature range*

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

3.9 *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.

3.10 *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.

3.11 *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.

3.12 *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.

3.13 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.

3.14 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.

3.15 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 CEI seront utilisées pour les essais d'acceptation.

3.16 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 cette recommandation sont classés en catégories conformément aux règles générales données dans la Publication 68 de la CEI.

4.2 Les catégories préférentielles suivantes ont été choisies :

55/125/56
 55/085/56
 40/100/56
 40/100/21
 25/085/21
 10/070/21
 10/070/04

4.3 Les plages de températures et les durées de l'essai de longue durée de chaleur humide sont les suivantes :

Catégorie	Plages 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
40/100/21	— 40° C à + 100° C	21 jours
25/085/21	— 25° 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

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

3.13 *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.

3.14 *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.

3.15 *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. — In cases of divergent test results, the IEC standard test methods shall be used for acceptance tests.

3.16 *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 IEC Publication 68.

4.2 The following preferred categories have been selected:

- 55/125/56
- 55/085/56
- 40/100/56
- 40/100/21
- 25/085/21
- 10/070/21
- 10/070/04

4.3 The temperature ranges and the durations of the long term damp heat test thus 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
40/100/21	— 40° C to + 100° C	21 days
25/085/21	— 25° 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

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

5. Valeurs normales de la capacité nominale

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

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

Ces valeurs sont conformes à la série E 6 de valeurs recommandées dans la Publication 63 de la CEI: Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.

6. Tolérances sur la capacité nominale

Les tolérances normales sur la capacité nominale sont:

$\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$.

7. Valeurs normales de la tension nominale

Les valeurs normales de la tension nominale sont:

63 – 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 400 – 630 – 1 000 – 1 600 – 2 500 – 4 000 – et 6 300 V.

Ces valeurs sont conformes à la série de base des nombres normaux R 5 donnée dans la Recommandation ISO/R 3 de 1953: Nombres normaux, avec l'addition des valeurs 125 V et 200 V qui sont choisies dans la série R 10 de cette même recommandation.

Note. — Si d'autres valeurs sont nécessaires, elle doivent être choisies dans la série R 10.

8. Marquage

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

- a) Capacité nominale, en microfarads ou en picofarads;
- b) Tension nominale;
La tension continue peut être indiquée par le symbole \equiv ;
- c) Tension de catégorie et température maximale de la catégorie;
- d) Indication de la sortie reliée à l'armature externe (si applicable);
Cette indication peut être donnée par une pointe de flèche épaisse se dirigeant vers la sortie reliée à l'armature externe ou par tout autre moyen convenable;
- e) Symbole MP 1 ou MP 2;
- f) Tolérance sur la capacité nominale;
Si l'on ne dispose pas d'un espace suffisant pour marquer des chiffres, on peut indiquer la tolérance au moyen d'une des lettres suivantes:
 $J = \pm 5\%$, $K = \pm 10\%$, $M = \pm 20\%$;
- g) Nom du fabricant ou marque de fabrique;
- h) Catégorie climatique du condensateur;
- i) Désignation de type du fabricant;
- j) Semaine (ou mois) et année de fabrication, éventuellement sous forme codifiée;
- k) Référence à la présente recommandation et/ou à la spécification nationale applicable au condensateur.

8.2 Le condensateur doit porter lisiblement les informations a), b), c) et d) et le plus possible d'autres informations.

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.

These values conform with the E6 series of preferred values given in IEC Publication 63, Preferred Number Series for Resistors and Capacitors.

6. Tolerances on rated capacitance

The standard tolerances on the rated capacitance are:

$\pm 5\%$, $\pm 10\%$ and $\pm 20\%$.

7. Standard values of rated voltage

The standard values of rated voltage are:

63 – 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 400 – 630 – 1 000 – 1 600 – 2 500 – 4 000 and 6 300 V.

These values conform to the basic series of preferred values R5 given in ISO Recommendation R3 of 1953: Preferred Numbers, with the addition of the values 125 and 200 V, chosen from the R10 series of the same Recommendation.

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

8. Marking

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

- a) Rated capacitance in microfarads or picofarads;
- b) Rated voltage;
Direct voltage may be indicated by the symbol \equiv ;
- c) Category voltage and maximum category temperature;
- d) Indication as to which termination is connected to the outside foil (where applicable);
This indication shall be made by a heavy type arrowhead pointing towards the outside foil termination or by any other suitable means;
- e) The symbol MP 1 or MP 2;
- f) Tolerance on rated capacitance;
Tolerances may be indicated by letters if sufficient space is not available for figures and the following letters shall be used:
 $J = \pm 5\%$, $K = \pm 10\%$ and $M = \pm 20\%$;
- g) Manufacturer's name or Trade Mark;
- h) Indication of the appropriate category;
- i) Manufacturer's type designation;
- j) Week (or month) and year of manufacture. This may be in code form;
- 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) and d) above and with as many as possible of the remaining items.

- 8.3 L'emballage du ou des condensateurs 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 Cette 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 fournisseur (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'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.
- 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 qui a subi les essais d'approbation de type ou certains d'entre eux ne doit en aucun cas être utilisé sur un appareil ni reversé aux stocks.

10. Programme des essais de type

- 10.1 Tous les spécimens sont soumis aux essais suivants dans l'ordre indiqué ci-après:

Essai	Article
Examen visuel	12
Capacité	13.1
Tangente de l'angle de pertes	13.2
Rigidité diélectrique	13.3
Résistance d'isolement	13.4
Sortie de l'armature externe * (si applicable)	13.6

* Sur la moitié des spécimens.

- 10.2 Les condensateurs sont alors répartis en quatre lots.

- 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 or any part of them shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

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
Capacitance	13.1
Tangent of the loss angle	13.2
Voltage proof	13.3
Insulation resistance	13.4
Outer foil termination * (where applicable)	13.6

* On half the number of specimens.

10.2 The capacitors shall then be divided into four lots.

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

	Degré de sévérité							Article de la recommandation
	55/125/56	55/085/56	40/100/56	40/100/21	25/085/21	10/070/21	10/070/04	
<i>Premier lot</i>								
Robustesse des sorties	x	x	x	x	x	x	x	14
Soudure	x	x	x	x	x	x	x	15
Variations rapides de température	Na	Na	Na	Na	—	—	—	16
Vibrations	Fb IV	Fb IV	Fb IV	Fb IV	—	—	—	17
Secousses	x	x	x	x	x	x	x	18
Etanchéité des boîtiers	Qd	Qd	Qd	Qd	Qd	Qd	Qd	19
Séquence climatique								20
Chaleur sèche	B III	B V	B IV	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	D V	—	20.3
Froid	A IV	A IV	A V	A V	A VI	A VII	A VII	20.4
Basse pression atmosphérique	M IV	M IV	M V	M V	—	—	—	20.5
Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	D IV	D IV	D IV	D V	D V	D V	—	20.6
<i>Second lot</i>								
Chaleur humide (essai de longue durée)	C IV	C IV	C IV	C V	C V	C V	C VI	21
<i>Troisième lot</i>								
Inductance (si demandé)	x	x	x	x	x	x	x	13.5
Endurance	x	x	x	x	x	x	x	22
<i>Quatrième lot</i>								
Autocicatrisation	x	x	x	x	x	x	x	13.7

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; l'essai de froid suit immédiatement la période de reprise spécifiée pour l'essai de chaleur humide.

Notes. — 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.

11. Conditions normales d'essai

11.1 Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai fixées 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. 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 cette température. La température ambiante à laquelle ont été effectuées les mesures doit être mentionnée sur le procès-verbal d'essai.

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

12. Examen visuel et vérification dimensionnelle

12.1 Les dimensions sont vérifiées et doivent être conformes aux valeurs spécifiées.

12.2 L'examen visuel doit montrer que l'état de la pièce, l'exécution, le marquage et le fini sont satisfaisants.

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

	Degree of severity							Clause of this Recommendation
	55/125/56	55/085/56	40/100/56	40/100/21	25/085/21	10/070/21	10/070/04	
<i>First lot</i>								
Robustness of terminations	x	x	x	x	x	x	x	14
Soldering	x	x	x	x	x	x	x	15
Rapid change of temperature	Na	Na	Na	Na	—	—	—	16
Vibration	Fb IV	Fb IV	Fb IV	Fb IV	—	—	—	17
Bumping	x	x	x	x	x	x	x	18
Container sealing	Qd	Qd	Qd	Qd	Qd	Qd	Qd	19
Climatic sequence								20
Dry heat	B III	B V	B IV	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	D V	—	20.3
Cold	A IV	A IV	A V	A V	A VI	A VII	A VII	20.4
Low air pressure	M IV	M IV	M V	M V	—	—	—	20.5
Damp heat (accelerated) remaining cycles	D IV	D IV	D IV	D V	D V	D V	—	20.6
<i>Second lot</i>								
Damp heat (long term)	C IV	C IV	C IV	C V	C V	C V	C VI	21
<i>Third lot</i>								
Inductance (where required)	x	x	x	x	x	x	x	13.5
Endurance	x	x	x	x	x	x	x	22
<i>Fourth lot</i>								
Self-healing	x	x	x	x	x	x	x	13.7

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.

Notes. — 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.

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 results shall, where necessary, be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report.

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

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. Essais électriques

13.1 Capacité

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

13.1.2 La mesure de la capacité doit se faire, ou le résultat de la mesure être ramené à une fréquence comprise dans les limites fixées ci-après :

- Condensateurs dont la capacité nominale est supérieure à 1 μ F 40 à 60 Hz
- Condensateurs dont la tension nominale est supérieure à 3 000 V 40 à 60 Hz
- Autres condensateurs 800 à 1 200 Hz.

La tension de mesure ne doit pas être supérieure aux limites fixées par la note du paragraphe 3.5 avec un maximum de 100 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 de capacité spécifiée.

13.2 Tangente de l'angle de pertes *

La tangente de l'angle de pertes mesurée dans les conditions fixées par le paragraphe 13.1.2 au moyen d'un appareil ayant une précision absolue de 0,001 ne doit pas dépasser 0,015.

13.3 Rigidité diélectrique

13.3.1 Le condensateur doit supporter sans perforation ni contournement l'essai défini ci-après.

13.3.2 Une tension continue de valeur spécifiée est appliquée pendant une minute entre les points spécifiés.

Le tableau suivant indique pour chaque type de condensateur les points d'application successifs et les valeurs correspondantes de la tension d'essai.

Points d'application	Tension d'essai
<p><i>Condensateurs simples :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a) entre bornes b) entre les bornes reliées entre elles et le boîtier (sauf si le boîtier est l'une des bornes) ou la plaque métallique définie au paragraphe 13.3.3 	<p>1,5 U_R 2 U_R avec un minimum de 200 V</p>
<p><i>Condensateurs multiples dont tous les éléments ont une borne commune :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a) entre la borne commune et chacune des autres bornes b) entre toutes les bornes reliées entre elles et le boîtier (sauf si le boîtier est l'une des bornes) ou la plaque métallique définie au paragraphe 13.3.3 c) entre la borne non commune de chaque élément et toutes les autres bornes reliées entre elles 	<p>1,5 U_R 2 U_R avec un minimum de 200 V 1,5 U_R</p>
<p><i>Condensateurs multiples dont les éléments n'ont pas de borne commune :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a) entre les bornes de chaque élément b) entre les bornes reliées entre elles et le boîtier (sauf si le boîtier est l'une des bornes) ou la plaque métallique spécifiée au paragraphe 13.3.3 c) entre les bornes de chacun des éléments pris deux à deux, les deux bornes de chaque élément étant reliées entre elles 	<p>1,5 U_R 2 U_R avec un minimum de 200 V 2 U_R avec un minimum de 200 V</p>

13.3.3 Si le boîtier n'est pas métallique ou s'il est métallique, mais recouvert d'un manchon isolant, le condensateur est monté de la manière usuelle sur une plaque métallique dépassant d'au moins 12,5 mm ($\frac{1}{2}$ in), dans toutes les directions, la face de montage du condensateur; la tension d'essai est appliquée entre les bornes reliées entre elles et la plaque métallique.

* Chacun des éléments d'un condensateur multiple doit être considéré comme un condensateur simple pour la mesure de la tangente de l'angle de pertes.

13. Electrical tests

13.1 Capacitance

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

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

- for capacitors with a rated capacitance over 1 μF 40 – 60 Hz (c/s)
- for capacitors with a rated voltage over 3 000 V 40 – 60 Hz (c/s)
- for all other capacitors 800 – 1 200 Hz (c/s)

The applied voltage shall not exceed the limits laid down in the Note to Sub-clause 3.5 with a maximum of 100 V.

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

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

13.2 Tangent of the loss angle *

When measured under the conditions of Sub-clause 13.1.2 with an instrument accurate to 0.001, the tangent of the loss angle shall not exceed 0.015.

13.3 Voltage proof

13.3.1 The capacitor shall withstand, without breakdown or flash over, the following test.

13.3.2 A direct voltage of the specified value is applied for a period of one minute between the specified points.

The following table gives for each type of capacitor the successive points of application and the corresponding values of test voltage.

Points of application	Test voltage
<p><i>For single-section capacitors:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a) between terminations b) between terminations connected together and the case (except where the case is one termination) or the metal plate (See Sub-clause 13.3.3.) 	<p>1.5 U_R 2 U_R with a minimum of 200 V</p>
<p><i>For multiple-section capacitors having a common termination for all sections:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a) between each of the terminations and the common termination b) between all terminations connected together and the case (except where the case is one of the terminations) or the metal plate (See Sub-clause 13.3.3) c) between the non-common termination of each section and all the other terminations connected together 	<p>1.5 U_R 2 U_R with a minimum of 200 V 1.5 U_R</p>
<p><i>For multiple-section capacitors having no common termination:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a) between the terminations of each section b) between all terminations connected together and the case (except where the case is one of the terminations) or the metal plate (See Sub-clause 13.3.3) c) between the terminations of separate sections, the two terminations of each section being connected together 	<p>1.5 U_R 2 U_R with a minimum of 200 V 2 U_R with a minimum of 200 V</p>

13.3.3. Where the case of the capacitor is non-metallic or where the capacitor has a metallic case with an insulating sleeve, the capacitor shall be mounted in its normal manner on a metal plate, which extends at least 12.5 mm (1/2 in) beyond the mounting face of the capacitor in all directions; the test voltage shall be applied between the terminations connected together and the metal plate.

* Each section of multiple-section capacitors should be treated as a separate capacitor for the tangent of loss angle measurement.

13.3.4 Le montage pour l'essai doit être tel que la tension soit appliquée immédiatement à travers la résistance interne de l'appareil d'essai. Le produit de cette résistance interne par la capacité nominale du condensateur en essai, augmentée éventuellement de la capacité parallèle de l'appareil d'essai, ne doit pas être supérieur à 1 seconde.

Le courant de charge ne doit pas excéder 1 A.

Un montage d'essai approprié est décrit dans l'annexe A.

13.3.5 Le condensateur doit alors être mis en court-circuit pendant une période minimale de 24 heures.

13.4 *Résistance d'isolement*

13.4.1 La résistance d'isolement est mesurée entre les points spécifiés ci-après et doit satisfaire aux conditions requises:

TABLEAU 1

Points de mesure	Conditions requises (voir Colonne du Tableau 2)
<i>Condensateurs simples:</i>	
a) entre bornes	I
b) entre les bornes reliées entre elles et le boîtier (sauf si le boîtier est l'une des bornes) ou la plaque métallique définie au paragraphe 13.4.2	II
<i>Condensateurs multiples dont tous les éléments ont une borne commune:</i>	
a) entre la borne commune et chacune des autres bornes	I
b) entre toutes les bornes reliées entre elles et le boîtier (sauf si le boîtier est l'une des bornes) ou la plaque métallique définie au paragraphe 13.4.2	Voir note
c) entre la borne non commune de chaque élément et toutes les autres bornes reliées entre elles	I
<i>Condensateurs multiples dont les éléments n'ont pas de borne commune:</i>	
a) entre les bornes de chaque élément	I
b) entre les bornes reliées entre elles et le boîtier (sauf si le boîtier est l'une des bornes) ou la plaque métallique définie au paragraphe 13.4.2	Voir note
c) entre les bornes de chacun des éléments pris deux à deux, les deux bornes de chaque élément étant reliées entre elles	II
<i>Note.</i> — Valeurs de la colonne II divisées par le nombre d'éléments	

TABLEAU 2

Types	Colonne I		Colonne II		
	Entre bornes de chaque élément		Entre bornes et boîtier et entre éléments		
	Capacité nominale inférieure ou égale à 0,33 μ F	Capacité nominale supérieure à 0,33 μ F	Résistance minimale $M\Omega$		
	Résistance minimale $M\Omega$	Produit RC minimal s	Catégorie -/-/56	Catégorie -/-/21	Catégorie -/-/04
Type 1	3 000	$\frac{250}{C} + 250$	12 000	6 000	1 000
Type 2	1 200	$\frac{100}{C} + 100$	12 000	6 000	1 000

Notes 1) — Dans le tableau ci-dessus, C représente la capacité nominale en microfarads et R la valeur mesurée de la résistance d'isolement en mégohms.

2) — Les valeurs de la résistance d'isolement sont valables dans le mois qui suit la livraison des condensateurs.

13.3.4 The circuit for this test shall be so chosen that the voltage is 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 plus any parallel capacitance in the test apparatus shall not exceed 1 second.

The charging current shall not exceed 1 A.

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

13.3.5 The capacitor shall then be short-circuited for at least 24 hours.

13.4 *Insulation resistance*

13.4.1 The insulation resistance shall be measured and meet the requirements as specified hereafter:

TABLE 1

Measuring points	Requirements of Table 2 Column
<i>For single-section capacitors:</i>	
a) between terminations	I
b) between terminations connected together and the case (except where the case is one termination) or the metal plate (See Sub-clause 13.4.2)	II
<i>For multiple-section capacitors having a common termination for all sections:</i>	
a) between each of the terminations and the common termination	I
b) between all terminations connected together and the case (except where the case is one of the terminations) or the metal plate (See Sub-clause 13.4.2)	See Note
c) between the non-common termination of each section and all the other terminations connected together	I
<i>For multiple-section capacitors having no common termination:</i>	
a) between the terminations of each section	I
b) between all terminations connected together and the case (except where the case is one of the terminations) or the metal plate (See Sub-clause 13.4.2)	See Note
c) between the terminations of separate sections, the two terminations of each section being connected together	II
<i>Note.</i> — Values of Column II divided by the number of sections.	

TABLE 2

Types	Column I		Column II		
	Rated capacitance up to and incl. 0.33 μF	Rated capacitance exceeding 0.33 μF	Between terminations and case and between elements		
	Minimum resistance MΩ	Minimum RC products	Group -/-/56	Group -/-/21	Group -/-/04
Type 1	3 000	$\frac{250}{C} + 250$	12 000	6 000	1 000
Type 2	1 200	$\frac{100}{C} + 100$	12 000	6 000	1 000

Notes 1) — In the above Table 2, C is the rated capacitance in microfarads and R the measured insulation resistance in megohms.

2) — These insulation resistance values are for capacitors within one month from delivery.

13.4.2 Si le boîtier n'est pas métallique ou s'il est métallique mais recouvert d'un manchon isolant, le condensateur est monté de la manière usuelle sur une plaque métallique dépassant d'au moins 12,5 mm (1/2 in) dans toutes les directions la face de montage du condensateur.

La tension de mesure est appliquée entre les bornes reliées entre elles et la plaque métallique.

13.4.3 Avant la mesure de la résistance d'isolement le condensateur doit être entièrement déchargé.

La résistance d'isolement est mesurée sous une tension continue dont la valeur est indiquée dans le tableau ci-après:

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

La tension d'essai est appliquée pendant 1 minute \pm 5 secondes; 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 seconde.

13.4.4 Lorsque l'essai n'est pas effectué à la température de 20° C, le résultat de mesure doit, s'il y a lieu, être ramené à 20° C, en multipliant la valeur mesurée par le facteur de correction approprié.

En cas de doute la mesure à 20° C est décisive. Les facteurs de correction suivants peuvent être considérés comme une moyenne, pour les condensateurs à diélectrique papier métallisé.

Température ° C	Facteur de correction
15	0,71
16	0,76
17	0,81
18	0,87
19	0,93
20	1,00
21	1,07
22	1,15
23	1,23
24	1,32
25	1,41
26	1,52
27	1,62
28	1,74
29	1,87
30	2,00
31	2,14
32	2,30
33	2,46
34	2,64
35	2,83

Ce tableau est basé sur la formule:

$$R_{20} = R_t \times 2^{\left(\frac{t-20}{10}\right)}$$

où R_t = résistance d'isolement mesurée à la température t° C

R_{20} = résistance d'isolement à 20° C.

13.4.2 Where the case of the capacitor is non-metallic or where the capacitor has a metallic case with an insulating sleeve, the capacitor shall be mounted in its normal manner on a metal plate, which extends at least 12.5 mm (1/2 in) beyond the mounting face of the capacitor in all directions; the measuring voltage shall be applied between the terminations connected together and the metal plate.

13.4.3 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 of the capacitors 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 minute \pm 5 seconds; the insulation resistance being read at the end of that period.

The voltage shall not be applied gradually but shall be applied immediately through the internal resistance of the test apparatus. The product of this internal resistance and the rated capacitance of the capacitor under test shall not exceed 1 second.

13.4.4 When the test is carried out at a temperature other than 20° C the result shall, where necessary, be corrected to 20° C by multiplying the result of the measurement by the appropriate correction factor.

In cases of doubt measurement at 20° C is decisive. The following correction factors can be considered as an average for metallized paper capacitors.

Temperature ° C	Correction factor
15	0.71
16	0.76
17	0.81
18	0.87
19	0.93
20	1.00
21	1.07
22	1.15
23	1.23
24	1.32
25	1.41
26	1.52
27	1.62
28	1.74
29	1.87
30	2.00
31	2.14
32	2.30
33	2.46
34	2.64
35	2.83

This table is based upon the formula:

$$R_{20} = R_t \times 2^{\left(\frac{t-20}{10}\right)}$$

where: R_t = insulation resistance measured at temperature t° C
 R_{20} = insulation resistance at 20° C.

13.5 *Inductance* (si requis)

L'inductance propre du condensateur ne doit pas être supérieure à celle d'un fil de 0,20 mm de diamètre et de longueur égale à celle du condensateur et de ses connexions.

La longueur des connexions nécessaire pour relier le condensateur à l'appareil de mesure doit être réduite au minimum et la longueur totale des connexions ne doit pas être supérieure à la longueur du corps du condensateur.

La fréquence de mesure doit être telle que la réactance inductive soit au minimum dix fois supérieure à la réactance capacitive.

Une méthode de mesure convenable est donnée dans l'annexe B.

13.6 *Sortie de l'armature externe* (si applicable)

L'indication correcte de la borne reliée à l'armature métallique externe doit être vérifiée par une méthode ne détériorant pas le condensateur.

Une méthode convenable est donnée dans l'annexe C.

13.7 *Propriétés autocatrisantes*

Pour essayer les propriétés autocatrisantes d'un condensateur, on provoque dans le condensateur un certain nombre de décharges nécessitant chacune une quantité d'énergie limitée.

Les propriétés du condensateur sont alors mesurées à nouveau.

L'application de la méthode d'essai et les conditions requises doivent être agréées par le client et le fabricant.

Une méthode d'essai convenant aux condensateurs de grandes dimensions est donnée dans l'annexe D.

14. **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.

14.1 *Essai U_a – Traction*

Le poids à appliquer est:

- Condensateurs à sorties autres que par fils: 20 N (4,4 lb).
- Condensateurs à sortie par fils: voir le tableau ci-après.

Surface de la section du fil (le diamètre du fil rond correspondant est donné entre parenthèses)		Charge	
mm ²	in ²	N	lb
Au-dessus de 0,5 (0,8 mm)	Au-dessus de 0,00078 (0,032 in)	20	4,4
Au-dessus de 0,2 (0,5 mm) et inférieur ou égal à 0,5 (0,8 mm)	Au-dessus de 0,00031 (0,020 in) et inférieur ou égal à 0,00078 (0,032 in)	10	2,2
Inférieur ou égal à 0,2 (0,5 mm)	Inférieur ou égal à 0,00031 (0,020 in)	5	1,1

14.2 *Essai U_b – Pliage* (La moitié des sorties)

On effectue deux pliages consécutifs.

14.3 *Essai U_c – Torsion* (L'autre moitié des sorties)

On effectue deux rotations successives.

13.5 *Inductance* (where required)

The inductance of the capacitor shall not be greater than the inductance of a wire 0.20 mm in diameter and of a length equal to that of the capacitor and its terminations.

The length of lead required to connect the capacitor to the test apparatus shall be minimum, and the total length of the connecting leads shall not exceed the length of the body of the capacitor.

The measuring frequency shall be so chosen that the inductive reactance is at least ten times the capacitive reactance.

A suitable test method is given in Appendix B.

13.6 *Outer foil termination* (where applicable)

The correct indication of the termination which is connected to the outside metal foil shall be checked in such a way that the capacitor is not damaged.

A suitable test method is given in Appendix C.

13.7 *Self-healing*

For testing the self-healing properties of a capacitor, the capacitor shall be broken down a number of times, using a limited amount of energy for the breakdown.

The properties of the capacitor shall then be re-measured.

The application of the test method and the requirements shall be agreed between customer and manufacturer.

A suitable test method for the larger sizes is given in Appendix D.

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 table below.

Cross-sectional area of the wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)		Load	
mm ²	in ²	N	lb
Exceeding 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00078 (0.032 in)	20	4.4
Exceeding 0.2 (0.5 mm) up to and including 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00031 (0.020 in) up to and including 0.00078 (0.032 in)	10	2.2
Up to and including 0.2 (0.5 mm)	Up to and including 0.00031 (0.020 in)	5	1.1

14.2 *Test Ub – Bending* (Half of the terminations)

Two consecutive bends shall be applied.

14.3 *Test Uc – Torsion* (Other half of the terminations)

Two successive rotations shall be applied.

14.4 *Essai Ud – Couple* (Pour sorties à bornes filetés)

14.5 *Examen visuel*

Après chacun de ces essais, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

15. Soudure

15.1 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.

15.2 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.

15.3 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.

15.4 Après l'épreuve les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

16. Variations rapides de température

16.1 La capacité est mesurée.

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

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

16.4 La capacité et la tangente de l'angle de pertes sont alors mesurées. La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 16.1 ne doit pas être supérieure à 5%. La tangente de l'angle de pertes ne doit pas être supérieure à la valeur spécifiée dans le paragraphe 13.2.

17. Vibrations

17.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai Fb 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. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

17.3 La capacité est mesurée. La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 16.4 ne doit pas être supérieure à 5%.

18. Secousses

A l'étude.

19. Etanchéité des boîtiers (si applicable)

Les condensateurs sont essayés conformément aux prescriptions de l'essai Qd de la Publication 68 de la CEI.

14.4 *Test Ud – Torque* (For nuts and threaded terminations)

14.5 *Visual examination*

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

15. Soldering

15.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test T of IEC Publication 68, Solder bath method (if appropriate) with the following deviations.

15.2 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.

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

15.4 After soldering the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

16. Rapid change of temperature

16.1 The capacitance shall be measured.

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

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

16.4 The capacitance and the tangent of loss angle shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 16.1 shall not exceed 5%. The tangent of loss angle shall not exceed the value specified in Sub-clause 13.2.

17. Vibration

17.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Fb of IEC 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 visible damage.

17.3 The capacitance shall then be measured. The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 16.4 shall not exceed 5%.

18. Bumping

Under consideration.

19. Container sealing (where applicable)

The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Qd of IEC Publication 68.

20. **Séquence climatique** (Publication 68-1 de la CEI, paragraphe 5.1)

20.1 *Mesures initiales*

La capacité est mesurée.

20.2 *Chaleur sèche*

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

20.2.2 Les condensateurs étant encore à haute température, on mesure la résistance d'isolement à la fin du séjour à haute température. Cette résistance doit satisfaire aux conditions suivantes :

Catégories	Colonne I		Colonne II		
	Entre bornes de chaque élément		Entre bornes et boîtier et entre éléments		
	Capacité nominale inférieure ou égale à 0,33 µF	Capacité nominale supérieure à 0,33 µF	Résistance minimale MΩ		
	Résistance minimale MΩ	Produit RC minimal s	Catégorie -/46	Catégorie -/-21	Catégorie -/-04
<i>Type 1</i>					
-/125/-	2	$\frac{0,15}{C} + 0,15$	8	4	1
-/100/-	12	$\frac{1}{C} + 1$	47	23	4
-/085/-	33	$\frac{2,5}{C} + 2,5$	130	66	11
-/070/-	93	$\frac{8}{C} + 8$	370	180	31
<i>Type 2</i>					
-/125/-	1	$\frac{0,06}{C} + 0,06$	8	4	1
-/100/-	5	$\frac{0,4}{C} + 0,4$	47	23	4
-/085/-	13	$\frac{1}{C} + 1$	130	66	11
-/070/-	37	$\frac{3,3}{C} + 3,3$	370	180	31

Note. — Dans le tableau ci-dessus, C représente la capacité nominale en microfarads et R la valeur mesurée de la résistance d'isolement en mégohms.

20.2.3 La résistance d'isolement est mesurée sous une tension continue dont la valeur est indiquée dans le tableau ci-après :

Tension de catégorie des condensateurs V	Tension de mesure V
$U_c < 100$	10 ± 1
$100 \leq U_c < 500$	100 ± 15
$U_c \geq 500$	500 ± 50

20.3 *Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle*

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

20. Climatic sequence (IEC Publication 68-1, Sub-clause 5.1)

20.1 Initial measurements

The capacitance shall be measured.

20.2 Dry heat

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

20.2.2 While still at the specified high temperature, and at the end of the period of high temperature, the insulation resistance shall be measured and shall fulfil the following requirements:

Categories	Column I		Column II		
	Between terminations of each section		Between terminations and case and between elements		
	Rated capacitance up to and including 0.33 μ F	Rated capacitance exceeding 0.33 μ F	Minimum resistance M Ω		
	Minimum resistance M Ω	Minimum RC products	Group -/-56	Group -/-21	Group -/-04
<i>Type 1</i>					
-/125/-	2	$\frac{0.15}{C} + 0.15$	8	4	1
-/100/-	12	$\frac{1}{C} + 1$	47	23	4
-/085/-	33	$\frac{2.5}{C} + 2.5$	130	66	11
-/070/-	93	$\frac{8}{C} + 8$	370	180	31
<i>Type 2</i>					
-/125/-	1	$\frac{0.06}{C} + 0.06$	8	4	1
-/100/-	5	$\frac{0.4}{C} + 0.4$	47	23	4
-/085/-	13	$\frac{1}{C} + 1$	130	66	11
-/070/-	37	$\frac{3.3}{C} + 3.3$	370	180	31

Note. — In the above table, C is the rated capacitance in microfarads and R the measured insulation resistance in megohms.

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

Category voltage of the capacitors V	Measuring voltage V
$U_c < 100$	10 ± 1
$100 \leq U_c < 500$	100 ± 15
$U_c \geq 500$	500 ± 50

20.3 Damp heat (accelerated) first cycle

20.3.1 The capacitors (others than those of categories -/-04) shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68 for one cycle of 24 hours.

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

20.4 Froid

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

20.5 Basse pression atmosphérique

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

20.5.2 L'essai est effectué à une température comprise entre 15 et 35° C. La durée de l'essai est de une heure.

20.5.3 Les condensateurs étant encore à la basse pression spécifiée et pendant les 5 dernières minutes de la période de 1 heure, sont soumis à un essai de rigidité diélectrique.

La tension d'essai est appliquée aux bornes, au boîtier, etc. comme spécifié dans le paragraphe 13.3.

Le lot de condensateurs soumis à cet essai sera subdivisé en deux ou trois parties, si nécessaire, et chaque partie soumise à l'un des essais a), b) ou c) spécifiés dans le tableau du paragraphe 13.3.

La valeur de tension d'essai dépend de la construction du condensateur et 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, ni écoulement de l'imprégnant.

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 les cycles de 24 heures suivants:

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, la tangente de l'angle de pertes et la résistance d'isolement sont alors mesurées.

20.7.3 La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 20.1 ne doit pas être supérieure à 5%.

La tangente de l'angle de pertes ne doit pas être supérieure à la plus grande des valeurs suivantes: la valeur spécifiée au paragraphe 13.2 ou 1,2 fois la valeur mesurée au paragraphe 13.2.

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

20.4 *Cold*

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

20.5 *Low air pressure*

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

20.5.2 The test shall be carried out at 15 to 35° C. The duration of the test shall be 1 hour.

20.5.3 While still at the specified low pressure and during the last 5 minutes of the 1 hour period, a voltage proof test shall be applied.

The test voltage shall be applied to terminations, case, etc., as given in Sub-clause 13.3.

The lot of capacitors submitted to this test shall be subdivided into two or three parts as necessary and each part submitted to one of the tests *a)*, *b)*, and *c)* laid down in the Table of Sub-clause 13.3.

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

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

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 of 24 hours:

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.

20.7.2 The capacitance, the tangent of the loss angle and the insulation resistance shall then be measured.

20.7.3 The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 20.1 shall not exceed 5%.

The tangent of the loss angle shall not exceed the value specified in Sub-clause 13.2 or 1.2 times the value measured in Sub-clause 13.2, whichever be the greater.

La résistance d'isolement doit satisfaire aux conditions suivantes :

Catégories	Colonne I		Colonne II
	Entre bornes de chaque élément		Entre bornes et boîtier et entre éléments
	Capacité nominale inférieure ou égale à 0,33 μ F	Capacité nominale supérieure à 0,33 μ F	
	Résistance minimale $M\Omega$	Produit RC minimal s	Résistance minimale $M\Omega$
<i>Type 1</i>			
-/-/56	3 000	$\frac{250}{C} + 250$	12 000
-/-/21	1 500	$\frac{125}{C} + 125$	3 000
-/-/04	3 000	$\frac{250}{C} + 250$	1 000
<i>Type 2</i>			
-/-/56	1 200	$\frac{100}{C} + 100$	12 000
-/-/21	600	$\frac{50}{C} + 50$	3 000
-/-/04	1 200	$\frac{100}{C} + 100$	1 000

Note. — Dans le tableau ci-dessus, C représente la capacité nominale en microfarads et R la valeur mesurée de la résistance d'isolement en mégohms.

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.

a) Première moitié du lot: aucune tension appliquée durant l'essai;

b) Deuxième moitié du lot: une tension continue de 2 V étant appliquée durant l'essai.

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

21.3 La capacité, la tangente de l'angle de pertes et la résistance d'isolement des condensateurs de la première moitié du lot sont alors mesurées.

21.4 La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 13.1 ne doit pas être supérieure à 5%.

La tangente de l'angle de pertes ne doit pas être supérieure à la plus grande des valeurs suivantes: la valeur spécifiée au paragraphe 13.2 ou 1,2 fois la valeur mesurée au paragraphe 13.2.

The insulation resistance shall fulfil the following requirements:

Categories	Column I		Column II
	Between terminations of each section		Between terminations and case and between elements
	Rated capacitance up to and including 0.33 μ F	Rated capacitance exceeding 0.33 μ F	
	Minimum resistance $M\Omega$	Minimum RC products	Minimum resistance $M\Omega$
<i>Type 1</i> -/-/56	3 000	$\frac{250}{C} + 250$	12 000
	1 500	$\frac{125}{C} + 125$	3 000
	3 000	$\frac{250}{C} + 250$	1 000
<i>Type 2</i> -/-/56	1 200	$\frac{100}{C} + 100$	12 000
	600	$\frac{50}{C} + 50$	3 000
	1 200	$\frac{100}{C} + 100$	1 000

Note. — In the above table, C is the rated capacitance in microfarads and R the measured insulation resistance in megohms.

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.
- First half of the lot: no voltage applied during exposure;
 - Second half of the lot: 2 V d.c. applied during exposure.
- 21.2 After recovery the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.
- 21.3 For the first half of the lot, the capacitance, the tangent of the loss angle and the insulation resistance shall then be measured.
- 21.4 The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 13.1 shall not exceed 5%.
- The tangent of the loss angle shall not exceed the value specified in Sub-clause 13.2 or 1.2 times the value measured in Clause 13.2, whichever be the greater.

La résistance d'isolement doit satisfaire aux conditions suivantes :

Catégories	Colonne I		Colonne II
	Entre bornes de chaque élément		Entre bornes et boîtier et entre éléments
	Capacité nominale inférieure ou égale à 0,33 μF	Capacité nominale supérieure à 0,33 μF	
	Résistance minimale $\text{M}\Omega$	Produit RC minimal s	Résistance minimale $\text{M}\Omega$
<i>Type 1</i>			
-/-/56	3 000	$\frac{250}{C} + 250$	12 000
-/-/21	1 500	$\frac{125}{C} + 125$	3 000
-/-/04	100	$\frac{8}{C} + 8$	200
<i>Type 2</i>			
-/-/56	1 200	$\frac{100}{C} + 100$	12 000
-/-/21	600	$\frac{50}{C} + 50$	3 000
-/-/04	40	$\frac{3,3}{C} + 3,3$	200

Note. — Dans le tableau ci-dessus, C représente la capacité nominale en microfarads et R la valeur mesurée de la résistance d'isolement en mégohms.

21.5 Pour la seconde moitié des condensateurs du lot, la résistance d'isolement entre bornes doit être mesurée avec une tension continue ne dépassant pas 2 V.

21.6 La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 1 $\text{M}\Omega$.

22. Endurance

22.1 Les condensateurs sont soumis à un essai d'endurance de 1 000 heures à la température maximale de leur catégorie, une tension continue leur étant appliquée comme spécifié ci-dessous :

a) Première moitié du lot: 1,25 fois la tension de catégorie appliquée à chaque condensateur à travers une résistance approximativement égale à 1 ohm par volt appliqué;

b) Seconde moitié du lot: 2 V.

22.2 Un condensateur est considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai s'il se produit un court-circuit ou une coupure de circuit dans un quelconque des éléments du condensateur, ou un court-circuit entre une électrode et le boîtier.

Pendant l'épreuve, on mesure sur la première moitié des condensateurs du lot le nombre de décharges autocatrisantes; ce nombre ne doit pas être supérieur à :

Condensateurs du type 1:

25 par μF et par condensateur pour les condensateurs de capacité supérieure à 0,1 μF et deux par condensateur pour les condensateurs de capacité inférieure ou égale à 0,1 μF .

The insulation resistance shall fulfil the following requirements:

Categories	Column I		Column II
	Between terminations of each section		Between terminations and case and between elements
	Rated capacitance up to and including 0.33 μF	Rated capacitance exceeding 0.33 μF	
	Minimum resistance $\text{M}\Omega$	Minimum RC products	Minimum resistance $\text{M}\Omega$
<i>Type 1</i>			
-/-/56	3 000	$\frac{250}{C} + 250$	12 000
-/-/21	1 500	$\frac{125}{C} + 125$	3 000
-/-/04	100	$\frac{8}{C} + 8$	200
<i>Type 2</i>			
-/-/56	1 200	$\frac{100}{C} + 100$	12 000
-/-/21	600	$\frac{50}{C} + 50$	3 000
-/-/04	40	$\frac{3.3}{C} + 3.3$	200

Note. — In the above table, C is the rated capacitance in microfarads and R the measured insulation resistance in megohms.

21.5 For the second half of the lot, the insulation resistance between terminations shall be measured with a d.c. voltage not exceeding 2 V.

21.6 The insulation resistance shall be not less than 1 $\text{M}\Omega$.

22. Endurance

22.1 The capacitors shall be submitted to an endurance test of 1 000 hours at the relevant maximum category temperature with a d.c. voltage applied as specified below:

- First half of the lot: 1.25 times the category voltage, applied to each capacitor through a resistor whose value is approximately equal to 1 ohm per applied volt;
- Second half of the lot: 2 V.

22.2 A capacitor shall be considered to have failed when a permanent short-circuit or open circuit occurs in any section of the capacitor or when a short-circuit occurs between an electrode and the case.

During the test period, the number of self-healing failures of capacitors in the first half lot shall not exceed:

Type 1:

25 per μF for capacitance values greater than 0.1 μF and 2 failures per capacitor of values of 0.1 μF and less.

Condensateurs du type 2:

500 par μF et par condensateurs pour les condensateurs de capacité supérieure à $0,1 \mu\text{F}$ et 50 par condensateur pour les condensateurs de capacité inférieure ou égale à $0,1 \mu\text{F}$.

L'annexe E donne une sensibilité et des constantes de temps convenant à l'appareillage d'essai.

Les détails de la méthode d'essai doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

- 22.3 Les condensateurs sont placés dans la chambre d'essai de façon telle qu'aucun condensateur ne se trouve à moins de 25 mm (1 in) d'un autre condensateur.

Les condensateurs ne doivent pas être chauffés par rayonnement direct et la circulation de l'air dans la chambre doit être telle que la température en tous les points où les condensateurs peuvent être placés ne puisse s'écarter de plus de 3°C de la température spécifiée.

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

- 22.4 Après la période spécifiée, on laisse les condensateurs refroidir dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

- 22.5 Les condensateurs sont alors examinés visuellement. Ils ne doivent pas présenter de dommage visible.

- 22.6 La capacité, la tangente de l'angle de pertes et la résistance d'isolement des condensateurs du premier lot sont ensuite mesurées.

- 22.7 La variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 13.1 ne doit pas être supérieure à 5% pour les condensateurs du type 1 et 10% pour les condensateurs du type 2.

La tangente de l'angle de pertes ne doit pas être supérieure à la plus grande des valeurs suivantes: valeur spécifiée au paragraphe 13.2 ou 1,4 fois la valeur mesurée au paragraphe 13.2.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à la moitié des valeurs spécifiées au paragraphe 13.4.

- 22.8 Pour la seconde moitié des condensateurs du lot, la résistance d'isolement entre bornes est mesurée avec une tension continue n'excédant pas 2 V.

- 22.9 La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à $1 \text{ M}\Omega$.

SECTION TROIS — DIMENSIONS

A l'étude.

Type 2:

500 per μF for capacitance values greater than $0.1 \mu\text{F}$ and 50 failures per capacitor of values of $0.1 \mu\text{F}$ and less.

Suitable sensitivity and time-constant data for test apparatus are given in Appendix E.

The details of the test method shall be agreed between customer and manufacturer.

22.3 The capacitors shall be placed in the test chamber in such a manner that no capacitor is within 25 mm (1 in) of any other capacitor.

The capacitors shall not be heated by direct radiation and the circulation of the air in the chamber shall be sufficient to prevent the temperature from departing by more than 3°C from the temperature specified, at any point where the capacitor may be placed.

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

22.4 After the specified period, the capacitors shall be allowed to cool to standard atmospheric conditions for testing.

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

22.6 For the first half of the lot, the capacitance, the tangent of the loss angle and the insulation resistance shall then be measured.

22.7 The change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 13.1 shall not exceed 5% for Type 1 and 10% for Type 2 capacitors.

The tangent of the loss angle shall not exceed the value specified in Sub-clause 13.2 or 1.4 times the value measured in Sub-clause 13.2, whichever be the greater.

The insulation resistance shall be not less than half the values specified in Sub-clause 13.4.

22.8 For the second half of the lot, the insulation resistance between terminations shall be measured with a d.c. voltage not exceeding 2 V.

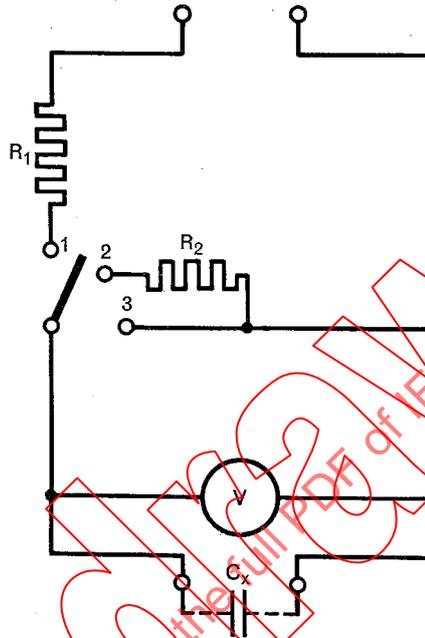
22.9 The insulation resistance shall be not less than $1 \text{ M}\Omega$.

SECTION THREE — DIMENSIONS

Under consideration.

ANNEXE A

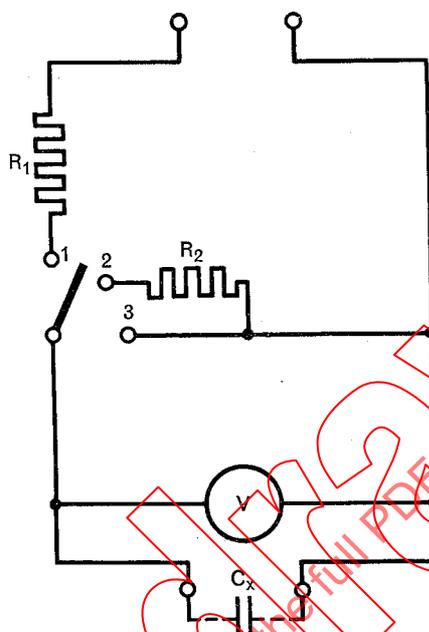
EXEMPLE DE CIRCUIT POUR L'ESSAI DE RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE
(Paragraphe 13.3)



1. La résistance du voltmètre ne doit pas être inférieure à 10 000 ohms par volt.
Les résistances R_1 et R_2 doivent avoir des valeurs telles que le courant initial de charge et de décharge ne dépasse pas 1 A sous la tension d'essai la plus élevée.
 R_1 comprend la résistance interne de la source d'énergie.
 $R_1 C_x \leq 1$
 $R_2 C_x \leq 1$ } Formules dans lesquelles C_x est exprimée en farads et R_1 et R_2 en ohms.
2. L'interrupteur doit être relié à R_2 . Les deux bornes représentées au sommet du schéma doivent être reliées à une source à tension continue réglable, d'une puissance suffisante, réglée pour la tension d'essai. Le condensateur à essayer (C_x) doit être connecté comme indiqué sur le schéma.
L'interrupteur est alors relié à R_1 de façon à charger le condensateur C_x .
L'interrupteur reste dans cette position pendant le temps mentionné au paragraphe 13.3 après que la tension d'essai ait été atteinte. Le condensateur est ensuite déchargé en reliant l'interrupteur à R_2 .
Dès que le voltmètre est revenu à zéro, les condensateurs sont mis en court-circuit et C_x est déconnecté.

APPENDIX A

EXAMPLE OF A SUITABLE CIRCUIT FOR THE VOLTAGE PROOF TEST
(Sub-clause 13.3)



1. The resistance of the voltmeter shall be not less than 10 000 ohms/volt.

The resistance of R_1 and R_2 shall be such that the initial charging and discharging current does not exceed 1 A at the highest test voltage.

R_1 includes the internal resistance of the power supply.

$$\left. \begin{array}{l} R_1 C_x \leq 1 \\ R_2 C_x \leq 1 \end{array} \right\} \text{ in which } C_x \text{ is in farads, and } R_1 \text{ and } R_2 \text{ are in ohms.}$$

2. The switch shall be connected to R_2 . The two terminals indicated at the top of the diagram shall be connected to a variable d. c. supply, of sufficient power, which shall be adjusted to the required test voltage. The capacitor to be tested (C_x) shall be connected as indicated in the diagram.

The switch shall then be connected to R_1 so that the capacitor C_x is charged.

The switch shall remain in this position for the time specified in Sub-clause 13.3 after the test voltage has been reached. The capacitor shall then be discharged by connecting the switch to R_2 .

As soon as the voltmeter reading has fallen to zero the capacitor shall be short-circuited and C_x disconnected.