

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 361

Première édition — First edition

1971

Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte liquide ou solide

Fixed tantalum capacitors with liquid or solid electrolyte



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60361:1971

Withdrawn

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 361

Première édition — First edition

1971

Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte liquide ou solide

Fixed tantalum capacitors with liquid or solid electrolyte



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
Articles	
SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Terminologie	6
4. Classification en catégories	12
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	14
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 des dimensions	18
13. Essais électriques	20
13.1 Courant de fuite	20
13.2 Capacité	20
13.3 Tangente de l'angle de pertes	22
13.4 Impédance	22
13.5 Isolement du boîtier	22
14. Robustesse des sorties	24
15. Soudure	26
16. Variations rapides de température	26
17. Vibrations	26
18. Secousses	28
19. Séquence climatique	28
19.1 Mesures initiales	28
19.2 Chaleur sèche	28
19.3 Chaleur humide, essai accéléré, premier cycle	28
19.4 Froid	30
19.5 Basse pression atmosphérique	30
19.6 Chaleur humide, essai accéléré, cycles restants	30
19.7 Mesures finales	30
20. Essai continu de chaleur humide	30
21. Caractéristiques aux températures extrêmes	32
22. Endurance	32
23. Surtension	34
24. Tension inverse	36
SECTION TROIS – DIMENSIONS ET SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES	
<i>A l'étude</i>	
ANNEXE A: Essai spécial de pliage	40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE – GENERAL	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Terminology	7
4. Classification into categories	13
5. Standard values of rated capacitance	13
6. Tolerances on rated capacitance	13
7. Standard values of rated voltage	13
8. Marking	15
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	21
13.1 Leakage current	21
13.2 Capacitance	21
13.3 Tangent of the loss angle	23
13.4 Impedance	23
13.5 Case insulation	23
14. Robustness of terminations	25
15. Soldering	27
16. Rapid change of temperature	27
17. Vibration	27
18. Bumping	29
19. Climatic sequence	29
19.1 Initial measurements	29
19.2 Dry heat	29
19.3 Damp heat, accelerated, first cycle	29
19.4 Cold	31
19.5 Low air pressure	31
19.6 Damp heat, accelerated, remaining cycles	31
19.7 Final measurements	31
20. Damp heat, steady state	31
21. Characteristics at high and low temperatures	33
22. Endurance	33
23. Surge voltage	35
24. Reverse voltage	37
SECTION THREE – DIMENSIONS AND DETAIL SPECIFICATION	
<i>Under consideration</i>	
APPENDIX A: Special bending test	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS FIXES AU TANTALE,
A ÉLECTROLYTE LIQUIDE OU SOLIDE

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 préparée par le Comité d'Etudes N° 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Venise en 1963, à Aix-les-Bains en 1964 et à Tokyo en 1965. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif, incluant les Sections Un et Deux des précédents projets, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1966. Les commentaires reçus furent discutés lors de la réunion tenue à Prague en 1967. Des modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en septembre 1968.

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

Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Royaume-Uni
Belgique	Suède
Canada	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
France	Union des Républiques
Hongrie	Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie

La présente recommandation doit être utilisée avec la Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIXED TANTALUM CAPACITORS WITH LIQUID
OR SOLID ELECTROLYTE**

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.

Drafts were discussed at the meetings held in Venice in 1963, in Aix-les-Bains in 1964 and in Tokyo in 1965. As a result of this latter meeting, a final draft, including Sections One and Two of the previous drafts, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1966. Comments received were discussed at the meeting held in Prague in 1967. Amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in September 1968.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Sweden
Canada	Switzerland
Czechoslovakia	Turkey
Denmark	Union of Soviet
France	Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Hungary	United States of America
Israel	Yugoslavia

This Recommendation should be used in conjunction with IEC Publication 68, Basic Environmental Testing Procedures.

CONDENSATEURS FIXES AU TANTALE, A ÉLECTROLYTE LIQUIDE OU SOLIDE

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation couvre le domaine des condensateurs fixes, au tantale, polarisés et non polarisés, à électrolyte liquide et à électrolyte solide.

2. Objet

Etablir des règles uniformes pour l'appréciation des propriétés mécaniques, électriques et climatiques des condensateurs, décrire les méthodes d'essais et donner des recommandations pour la normalisation de leurs dimensions et leur classification en catégories d'après leur aptitude à supporter certains essais dans les conditions prescrites par la Publication 68 de la CEE: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

Les caractéristiques nominales en courant alternatif et le régime admissible d'inversion de la polarité de la tension appliquée aux condensateurs non polarisés ne sont pas spécifiés dans la présente recommandation.

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.

La présente recommandation couvre trois types fondamentaux:

- Type 1: Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte liquide et à électrodes en feuille.
- Type 2: Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte liquide et à anode poreuse.
- Type 3: Condensateurs fixes au tantale, à électrolyte solide et à anode poreuse.

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.

FIXED TANTALUM CAPACITORS WITH LIQUID OR SOLID ELECTROLYTE

SECTION ONE – GENERAL

1. Scope

This Recommendation relates to polar and bi-polar fixed liquid-electrolyte tantalum capacitors and fixed solid-electrolyte tantalum capacitors.

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, Basic Environmental Testing Procedures.

A.C. ratings and the permissible rate of polarity reversal of bi-polar capacitors are not specified in this Recommendation.

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.

This Recommendation covers three basic types:

- Type 1: Fixed liquid-electrolyte foil electrode tantalum capacitors.
- Type 2: Fixed liquid-electrolyte porous anode tantalum capacitors.
- Type 3: Fixed solid-electrolyte porous anode tantalum capacitors.

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 *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 satisfaisant 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. — En cas de désaccord sur les résultats d'essais, les méthodes d'essais normalisées de la CEI seront utilisées pour les essais de réception.

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 *Condensateur polarisé*

Un condensateur polarisé est un condensateur essentiellement prévu pour être soumis à une tension continue dont la polarité positive est appliquée à la sortie repérée à cet effet.

3.7 *Condensateur non polarisé*

Un condensateur non polarisé est un condensateur prévu pour supporter une inversion de la polarité de la tension continue appliquée.

3.8 *Capacité nominale*

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

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

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 manufacture 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 to be able to produce in reasonable quantities the type meeting the specification.

3.4 *Acceptance tests**

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

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

Note. — In case of divergent test results, the IEC standard test methods shall be used for acceptance tests.

3.5 *Factory tests**

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

3.6 *Polar capacitor*

A polar capacitor is a capacitor designed essentially for application with the positive polarity of a direct voltage on the identified positive terminal.

3.7 *Bi-polar capacitor*

A bi-polar capacitor is a capacitor designed to withstand reversal of the applied d.c. voltage.

3.8 *Rated capacitance*

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

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

3.9 Tension nominale (U_R)

La tension nominale est la tension continue de fonctionnement qui peut être appliquée aux bornes du condensateur à 85 °C, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

- Notes 1. – La somme de la tension continue et de la tension de crête alternative appliquée au condensateur ne doit pas être supérieure à la tension nominale.
2. – Pendant de courtes périodes, cependant, la tension nominale peut être dépassée. (Voir article 23.)

3.10 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.

3.11 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.

3.12 Courant ondulé nominal

Le courant ondulé nominal est la valeur efficace du courant alternatif maximal admissible d'une fréquence spécifiée à laquelle le condensateur peut fonctionner de façon continue à une température spécifiée.

3.13 Plage des températures correspondant à la catégorie

La plage des températures correspondant à la catégorie est la plage des températures ambiantes pour laquelle le condensateur a été conçu en vue d'un fonctionnement continu. Elle est définie par les limites de température de la catégorie appropriée.

3.14 Température maximale de catégorie

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

3.15 Température minimale de catégorie

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

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.

3.9 *Rated voltage (U_R)*

The rated voltage is the direct operating voltage which may be applied continuously to the terminals of a capacitor at 85 °C, unless otherwise specified in the detail specification.

- Notes 1.— The sum of the direct voltage and the peak alternating voltage applied to the capacitor shall not exceed the rated voltage.
- 2.— For short periods, however, the rated voltage may be exceeded. (See Clause 23.)

3.10 *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.

3.11 *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.

3.12 *Rated ripple current*

The rated ripple current is the r.m.s. value of the maximum allowable alternating current of a specified frequency, at which the capacitor may be operated continuously at a specified temperature.

3.13 *Category temperature range*

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

3.14 *Upper category temperature*

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

3.15 *Lower category temperature*

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

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 *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 la présente recommandation sont classés en catégories, conformément aux règles générales données dans la Publication 68 de la CEI.

4.2 La classification pour chaque type se trouvera dans la spécification particulière.

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 et leurs multiples décimaux.

Les valeurs soulignées sont préférentielles.

Ces valeurs sont conformes à la série E6 des valeurs recommandées dans la Publication 63 de la CEI: Séries de valeurs normales pour résistances et condensateurs.

Note. – Si d'autres valeurs sont nécessaires, elles doivent être choisies dans la série E12.

6. **Tolérances sur la capacité nominale**

Les tolérances normales sur la capacité nominale sont :

$\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $-10/+30\%$, $-10/+50\%$.

7. **Valeurs normales de la tension nominale**

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

10 – 16 – 25 – 40 – 63 et leurs multiples décimaux.

Ces valeurs sont conformes à la série R5 des nombres normaux, donnée dans la recommandation ISO/R3.

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 classification for each type will be found in the detail specification.

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 and their decimal multiples.

The underlined numbers are preferred values.

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

Note. – If other values are needed, they shall be chosen from the E12 series.

6. **Tolerances on rated capacitance**

The standard tolerances on the rated capacitance are:

$\pm 5\%$; $\pm 10\%$; $\pm 20\%$; $-10/+30\%$; $-10/+50\%$.

7. **Standard values of rated voltage**

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

10 – 16 – 25 – 40 – 63 and their decimal multiples.

These values conform to the R5 series of preferred values given in ISO Recommendation R3.

Dans les spécifications particulières, ces valeurs préférentielles sont soulignées. D'autres valeurs conformes à la série R10 de la même recommandation peuvent y être inscrites si cela est essentiel.

Note. — Lorsque des valeurs ne correspondant à aucune de ces séries sont inscrites dans la spécification particulière, elles ne font que représenter l'état de la technique jusqu'à maintenant.

8. Marquage

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

- a) Polarité. Les deux bornes des condensateurs non polarisés doivent être marquées comme étant positives et en outre, si la place le permet, l'indication "BP" ou "NP" doit être marquée sur les condensateurs.
- b) Capacité nominale, en microfarads.
- c) Tension nominale.
- d) Tolérance sur la capacité nominale. On pourra utiliser le marquage de la tolérance ou de son symbole.
- e) Nom du fabricant ou marque de fabrique.
- f) Indication de la catégorie climatique du condensateur et de sa tension de catégorie.
- g) Désignation de type du fabricant.
- h) Indication du type (par exemple 1, 2 ou 3).
- i) Semaine (ou mois) et année de fabrication, éventuellement sous forme codifiée.
- j) Référence à la présente recommandation et/ou à la spécification nationale relative au condensateur.

8.2 Le condensateur doit porter clairement le plus grand nombre possible des informations énumérées ci-dessus considérées comme utiles.

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 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, page 16).

In the detail specifications, these preferred values are underlined. Other values conforming to the R10 series of the same specification may be listed where essential.

Note. — Where values corresponding to neither of these series are listed in the detail specification, they represent the state of the art till now.

8. Marking

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

- a) Polarity. Bi-polar capacitors shall be marked positive at both ends, and, if space permits, in addition with the letters “BP” or “NP”.
- b) Rated capacitance, in microfarads.
- c) Rated voltage.
- d) Tolerance on rated capacitance. Either the tolerance or its symbol may be used.
- e) Manufacturer’s name or trade mark.
- f) Indication of the climatic category of the capacitor and the category voltage.
- g) Manufacturer’s type designation.
- h) Indication of the type (e.g. 1, 2 or 3).
- i) Week (or month) and year of manufacture. This may be in code form.
- j) Reference to this Recommendation and/or to the national specification appropriate to the capacitor.

8.2 The capacitor shall be clearly marked with as many as possible of the above 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, page 17.)

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

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

Note. — Une partie d'une gamme complète, ou des valeurs isolées, prévues dans la présente recommandation, peuvent être soumises aux essais en vue d'obtenir une homologation partielle.

- 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 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 condensateurs sont 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
Impédance (si requis)	13.4

- 10.2 Les condensateurs sont alors répartis en quatre lots.

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

Essai	Article de cette recommandation	
<i>Premier lot</i>		
Robustesse des sorties	} moitié du lot	14
Soudure		15
Variations rapides de température	} autre moitié du lot	16
Vibrations		17
Secousses		18

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 test 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
Leakage current	13.1
Capacitance	13.2
Tangent of the loss angle	13.3
Impedance (where required)	13.4

- 10.2 The capacitors shall then be divided into four lots.

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

Test	Clause of this Recommendation	
<i>First lot</i>		
Robustness of terminations	} half of the lot	
Soldering		14
Rapid change of temperature	} other half of the lot	
Vibration		15
Bumping		16
	17	
	18	

Essai	Article de cette recommandation
<i>Premier lot (suite)</i>	
Séquence climatique (tout le lot)	19
Chaleur sèche	19.2
Chaleur humide, essai accéléré, premier cycle	19.3
Froid	19.4
Basse pression atmosphérique	19.5
Chaleur humide, essai accéléré, cycles restants	19.6
<i>Second lot</i>	
Essai continu de chaleur humide	20
Isolement du boîtier (si applicable)	13.5
<i>Troisième lot</i>	
Endurance à la tension nominale	22
Endurance à la tension de catégorie	22
<i>Quatrième lot</i>	
Caractéristiques aux températures extrêmes	21
Surtension	23
Tension inverse	24

11. Conditions normales d'essai

- 11.1 Sauf spécification contraire, tous les essais sont 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.

12. Examen visuel et vérification des dimensions

- 12.1 Les dimensions sont vérifiées et doivent satisfaire aux valeurs prescrites dans les spécifications particulières, compte tenu des tolérances.

Test	Clause of this Recommendation
<i>First lot (continued)</i>	
Climatic sequence (the whole lot)	19
Dry heat	19.2
Damp heat, accelerated, first cycle	19.3
Cold	19.4
Low air pressure	19.5
Damp heat, accelerated, remaining cycles	19.6
<i>Second lot</i>	
Damp heat, steady state	20
Case insulation (where applicable)	13.5
<i>Third lot</i>	
Endurance at rated voltage	22
Endurance at category voltage	22
<i>Fourth lot</i>	
Characteristics at high and low temperatures	21
Surge voltage	23
Reverse voltage	24

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 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 values specified in the detail specifications allowing for tolerances.

- 12.2 Les condensateurs sont examinés afin de vérifier que les matériaux, le modèle, la construction, le marquage et la finition sont en accord avec les exigences applicables.

13. Essais électriques

13.1 Courant de fuite

- 13.1.1 Le courant de fuite est mesuré, sauf prescription contraire dans la spécification particulière, en utilisant la tension continue (U_R ou U_C) appropriée à la température de l'essai, après une période d'électrification d'une durée maximale de 5 min.

Une source stable de puissance, telle qu'une alimentation stabilisée, doit être utilisée. La résistance totale du circuit est comprise entre 1000 Ω et 10 000 Ω .

L'imprécision de mesure ne doit pas être supérieure à $\pm 5\%$, ou 0,1 μA (la plus grande de ces deux valeurs étant applicable).

Dans le cas de condensateurs non polarisés, la mesure sera d'abord faite dans un sens après la période d'électrification de 5 min.

On inversera alors la polarité, et la mesure sera faite une nouvelle fois après une nouvelle période d'électrification ne dépassant pas 5 min. Lorsque le condensateur a été polarisé dans un sens pendant une durée supérieure à 30 min immédiatement avant de faire la mesure du courant de fuite (par exemple, durant les essais d'environnement), les limites spécifiées ne doivent être appliquées que pour cette direction seulement.

Les limites applicables dans le sens inverse doivent être agréées par le fabricant et le client.

- 13.1.2 Le courant de fuite à 20 °C et aux températures plus élevées doit être prescrit dans la spécification particulière.

13.2 Capacité

- 13.2.1 La capacité est mesurée à une fréquence de 100 Hz à 120 Hz. La tension alternative de crête réellement appliquée aux bornes du condensateur doit être comprise entre 0,1 V et 1,0 V.

Une tension continue de polarisation comprise entre 2,1 V et 2,5 V est appliquée durant la mesure, sauf pour les condensateurs non polarisés qui doivent être mesurés sans tension continue de polarisation.

Des techniques de mesure convenables sont utilisées pour minimiser les erreurs dues aux connexions entre l'appareil de mesure et les condensateurs.

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

- 13.2.2 La valeur de capacité mesurée comme indiqué au paragraphe 13.2.1 doit correspondre à la capacité nominale, compte tenu de sa tolérance.

- 12.2 The capacitors shall be examined to verify that the materials, design, construction, marking and workmanship are in accordance with the applicable requirements.

13. **Electrical tests**

13.1 *Leakage current*

- 13.1.1 The leakage current shall be measured, unless otherwise stated in the detail specification, using the d.c. voltage (U_R or U_C) appropriate to the test temperature after a maximum electrification period of 5 min.

A steady source of power such as a regulated power supply shall be used. The total circuit resistance shall be between 1000 Ω and 10 000 Ω .

The measuring accuracy shall be within $\pm 5\%$, or 0.1 μA , whichever is the greater. In the case of bipolar capacitors, the measurement shall first be made in one direction after the measuring electrification period of 5 min.

The polarity shall then be reversed and the measurement made again after a further electrification period not exceeding 5 min. When the capacitor has been polarized in one direction for longer than 30 min immediately before making a leakage measurement (for example during environmental tests), the limits shall apply in that direction only.

The limits in the reverse direction shall be agreed between the manufacturer and customer.

- 13.1.2 The leakage current at 20 °C and at higher temperatures shall be specified in the detail specification.

13.2 *Capacitance*

- 13.2.1 The capacitance shall be measured at a frequency of 100 Hz to 120 Hz. The peak alternating voltage actually applied across the capacitor shall be between 0.1 V and 1.0 V.

A d.c. bias voltage of between 2.1 V and 2.5 V shall be applied during the measurement, except for bi-polar capacitors which shall be measured without an applied bias voltage.

Suitable measurement techniques shall be used to minimize errors due to connections between the measuring apparatus and the capacitors.

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.

- 13.2.2 The capacitance value measured as in Sub-clause 13.2.1 shall correspond with the rated capacitance, taking into account its tolerance.

13.3 *Tangente de l'angle de pertes*

- 13.3.1 La tangente de l'angle de pertes est mesurée dans les mêmes conditions que celles données au paragraphe 13.2.1
- 13.3.2 La méthode de mesure doit être telle que l'erreur ne dépasse pas 10 % de la valeur spécifiée ou 0,001 Ω (la plus grande de ces deux valeurs étant applicable).
- 13.3.3 La tangente de l'angle de pertes ne doit pas dépasser la valeur prescrite dans la spécification particulière correspondante.

13.4 *Impédance*

- 13.4.1 Lorsque la spécification particulière l'exige, l'impédance doit être déterminée à la température et à la fréquence requises. Si la tension alternative de crête dépasse 0,5 V sur les condensateurs de type polarisé, une tension de polarisation de 2,1 V à 2,5 V doit être appliquée.
La tension appliquée doit être telle qu'elle ne produise aucune variation fisible de l'impédance due à une variation de la température du condensateur.
La précision de la mesure doit être : $\pm 5\%$ de la limite spécifiée ou 0,1 Ω (la plus grande de ces deux valeurs étant applicable).

Note. — Rappelons que le plus grand soin doit être pris lors des mesures, lorsque les valeurs d'impédance sont faibles.

13.5 *Isolement du boîtier* (si applicable)

- 13.5.1 Pour les condensateurs avec gaine isolante, 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 cet espace de 1 mm.

- 13.5.2 L'épreuve de rigidité diélectrique est effectuée avec une tension d'essai de 1000 V c.c. appliquée pendant 60 ± 5 s entre la feuille de métal et la sortie reliée au corps du condensateur.

La tension est augmentée graduellement à la vitesse approximative de 100 V c.c. par seconde.

- 13.5.3 La résistance d'isolement de la gaine isolante est mesurée avec une tension continue de 100 ± 15 V, appliquée entre la feuille métallique et le conducteur relié au corps du condensateur. La tension est 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.
- 13.5.4 Lors des essais et mesures effectués de la manière indiquée ci-dessus, il ne doit pas y avoir de claquage de l'isolement du boîtier.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 100 M Ω .

13.3 *Tangent of the loss angle*

- 13.3.1 The tangent of the loss angle shall be measured under the same conditions as those given in Sub-Clause 13.2.1.
- 13.3.2 The measuring method shall be such that the error does not exceed 10% of the specified value or 0.001 Ω whichever is the greater.
- 13.3.3 The tangent of the loss angle shall not exceed the value specified in the relevant detail specification.

13.4 *Impedance*

- 13.4.1 Where required in the detail specification, the impedance shall be determined at the required temperature and frequency. If the peak a.c. voltage exceeds 0.5 V on polar types, a direct polarizing voltage of 2.1 V - 2.5 V shall be applied.
The application of voltage shall be such as to cause no readable change in impedance due to the change in temperature of the capacitor.
The measuring accuracy shall be within $\pm 5\%$ of the specified limit, or 0.1 Ω , whichever is the greater.

Note. — It should be remembered that great care should be exercised in making these measurements when the impedance values are low.

13.5 *Case insulation (where applicable)*

- 13.5.1 For capacitors with insulated sleeves, a metal foil shall be wrapped closely around the full length of the capacitor body, the sleeve protruding by at least 5 mm from each end, providing a minimum space of 1 mm can be maintained.

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.
- 13.5.2 The dielectric strength of the sleeve shall be tested with a test voltage of 1000 V d.c. to be applied for a period of 60 ± 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 d.c. per second.
- 13.5.3 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.
- 13.5.4 When tested and measured as above, there shall be no evidence of breakdown of the case insulation.

The insulation resistance shall be not less than 100 M Ω .

14. Robustesse des sorties

Les condensateurs sont soumis aux conditions des essais Ua, Ub et Uc de la Publication 68-2-21 de la CEI qui leur sont applicables. Cependant, les condensateurs ayant des soudures externes sur les fils de sorties ne sont soumis qu'aux conditions de l'essai Ua et de l'essai spécial de pliage prescrit au paragraphe 14.4.

14.1 Essai Ua — Traction

La charge à appliquer est :

- Condensateurs à sorties autres que par fils : 20 N (4,4 lb).
- Condensateurs à sorties 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
Inférieur ou égal à 0,07 (0,3 mm)	Inférieur ou égal à 0,00041 (0,012 in)	2,5	0,55
Au-dessus de 0,07 (0,3 mm) et inférieur ou égal à 0,2 (0,5 mm)	Au-dessus de 0,00041 (0,012 in) et inférieur ou égal à 0,00031 (0,020 in)	5	1,1
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
Au-dessus de 0,5 (0,8 mm)	Au-dessus de 0,00078 (0,032 in)	20	4,4

14.2 Essai Ub — Pliage

- 14.2.1 Pour les sorties par fils sans soudure externe (la moitié des sorties), on effectue deux pliages consécutifs.
- 14.2.2 Pour les sorties par cosse, on effectue deux pliages consécutifs.

14.3 Essai Uc — Torsion

(L'autre moitié des) sorties par fils sans soudure externe.

On effectue deux rotations successives de 180°.

14.4 Essai spécial de pliage

Pour les sorties par fils avec soudures externes (toutes les sorties).

Les sorties sont soumises à l'essai spécial de pliage décrit dans l'annexe A. On effectue quatre pliages.

14. Robustness of terminations

The capacitors shall be subjected to the procedure of Tests Ua, Ub and Uc of IEC Publication 68-2-21, as applicable. However, capacitors with external welds on wire leads shall be subjected only to the procedure of Test Ua and to the special bend test as described in Sub-clause 14.4.

14.1 Test Ua – Tensile

The load to be applied shall be:

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

Cross-sectional area of the wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)		Load	
mm ²	in ²	N	lb
Up to and including 0.07 (0.3 mm)	Up to and including 0.000 11 (0.012 in)	2.5	0.55
Exceeding 0.07 (0.3 mm) up to and including 0.2 (0.5 mm)	Exceeding 0.000 11 (0.012 in) up to and including 0.000 31 (0.020 in)	5	1.1
Exceeding 0.2 (0.5 mm) up to and including 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.000 31 (0.020 in) up to and including 0.000 78 (0.032 in)	10	2.2
Exceeding 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.000 78 (0.032 in)	20	4.4

14.2 Test Ub – Bending

- 14.2.1 For wire terminations without external welds (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

For wire terminations without external welds (other half of the terminations).

Two successive rotations of 180° shall be applied.

14.4 Special bending test

For wire terminations with external welds (all terminations).

The terminations shall be subjected to the procedure of the special bending test shown in Appendix A. Four bends shall be applied.

14.5 Examen visuel

Après chacun des 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 68-2-20 de la CEI (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 B.

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

16. Variations rapides de température

16.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai Na de la Publication 68-2-14 de la CEI, pendant trois cycles, avec les modalités particulières suivantes.

16.2 Les mesures initiales du courant de fuite, de la capacité et de la tangente de l'angle de pertes doivent être effectuées.

16.3 Le degré de sévérité doit être indiqué dans la classification de la spécification particulière.

16.4 Après l'essai, on mesurera le courant de fuite, la capacité et la tangente de l'angle de pertes qui doivent rester dans les limites prescrites dans la spécification particulière.

17. Vibrations

17.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai Fb de la Publication 68-2-6 de la CEI, en utilisant le degré de sévérité approprié.

17.2 Les condensateurs d'un poids ≤ 15 g sont fixés au moyen de leurs sorties. Les condensateurs d'un poids > 15 g doivent être fixés fermement et rigidement par leurs corps à l'appareil d'essai aux vibrations.

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 68-2-20 (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 B.

15.4 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 68-2-14 for three cycles. The following details shall apply.

16.2 Initial measurements of leakage current, capacitance and tangent of the loss angle shall be made.

16.3 The degree of severity shall be as called for in the classification of the detail specification.

16.4 After the test, the leakage current, capacitance and the tangent of the loss angle shall be measured and shall be within the limits prescribed in the detail specification.

17. **Vibration**

17.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Fb of IEC Publication 68-2-6, using the appropriate degree of severity.

17.2 Capacitors with a weight ≤ 15 g shall be mounted by their terminations. Capacitors with a weight > 15 g shall be securely and rigidly mounted on the vibration test apparatus by their bodies.

17.3 Durant la dernière demi-heure de vibrations dans chaque direction, une mesure électrique sera effectuée dans le but de déceler des défauts intermittents. L'équipement de détection doit être suffisamment sensible pour détecter toute interruption d'une durée égale ou supérieure à 0,5 ms.

17.4 Après l'essai, les condensateurs sont examinés visuellement. Il ne doit pas y avoir de dommage mécanique ni de fuite de l'électrolyte. Au cours de la séquence du paragraphe 17.3, il ne doit pas y avoir de coupure décelable.

18. Secousses

18.1 Les mesures prescrites dans la spécification particulière doivent être effectuées.

18.2 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai Eb de la Publication 68 de la CEI, en utilisant le degré de sévérité préférentiel pour les composants, sauf prescription contraire dans la spécification particulière.

18.3 Après l'essai, les condensateurs sont examinés visuellement.

18.4 Les mesures prescrites dans la spécification particulière sont alors effectuées.

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

19.1 Mesures initiales

La capacité est mesurée.

Note. — Lorsque la spécification particulière le prescrit, le courant de fuite, la capacité, la tangente de l'angle de pertes et l'impédance peuvent être mesurés au cours de la séquence climatique.

19.2 Chaleur sèche

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

19.2.2 Après reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Les condensateurs ne doivent présenter aucune fuite du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte, ni d'autre dommage visible.

19.2.3 Les condensateurs sont alors soumis immédiatement à l'essai de chaleur humide premier cycle (essai accéléré).

19.3 Chaleur humide, essai accéléré, premier cycle

19.3.1 Les condensateurs (autres que ceux de catégorie -/-/04) sont soumis aux conditions de l'essai D de la Publication 68-2-4 de la CEI pendant un cycle de 24 h.

Aucune tension ne doit être appliquée durant cet essai.

- 17.3 During the last half hour of vibration in each direction, an electrical measurement shall be made on the capacitors to determine intermittent faults. Detecting equipment shall be sufficiently sensitive to detect any interruption with a duration of 0.5 ms or greater.
- 17.4 After the test, the capacitors shall be visually examined. There shall be no mechanical damage or leakage of electrolyte. During the stage of Sub-clause 17.3, there shall be no detectable interruption.

18. Bumping

- 18.1 The measurements prescribed in the detail specification shall be made.
- 18.2 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Eb of IEC Publication 68, using the preferred degree of severity for components unless otherwise specified in the detail specification.
- 18.3 After the test, the capacitors shall be visually examined.
- 18.4 The measurements prescribed in the detail specification shall then be made.

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

19.1 Initial measurements

The capacitance shall be measured.

Note. – When prescribed by the detail specification, the leakage current, capacitance, tangent of loss angle and impedance may be measured during the climatic sequence.

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.
- 19.2.2 After recovery, the capacitors shall be visually examined. The capacitors shall show no seepage of sealing material or electrolyte or other visible damage.
- 19.2.3 The capacitors shall then be subjected immediately to the damp heat test, accelerated, first cycle.

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 68-2-4 for one cycle of 24 h.

No voltage shall be applied during this test.

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

19.4 *Froid*

19.4.1 Les condensateurs seront soumis aux conditions de l'essai Aa de la Publication 68-2-1 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable.

19.4.2 Après reprise, les condensateurs seront examinés visuellement. Ils ne devront présenter aucune fuite du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte, ni d'autre dommage visible.

19.5 *Basse pression atmosphérique*

19.5.1 Les condensateurs seront soumis aux conditions de l'essai M de la Publication 68-2-13 de la CEI. On utilisera la sévérité II, et le préconditionnement sera de 5 min. A la fin des 5 min, la tension continue nominale (U_R) doit être appliquée pendant 1 min.

19.5.2 Durant et après l'essai, il ne doit pas y avoir de signe de claquage, contournement ou déformation nuisible du boîtier. Il ne doit pas y avoir de signe de fuite de l'électrolyte.

19.6 *Chaleur humide, essai accéléré, cycles restants*

Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai D de la Publication 68-2-4 de la CEI pendant le nombre de cycles prescrit dans la spécification particulière.

Aucune tension ne doit être appliquée durant cet essai.

19.7 *Mesures finales*

19.7.1 Après reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent présenter aucune fuite du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte, ni d'autre dommage visible, et le marquage doit être lisible.

19.7.2 Le courant de fuite doit alors être mesuré suivant le paragraphe 13.1 et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.

19.7.3 La capacité est mesurée en conformité avec le paragraphe 13.2 et la variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 19.1 ne doit pas dépasser la valeur prescrite dans la spécification particulière.

19.7.4 La tangente de l'angle de pertes est mesurée suivant le paragraphe 13.3 et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.

20. **Essai continu de chaleur humide**

20.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions de l'essai C de la Publication 68-2-3, compte tenu du degré de sévérité applicable. Aucune tension ne doit être appliquée pendant l'essai.

20.2 Après reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Ils ne doivent présenter aucune fuite du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte, ni de dommage visible, et le marquage doit être lisible.

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

19.4 *Cold*

19.4.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test Aa of IEC Publication 68-2-1, using the appropriate degree of severity.

19.4.2 After recovery, the capacitors shall be visually examined. The capacitors shall show no seepage of sealing material or electrolyte or other visible damage.

19.5 *Low air pressure*

19.5.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test M of IEC Publication 68-2-13. Severity II shall be used and preconditioning shall be for a period of 5 min. At the end of 5 min, the applicable d.c. rated voltage (U_R) shall be applied for 1 min.

19.5.2 During and after the test, there shall be no sign of breakdown, flashover or harmful deformation of the case. There shall be no sign of seepage of electrolyte.

19.6 *Damp heat, accelerated, remaining cycles*

The capacitors shall be subjected to the procedure of Test D of IEC Publication 68-2-4 during the number of cycles specified in the detail specification.

No voltage shall be applied during this test.

19.7 *Final measurements*

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

19.7.2 The leakage current shall then be measured in accordance with Sub-clause 13.1 and the value shall conform to the requirement of the detail specification.

19.7.3 The capacitance shall be measured in accordance with Sub-clause 13.2 and the change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 19.1 shall not exceed the value specified in the detail specification.

19.7.4 The tangent of the loss angle shall be measured in accordance with Sub-clause 13.3 and the value shall conform to the requirement of the detail specification.

20. **Damp heat, steady state**

20.1 The capacitors shall be subjected to the procedure of Test C of IEC Publication 68-2-3, using the appropriate degree of severity. No voltage shall be applied during the test.

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

- 20.3 Le courant de fuite est alors mesuré suivant le paragraphe 13.1 et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.
- 20.4 La capacité est mesurée en conformité avec le paragraphe 13.2 et la variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 10.1 ne doit pas dépasser la valeur prescrite dans la spécification particulière.
- 20.5 La tangente de l'angle de pertes est mesurée suivant le paragraphe 13.3 et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.
- 20.6 S'il y a lieu, l'isolement du boîtier est vérifié selon les modalités du paragraphe 13.5 et doit satisfaire aux exigences spécifiées dans ce paragraphe.

21. Caractéristiques aux températures extrêmes

- 21.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions des essais Aa et Ba de la Publication 68-2-1 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable, avec les modalités d'application suivantes.
- 21.2 La stabilité thermique est atteinte lorsque aucune variation supplémentaire de la capacité, dans les limites de précision indiquées au paragraphe 13.2.1, n'est observée entre deux mesures successives effectuées à 15 min d'intervalle.
- 21.3 Les mesures initiales et finales du courant de fuite, de la capacité, de la tangente de l'angle de pertes et, si requis, de l'impédance sont faites à 20 ± 5 °C.
- 21.4 Les condensateurs sont maintenus à la température maximale jusqu'à ce que la stabilité thermique soit atteinte. Les mesures de courant de fuite, de capacité, de tangente de l'angle de pertes et, si requis, d'impédance sont alors effectuées.
- 21.5 Les condensateurs sont maintenus à la température minimale jusqu'à ce que la stabilité thermique soit atteinte. Les mesures de capacité, de tangente de l'angle de pertes et de l'impédance sont alors effectuées.
- 21.6 Les condensateurs, essayés et mesurés de la manière indiquée ci-dessus, doivent satisfaire aux exigences prescrites dans la spécification particulière.

22. Endurance

- 22.1 Les condensateurs sont soumis à l'essai d'endurance spécifié ci-après.
- 22.2 Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la durée de l'essai est de 2 000 h.

- 20.3 Le courant de fuite est alors mesuré suivant le paragraphe 13.1 et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.
- 20.4 La capacité est mesurée en conformité avec le paragraphe 13.2 et la variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 10.1 ne doit pas dépasser la valeur prescrite dans la spécification particulière.
- 20.5 La tangente de l'angle de pertes est mesurée suivant le paragraphe 13.3 et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.
- 20.6 S'il y a lieu, l'isolement du boîtier est vérifié selon les modalités du paragraphe 13.5 et doit satisfaire aux exigences spécifiées dans ce paragraphe.

21. Caractéristiques aux températures extrêmes

- 21.1 Les condensateurs sont soumis aux conditions des essais Aa et Ba de la Publication 68-2-1 de la CEI, compte tenu du degré de sévérité applicable, avec les modalités d'application suivantes.
- 21.2 La stabilité thermique est atteinte lorsque aucune variation supplémentaire de la capacité, dans les limites de précision indiquées au paragraphe 13.2.1, n'est observée entre deux mesures successives effectuées à 15 min d'intervalle.
- 21.3 Les mesures initiales et finales du courant de fuite, de la capacité, de la tangente de l'angle de pertes et, si requis, de l'impédance sont faites à 20 ± 5 °C.
- 21.4 Les condensateurs sont maintenus à la température maximale jusqu'à ce que la stabilité thermique soit atteinte. Les mesures de courant de fuite, de capacité, de tangente de l'angle de pertes et, si requis, d'impédance sont alors effectuées.
- 21.5 Les condensateurs sont maintenus à la température minimale jusqu'à ce que la stabilité thermique soit atteinte. Les mesures de capacité, de tangente de l'angle de pertes et de l'impédance sont alors effectuées.
- 21.6 Les condensateurs, essayés et mesurés de la manière indiquée ci-dessus, doivent satisfaire aux exigences prescrites dans la spécification particulière.

22. Endurance

- 22.1 Les condensateurs sont soumis à l'essai d'endurance spécifié ci-après.
- 22.2 Sauf prescription contraire dans la spécification particulière, la durée de l'essai est de 2 000 h.

- 22.3 Les condensateurs dont la température maximale de catégorie est de 85 °C sont soumis à la tension nominale (U_R) à 85 °C.

Pour les condensateurs dont la température maximale de catégorie est supérieure à 85 °C, la moitié du nombre de pièces doit être soumise à la tension nominale à 85 °C et l'autre moitié doit être soumise à la tension de catégorie (U_C) à la température maximale de catégorie. Pendant l'essai des condensateurs non polarisés, la polarité de la tension appliquée doit être inversée toutes les 168 ± 24 h.

Pour les condensateurs de type 3 (condensateurs fixes au tantale à anode poreuse et électrolyte solide) seulement, la tension d'essai est appliquée graduellement (pas moins de 2 min, mais pas plus de 5 min) soit en augmentant lentement la tension, soit par l'intermédiaire d'une résistance qui est court-circuitée au bout de 5 min.

L'impédance de la source de tension, vue des bornes de chaque condensateur, ne doit pas être supérieure à 3 Ω .

La distance entre deux condensateurs voisins ne doit pas être inférieure à 25 mm.

On utilise un accumulateur ou une alimentation électronique capable de fournir au moins 1 A lorsqu'un condensateur est en court-circuit.

- 22.4 Après reprise, les condensateurs sont examinés visuellement. Les condensateurs ne doivent présenter aucune fuite du matériau d'étanchéité ou de l'électrolyte, ou d'autre dommage visible, et le marquage doit rester lisible.
- 22.5 Le courant de fuite doit être mesuré suivant le paragraphe 13.1, et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.
- 22.6 La capacité est mesurée suivant le paragraphe 13.2, et la variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 10.1 ne doit pas être supérieure à la valeur prescrite dans la spécification particulière.
- 22.7 La tangente de l'angle de pertes est mesurée suivant le paragraphe 13.3, et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.
- 22.8 Si applicable, l'isolement du boîtier est vérifié selon les modalités du paragraphe 13.5. Les condensateurs doivent satisfaire aux exigences spécifiées dans ce paragraphe.

23. Surtension

- 23.1 La capacité est mesurée en conformité avec le paragraphe 13.2.
- 23.2 Les condensateurs sont soumis à 1000 cycles pendant lesquels est appliquée la tension prescrite dans la spécification particulière.

- 22.3 For capacitors having a category temperature of 85 °C, all the specimens shall be subjected to the rated voltage (U_R) at 85 °C.

For capacitors having a category temperature higher than 85 °C, half the number of specimens shall be subjected to the rated voltage at 85 °C and the other half subjected to the category voltage (U_C) at the maximum category temperature. During the test of bi-polar capacitors, the applied voltage shall be reversed in polarity at intervals of 168 ± 24 h.

For Type 3 capacitors (fixed solid electrolyte porous anode tantalum capacitors) only, the test voltage shall be applied gradually (not less than 2 min but not more than 5 min) either by a slow build-up of voltage or through a resistor which shall be shorted out within 5 min.

The impedance of the voltage source, as seen from the terminations of each capacitor, shall not exceed 3 Ω .

The distance between each two capacitors shall be at least 25 mm.

Storage batteries, or an electronic power supply capable of supplying at least 1 A when a capacitor is shorted, shall be used.

- 22.4 After recovery, the capacitors shall be visually examined. The capacitors shall show no seepage of sealing material or electrolyte or other visible damage and the marking shall remain legible.
- 22.5 The leakage current shall be measured in accordance with Sub-clause 13.1 and the value shall conform to the requirement of the detail specification.
- 22.6 The capacitance shall be measured in accordance with Sub-clause 13.2 and the change of capacitance compared with the value measured in Sub-clause 10.1 shall not exceed the value specified in the detail specification.
- 22.7 The tangent of the loss angle shall be measured in accordance with Sub-clause 13.3 and the value shall conform to the requirements of the detail specification.
- 22.8 Where applicable, the case insulation shall be measured in accordance with Sub-clause 13.5. The capacitors shall fulfil the requirements specified in Sub-clause 13.5.

23. Surge voltage

- 23.1 The capacitance shall be measured in accordance with Sub-clause 13.2.
- 23.2 The capacitors shall be subjected to 1000 cycles of the applicable surge voltage specified in the detail specification.

L'essai doit être effectué aux températures suivantes :

Température maximale de catégorie	Température d'essai
$\leq 85\text{ }^{\circ}\text{C}$	Toutes les pièces à la température maximale de catégorie
$> 85\text{ }^{\circ}\text{C}$	50 % des pièces à $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ et les 50 % restants à la température maximale de catégorie

Chaque cycle consiste en l'application de la tension d'essai pendant 30 s, suivie d'une période de décharge de 5,5 min. L'application de la tension se fait à travers une résistance telle que la résistance totale en série avec le condensateur et la source de tension soit de $1000 \pm 100\ \Omega$.

Chaque cycle de surtension est effectué de telle manière que le condensateur se décharge à travers une résistance approximativement égale à $1000\ \Omega$, à la fin de la période de 30 s d'application de la tension.

L'essai doit se terminer sur la période de décharge du cycle. Pour les condensateurs non polarisés, la polarité doit être inversée après 500 cycles.

- 23.3 Le courant de fuite, la capacité et la tangente de l'angle de pertes de ceux des condensateurs qui ne seront pas soumis à l'essai de "tension inverse" doivent être mesurés.
- 23.3.1 Le courant de fuite est mesuré suivant le paragraphe 13.1 et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.
- 23.3.2 La capacité est mesurée suivant le paragraphe 13.2 et la variation de capacité par rapport à la valeur mesurée au paragraphe 10.1 ne doit pas être supérieure à la valeur prescrite dans la spécification particulière.
- 23.3.3 La tangente de l'angle de pertes est mesurée suivant le paragraphe 13.3, et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.
24. **Tension inverse (applicable aux condensateurs polarisés pour lesquels cet essai est prescrit dans la spécification particulière)**
- 24.1 Les condensateurs sont soumis à une tension continue de 3 V appliquée dans le sens inverse de polarité pendant 125 h à une température ambiante égale à la température maximale de catégorie. Les condensateurs sont maintenus à cette température, et la tension de catégorie doit être appliquée dans le sens normal de polarité pendant une période supplémentaire de 125 h. Les condensateurs sont alors ramenés aux conditions atmosphériques normales pour les essais suivants.
- 24.2 Le courant de fuite est mesuré suivant le paragraphe 13.1, et sa valeur doit être conforme à l'exigence de la spécification particulière.