

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

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

**RECOMMANDATION DE LA C. E. I.**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**I. E. C. RECOMMENDATION**

**Publication 103**

Première édition — First edition

1959

---

**Recommandations pour condensateurs électrolytiques à électrodes  
en aluminium d'usage courant**

---

**Recommendations for aluminium electrolytic capacitors  
for general purpose application**

---



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 60703:1959

# Withdrawn

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

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

**RECOMMANDATION DE LA C. E. I.**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**I. E. C. RECOMMENDATION**

**Publication 103**

Première édition — First edition

1959

---

**Recommandations pour condensateurs électrolytiques à électrodes  
en aluminium d'usage courant**

---

**Recommendations for aluminium electrolytic capacitors  
for general purpose application**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
 <i>Articles</i>	
SECTION 1	
1.1 Domaine d'application . . . . .	6
1.2 Objet . . . . .	6
1.3 Terminologie . . . . .	6
1.4 Classification en catégories . . . . .	8
1.5 Valeurs normales de la capacité nominale . . . . .	14
1.6 Tolérances sur la capacité nominale . . . . .	14
1.7 Valeurs normales de la tension nominale . . . . .	16
1.8 Plages nominales de température . . . . .	16
1.9 Marquage . . . . .	16
1.10 Essais d'approbation de type . . . . .	18
1.11 Essais de contrôle de fabrication . . . . .	18
 SECTION 2	
2.1 Exécution des essais d'approbation de type . . . . .	18
2.2 Conditions normales d'essai . . . . .	22
2.3 Examen visuel . . . . .	22
2.4 Essais électriques . . . . .	22
2.4.1 Courant de fuite . . . . .	22
2.4.2 Capacité . . . . .	22
2.4.3 Tangente de l'angle de pertes . . . . .	24
2.4.4 Impédance . . . . .	24
2.4.5 Explosion . . . . .	24
2.5 Essais mécaniques et climatiques . . . . .	24
2.5.1 Traction sur les sorties . . . . .	24
2.5.2 Pliage des fils de sortie . . . . .	26
2.5.3 Pliage des cosses à souder . . . . .	26
2.5.4 Torsion des bornes filetées . . . . .	26
2.5.5 Soudure . . . . .	28
2.5.6 Vibrations . . . . .	30
2.5.7 Secousses . . . . .	30
2.5.8 Chaleur sèche . . . . .	30
2.5.9 Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle . . . . .	30
2.5.10 Froid . . . . .	32
2.5.11 Etanchéité . . . . .	32
2.5.12 Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants . . . . .	34
2.5.13 Brouillard salin . . . . .	34
2.5.14 Chaleur humide (essai de longue durée) . . . . .	34
2.5.15 Stockage . . . . .	34
2.6 Endurance . . . . .	36
2.7 Surtension . . . . .	36
 SECTION 3	
3.1 Dimensions . . . . .	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5

SECTION 1

<i>Clause</i>		
1.1	Scope . . . . .	7
1.2	Object . . . . .	7
1.3	Explanation of terms . . . . .	7
1.4	Classification into groups . . . . .	9
1.5	Standard values of rated capacitance . . . . .	15
1.6	Tolerances on rated capacitance . . . . .	15
1.7	Standard values of rated voltage . . . . .	17
1.8	Rated temperature ranges . . . . .	17
1.9	Marking . . . . .	17
1.10	Type acceptance tests . . . . .	19
1.11	Production tests . . . . .	19

SECTION 2

2.1	Schedule for type acceptance tests . . . . .	19
2.2	Standard conditions for testing . . . . .	23
2.3	Visual examination . . . . .	23
2.4	Electrical tests . . . . .	23
2.4.1	Leakage current . . . . .	23
2.4.2	Capacitance . . . . .	23
2.4.3	Tangent of the loss angle . . . . .	25
2.4.4	Impedance . . . . .	25
2.4.5	Explosion . . . . .	25
2.5	Mechanical and climatic tests . . . . .	25
2.5.1	Tensile test on terminations . . . . .	25
2.5.2	Flexibility of wire terminations . . . . .	27
2.5.3	Flexibility of soldering tags . . . . .	27
2.5.4	Torque on screw terminals . . . . .	27
2.5.5	Soldering . . . . .	29
2.5.6	Vibration . . . . .	31
2.5.7	Bumping . . . . .	31
2.5.8	Dry heat . . . . .	31
2.5.9	Damp heat (accelerated) first cycle . . . . .	31
2.5.10	Cold . . . . .	33
2.5.11	Sealing . . . . .	33
2.5.12	Damp heat (accelerated) remaining cycles . . . . .	35
2.5.13	Salt mist . . . . .	35
2.5.14	Damp heat (long term exposure) . . . . .	35
2.5.15	Storage . . . . .	35
2.6	Endurance . . . . .	37
2.7	Surge . . . . .	37

SECTION 3

3.1	Dimensions . . . . .	37
-----	----------------------	----

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### RECOMMANDATIONS POUR LES CONDENSATEURS ÉLECTROLYTIQUES A ÉLECTRODES EN ALUMINIUM D'USAGE COURANT

#### PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

#### PRÉFACE

Au cours d'une réunion tenue à Scheveningue en 1952, le Sous-Comité 12-3, Pièces détachées, du Comité d'Etudes No. 12, Radiocommunications, décida que des recommandations internationales devraient être établies pour les condensateurs électrolytiques.

Le premier projet fut discuté à la réunion d'Opatija, en 1953, où l'on décida de limiter le domaine d'application de ces recommandations aux condensateurs à électrodes en aluminium d'usage courant, les autres types devant faire l'objet de règles séparées à étudier ultérieurement. Le deuxième projet fut discuté à Philadelphie en 1954 et approuvé pour diffusion suivant la Règle des Six Mois. Le document en résultant fut soumis à l'approbation des Comités nationaux en mars 1955.

Le vote donna lieu à deux réponses défavorables et un certain nombre de pays soumièrent des observations qui furent discutées aux réunions de Londres en 1955 et de Munich en 1956 du Sous-Comité 40-1, Condensateurs et résistances, du Comité d'Etudes No. 40, Pièces détachées pour équipements électroniques, qui avait pris la succession du Sous-Comité 12-3. Lors de la réunion de Munich, on décida d'apporter une nouvelle limitation au domaine d'application du document, à savoir de le restreindre aux condensateurs destinés à fonctionner aux températures ambiantes non inférieures à  $-25^{\circ}\text{C}$ . Après discussion de toutes les observations, il fut décidé de soumettre les modifications acceptées à la Procédure des Deux Mois. Le document en résultant fut soumis à l'approbation des Comités nationaux en avril 1957.

Les pays suivants ont explicitement donné leur accord à cette publication :

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

Certains Comités nationaux déclarèrent que les règles de la publication 68, auxquelles il est fait référence dans ces recommandations, ne convenaient pas et proposèrent que des modifications soient apportées à cette publication. Les présentes recommandations n'ont été acceptées par ces Comités nationaux que conditionnellement et sous réserve qu'intervienne à l'avenir une révision de la Publication 68 de la C.E.I., destinée à résoudre ces difficultés.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR ALUMINIUM ELECTROLYTIC CAPACITORS  
FOR GENERAL PURPOSE APPLICATION

FOREWORD

- (1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- (2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- (3) In order to promote this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- (4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

It was decided in 1952, during the Scheveningen meeting of Sub-Committee 12-3: Components, of Technical Committee No. 12: Radio Communication, that international recommendations for electrolytic capacitors should be prepared.

The first draft was discussed in Opatija in 1953, when it was decided to limit the scope to capacitors with aluminium foil for general purpose application, other types being left for consideration in separate specifications at a later date. The second draft was discussed in Philadelphia in 1954 and was accepted for circulation under the Six Months' Rule. The resulting document was circulated to the National Committees for approval in March 1955.

Two unfavourable votes were received and some countries made a number of comments, which were discussed during the meeting in London in 1955 and Munich in 1956, of Sub-Committee 40-1: Capacitors and resistors, of Technical Committee No. 40: Components for electronic equipment, which had succeeded Sub-Committee 12-3. At the latter meeting it was decided to limit further the scope of the document to capacitors intended for operation at ambient temperatures not below  $-25^{\circ}\text{C}$ . After the discussion of all comments it was decided that the amendments accepted should be circulated under the Two Months' Procedure. The resulting document was circulated to the National Committees for approval in April 1957.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

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

Certain National Committees stated that the requirements of I.E.C. Publication No. 68: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components for radio-communication (First Edition, 1954), called for in these Recommendations were not satisfactory, and found it necessary to propose amendments to I.E.C. Publication No. 68. The present Recommendations were accepted by these National Committees conditional on, and subject to, future revision of I.E.C. Publication No. 68 to resolve these differences.

## RECOMMANDATIONS POUR CONDENSATEURS ÉLECTROLYTIQUES A ÉLECTRODES EN ALUMINIUM D'USAGE COURANT

### SECTION 1

#### 1.1 Domaine d'application

Les présentes recommandations sont applicables aux condensateurs électrolytiques polarisés à électrodes en aluminium destinés à l'usage général dans le matériel de radiocommunications et les dispositifs électroniques basés sur des techniques analogues, où la température ambiante n'est pas inférieure à  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Elles doivent être utilisées conjointement avec la Publication N° 68 de la C.E.I.: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées.

#### 1.2 Objet

Etablir des règles uniformes pour l'appréciation des propriétés mécaniques, électriques et climatiques des condensateurs, décrire les méthodes d'essais et donner des recommandations pour la normalisation de leurs dimensions et pour leur classification en catégories d'après leur aptitude à supporter les conditions spécifiées dans la Publication N° 68 de la C.E.I.

#### 1.3 Terminologie

##### 1.3.1 Capacité nominale

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

##### 1.3.2 Tension nominale

La tension nominale est la tension continue de fonctionnement qui peut être appliquée en permanence aux bornes d'un condensateur à la température maximum de la plage nominale de température.

*Note 1:* La somme de la tension continue et de la valeur de crête de la tension alternative appliquée au condensateur ne doit pas dépasser la tension nominale.

*Note 2:* On peut escompter que les condensateurs couverts par les présentes recommandations et satisfaisant aux conditions d'endurance fixées dans l'article 2.6 auront une durée de vie moyenne d'au moins 10 000 heures, en fonctionnement continu, pourvu que ce fonctionnement ait lieu sans dépasser les valeurs nominales de la tension continue, de la surtension et du courant ondulé et dans les conditions de température ambiante décrites. Une durée de vie plus longue peut être escomptée si l'un des paramètres ou tous les paramètres ci-dessus ont des valeurs plus faibles.

## RECOMMENDATIONS FOR ALUMINIUM ELECTROLYTIC CAPACITORS FOR GENERAL PURPOSE APPLICATION

### SECTION 1

#### 1.1 Scope

These Recommendations relate to polarized electrolytic capacitors with aluminium electrodes, intended for general purpose application in equipment for telecommunication and in electronic devices employing similar techniques, where the ambient temperature is not below  $-25^{\circ}\text{C}$ .

They shall be used in conjunction with I.E.C. Publication No. 68: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components.

#### 1.2 Object

To establish uniform requirements for judging the mechanical, electrical and climatic properties of capacitors, to describe test methods and to give recommendations for standard dimensions and classification into groups according to their ability to withstand conditions as specified in I.E.C. Publication No. 68.

#### 1.3 Explanation of terms

##### 1.3.1 *Rated capacitance*

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

##### 1.3.2 *Rated voltage*

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

*Note 1:* The sum of the direct voltage and the peak alternating voltage applied to the capacitor shall not exceed the rated voltage.

*Note 2:* Capacitors covered by these Recommendation and capable of meeting the performance requirements outlined in Clause 2.6 are expected to have an average life of at least 10 000 hours in continuous operation, provided that they are operated within their ratings for direct voltage, surge voltage, ripple current and ambient temperature conditions as described. Longer operating life can be expected where any or all of the above parameters are reduced.

### 1.3.3 Courant de fuite

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

### 1.3.4 Courant ondulé nominal

Le courant ondulé nominal est la valeur efficace du courant alternatif maximum admissible à une fréquence de 50 à 60 Hz ou de 100 à 120 Hz, suivant le cas, sous lequel le condensateur peut être mis en fonctionnement d'une façon permanente, à la température maximum de la plage nominale de température et sous la tension nominale.

### 1.3.5 Plage nominale de température

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

### 1.3.6 Tangente de l'angle de pertes

La tangente de l'angle de pertes ( $\text{tg } \delta$ ) est le quotient de la puissance dissipée dans le condensateur par la puissance réactive fournie par ce dernier lorsqu'on lui applique une tension sinusoïdale d'une fréquence déterminée.

*Note:* On peut pour définir les propriétés de ces condensateurs utiliser, en variante, la résistance série équivalente.

### 1.3.7 Température maximum d'un condensateur

La température maximum 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. Les mesures doivent être effectuées de façon que le résultat ne soit pas influencé par le dispositif de mesure, par exemple, en utilisant des couples thermoélectriques.

### 1.3.8 Température minimum d'un condensateur

La température minimum 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.

## 1.4 Classification en catégories

### 1.4.1 Classification systématique des pièces détachées pour l'électronique

#### 1.4.1.1 Généralité

Les pièces détachées sont destinées à être incorporées dans divers matériels et doivent de ce fait satisfaire à de nombreuses conditions climatiques et mécaniques, qui sont déterminées par l'utilisation, le stockage ou le transport des matériels sous divers climats et par les conditions dans lesquelles les pièces sont appelées à fonctionner à l'intérieur des appareils eux-mêmes.

Pour déterminer l'aptitude fonctionnelle des pièces détachées on les soumet à un certain nombre d'essais climatiques et de robustesse mécanique normalisés, indiqués dans le tableau suivant et exécutés selon les spécifications de la Publication N° 68 de la C.E.I.

Parmi les essais énumérés quelques-uns sont accélérés ou exagérés dans le but de fournir rapidement un renseignement sur les défauts possibles tandis que d'autres sont en quelque sorte comparables aux conditions effectives probables rencontrées en service.

### 1.3.3 *Leakage current*

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

### 1.3.4 *Rated ripple current*

The rated ripple current is the r.m.s. value of the maximum allowable alternating current with a frequency of 50 to 60 Hz(c/s) or 100 to 120 Hz(c/s), whichever is stated, at which the capacitor may be operated continuously at the maximum temperature of the rated temperature range with the rated voltage applied.

### 1.3.5 *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 the appropriate group.

### 1.3.6 *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.

*Note:* Equivalent series resistance may be used as a substitute in defining the properties of these capacitors.

### 1.3.7 *Maximum temperature of a capacitor*

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. Measurements shall be carried out in such a way that the result is not influenced by measuring means, for example by using thermocouples.

### 1.3.8 *Minimum temperature of a capacitor*

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.

## 1.4 **Classification into groups**

### 1.4.1 *Systematic classification of electronic components*

#### 1.4.1.1 **General**

Components may be incorporated in various equipments and consequently must satisfy many climatic and mechanical conditions, these are fixed by usage, storage or transport of equipments under various climates and by the working conditions inside such equipment.

To determine the operational suitability of the components these are subjected to a number of standardized climatic and mechanical robustness tests as set out in the following table and as specified in I.E.C. Publication No. 68.

Some of the tests detailed are accelerated or exaggerated in order to secure quickly information as to liability to failure, whilst others are in the nature of exposure to actual conditions likely to be experienced in service.

Pour beaucoup d'essais on a établi un nombre de degrés de sévérité correspondant approximativement aux conditions de fonctionnement admises. Les degrés de sévérité des différents essais sont indiqués dans le tableau suivant. Le très grand nombre de combinaisons possibles d'essais et de degrés de sévérité peut être cependant grandement réduit par le fait que ces essais peuvent être interdépendants.

C'est ainsi que l'essai de froid indique, suivant ses degrés de sévérité, si l'on peut espérer que la pièce détachée peut ou non être soumise à des secousses, à des vibrations et à des variations rapides de température.

De même, l'essai de chaleur humide indique, suivant ses degrés de sévérité, si l'on peut espérer que la pièce détachée peut ou non être soumise au brouillard salin.

Par contre, l'essai de chaleur sèche peut être considéré comme indépendant.

#### 1.4.1.2 Classification des condensateurs électrolytiques à électrodes en aluminium à usage général <sup>1)</sup>

Pour répondre aux exigences générales ci-dessus et pour établir sur une base raisonnable un code indiquant en gros les conditions climatiques et mécaniques auxquelles une pièce est apte, certains des essais des condensateurs électrolytiques à électrodes en aluminium ont été groupés ainsi que le montre le tableau suivant.

La catégorie est indiquée par un numéro de classification comprenant 3 chiffres (en caractères arabes) chacun d'eux correspondant respectivement aux degrés de sévérité fondamentaux suivants:

*1<sup>er</sup> chiffre* : Degré de sévérité de l'essai de froid, combiné avec les essais de vibration, de secousses, de basse pression atmosphérique et de variations rapides de température.

*2<sup>me</sup> chiffre* : Degré de sévérité de l'essai de chaleur sèche

*3<sup>me</sup> chiffre* : Degré de sévérité de l'essai de chaleur humide de longue durée, combiné avec l'essai accéléré et l'essai de brouillard salin.

Pour appartenir à une catégorie un condensateur électrolytique doit satisfaire à la totalité des essais spécifiés par la nature de son numéro de classification.

<sup>1)</sup> Cette classification a été établie à partir de la Publication N° 68 de la C.E.I. (Première édition 1954) et de quelques renseignements supplémentaires obtenus au cours de l'étude de la révision de cette édition.

Certaines données techniques de cet article pourront être remplacées par la deuxième édition de la Publication N° 68.

For many tests a number for severities have been laid down corresponding roughly to accepted conditions of service. The degrees of severities for the various tests are set out in the following table. The very large number of possible combinations of tests and severities may, however, be substantially reduced by the fact that the tests may be interdependent.

In this way, the cold test, according to its severities, indicates whether the component may or may not be expected to operate in such conditions that it is liable to be subjected to bumping, vibration, and rapid change of temperature.

Likewise, the damp heat test, according to its severities, indicates whether the component may or may not be expected to operate in such conditions that it is liable to be subjected to salt mist.

On the other hand, the dry heat test may be regarded as independent.

#### 1.4.1.2 Classification for aluminium electrolytic capacitors for general purpose application <sup>(1)</sup>

In order to meet the above general requirements and to provide a reasonable basic code which will indicate generally the climatic and mechanical conditions for which it is suitable, some of the tests for aluminium electrolytic capacitors for general purpose application have been grouped together as shown in the following table.

The category is indicated by a group number which consists of 3 digits (arabic numerals) corresponding respectively to the degrees of the following basic severities:

*First figure* : Degree of severity of the cold test combined with the vibration, bumping, low air pressure and rapid change of temperature tests.

*Second figure* : Degree of severity of the dry heat test.

*Third figure* : Degree of severity of the long term damp heat test, combined with the accelerated test and the salt mist test.

In order to belong to one category an electrolytic capacitor must satisfy the whole set of tests specified by its group number.

<sup>(1)</sup> This classification has been based on I.E.C. Publication No. 68 (First edition 1954) and some additional information made available during the revision of that edition.

Certain technical information in this clause may be superseded by the second edition of Publication No. 68.

Numéro de classification	Essais et degrés de sévérité correspondants	Application caractéristique
<p><i>1<sup>er</sup> chiffre</i></p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p>	<p>Froid, sévérité III (—65°C) Vibrations Secousses Basse pression atmosphérique, sévérité IV Variations rapides de température</p> <p>Froid, sévérité IV (—55°C) Vibrations Secousses Basse pression atmosphérique, sévérité IV Variations rapides de température</p> <p>Froid, sévérité V (—40°C) Vibrations Secousses Basse pression atmosphérique, sévérité V Variations rapides de température</p> <p>Froid, sévérité VI (—25°C) Vibrations Secousses</p> <p>Froid, sévérité VII (—10°C) Secousses</p>	<p>Matériel fonctionnant aux altitudes extrêmes</p> <p>Matériel aéroporté pour hautes altitudes et applications similaires</p> <p>Matériel fonctionnant dans des conditions moins sévères que les précédentes</p> <p>Matériel destiné aux applications industrielles et à l'utilisation au sol dans des conditions assez sévères</p> <p>Matériel d'usage domestique</p>
<p><i>2<sup>me</sup> chiffre</i></p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p>	<p>Chaleur sèche, sévérité II (155°C)</p> <p>» » » III (125°C)</p> <p>» » » IV (100°C)</p> <p>» » » V (85°C)</p> <p>» » » VI (70°C)</p> <p>» » » VII (55°C)</p> <p>» » » VIII (40°C)</p>	
<p><i>3<sup>me</sup> chiffre</i></p> <p>4</p>	<p>Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité IV</p> <p>Chaleur humide, essai accéléré, sévérité IV</p> <p>Brouillard salin, sévérité V</p>	<p>Matériel utilisé en climat tropical humide ou dans des conditions telles qu'une grande résistance à une exposition prolongée en atmosphère humide est nécessaire</p>

Group designation	Tests and associated severities	Typical operational suitability
<p><i>First figure</i></p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p>	<p>Cold, severity III (—65°C) Vibration Bumping Low air pressure, severity IV Rapid change of temperature</p> <p>Cold, severity IV (—55°C) Vibration Bumping Low air pressure, severity IV Rapid change of temperature</p> <p>Cold, severity V (—40°C) Vibration Bumping Low air pressure, severity V Rapid change of temperature</p> <p>Cold, severity VI (—25°C) Vibration Bumping</p> <p>Cold, severity VII (—10°C) Bumping</p>	<p>For use at extreme altitudes</p> <p>For use in high-altitude aircraft and similar applications</p> <p>For use in less extreme conditions than 4</p> <p>For industrial applications and ground use in fairly extreme conditions</p> <p>For use in domestic applications</p>
<p><i>Second figure</i></p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p>	<p>Dry heat, severity II (155°C)</p> <p>” ” ” III (125°C)</p> <p>” ” ” IV (100°C)</p> <p>” ” ” V (85°C)</p> <p>” ” ” VI (70°C)</p> <p>” ” ” VII (55°C)</p> <p>” ” ” VIII (40°C)</p>	
<p><i>Third figure</i></p> <p>4</p>	<p>Damp heat, long term exposure, severity IV</p> <p>Damp heat, accelerated, severity IV</p> <p>Salt mist, severity V</p>	<p>For use in wet tropical climates and for other situations where very high resistance to prolonged humid exposure is needed.</p>

Numéro de classification	Essais et degrés de sévérité correspondants	Application caractéristique
5	Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité V Chaleur humide, essai accéléré, sévérité V	Matériel utilisé en climat semi-tropical ou dans des conditions telles qu'une grande résistance à un séjour en atmosphère humide est nécessaire.
6	Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité VI	Matériel utilisé en climat tempéré
7	Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité VII Chaleur humide, essai accéléré, sévérité VI	Matériel et sous-ensembles étanches

*Exemple*

Pour appartenir à la catégorie 654 un condensateur électrolytique doit satisfaire à tous les essais suivants:

- a) Froid, sévérité VI (−25°C)  
Vibrations  
Secousses
- b) Chaleur sèche, sévérité V (85°C)
- c) Chaleur humide, essai de longue durée, sévérité IV  
Chaleur humide, essai accéléré, sévérité IV  
Brouillard salin, sévérité V.

1.4.2 *Catégories pour les condensateurs électrolytiques à électrodes en aluminium*

Les cinq catégories suivantes ont été choisies pour les condensateurs électrolytiques à électrodes en aluminium:

<u>654</u>	755
<u>664</u>	<u>765</u>
	<u>776</u>

Les catégories soulignées sont les catégories préférentielles et sont à utiliser chaque fois que possible.

1.5 **Valeurs normales de la capacité nominale**

Les valeurs normales de capacité nominale sont:

1 – 2 – 5 – 10 – 20 – 50 – 100 – 200 – 500 – 1 000 – 2 000 et 5 000  $\mu$ F.

1.6 **Tolérances sur la capacité nominale**

Les tolérances normales sur la capacité nominale sont:

Tension nominale	Tolérance en %	
	normale	spéciale
0 à 50 V	−10 à + 250	−10 à + 100
51 à 150 V	−10 à + 100	−10 à + 50
151 V et au-dessus	−10 à + 50	−10 à + 30

Group designation	Tests and associated severities	Typical operational suitability
5	Damp heat, long term exposure, severity V Damp heat, accelerated, severity V	For use in semi-tropical climates and for other situations where high resistance to humid atmospheres is needed
6	Damp heat, long term exposure, severity VI	For general use in temperate climates
7	Damp heat, long term exposure, severity VII Damp heat, accelerated, severity VI	For use in sealed equipments or assemblies

**Example**

In order to belong to the category 654 an electrolytic capacitor shall satisfy all the following tests:

- (a) Cold, severity VI (−25°C)  
Vibration  
Bumping
- (b) Dry heat, severity V (85°C)
- (c) Damp heat, long term exposure, severity IV  
Damp heat, accelerated, severity IV  
Salt mist, severity V.

**1.4.2 Groups for aluminium electrolytic capacitors**

The following five groups have been selected for aluminium electrolytic capacitors:

<u>654</u>	755
664	<u>765</u>
	<u>776</u>

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

**1.5 Standard values of rated capacitances**

The standard values of rated capacitances are:

1 – 2 – 5 – 10 – 20 – 50 – 100 – 200 – 500 – 1 000 – 2 000 – 5 000  $\mu$ F.

**1.6 Tolerances on rated capacitance**

The standard tolerances on the rated capacitance are:

Rated voltage	Tolerance %	
	normal	special
0 — 50 V	−10 to +250	−10 to +100
51 — 150 V	−10 to +100	−10 to + 50
151 V and higher	−10 to + 50	−10 to + 30

### 1.7 Valeurs normales de la tension nominale

Les valeurs normales de la tension nominale sont :

3 – 6 – 10 – 12 – 15 – 25 – 50 – 70 – 150 – 250 – 275 – 300 – 350 et 450 V (tension continue).

### 1.8 Plages nominales de température

Les plages nominales de température des différentes catégories sont :

Catégories	Plage nominale de température
<u>654</u>	—25 à +85°C
664	—25 à +70°C
755	—10 à +85°C
<u>765</u>	—10 à +70°C
776	—10 à +55°C

### 1.9 Marquage

1.9.1 Chaque condensateur doit porter lisiblement les indications suivantes :

- la capacité nominale en microfarads ;
- la tolérance sur la capacité nominale, si elle est différente de la valeur normale ;
- la tension nominale, la nature du courant et la plage de température nominale ; le courant continu peut être indiqué par le symbole  $\text{—}=\text{—}$  ;
- la polarité des bornes.

Dans le cas de condensateurs à plusieurs éléments, la capacité nominale et la tension nominale de l'élément connecté à chaque sortie doivent être indiquées sans ambiguïté. La sortie de l'élément destiné à être connecté directement au redresseur doit être indiquée avec le chiffre 1 ou avec la couleur rouge ;

- le courant ondulé nominal à une fréquence donnée ;

*Note:* Le courant ondulé maximum admissible pour une valeur donnée de la capacité est déterminé par les dimensions du condensateur et par plusieurs autres éléments. Le marquage correspondant peut être omis si les normes nationales spécifient une normalisation dimensionnelle et des courants ondulés nominaux.

- l'indication de la catégorie ;
- la marque d'origine (nom du constructeur ou marque de fabrique) ;
- la semaine (ou le mois) et l'année de fabrication qui peuvent être indiquées sous forme codifiée.

1.9.2 De plus, dans la mesure du possible, les renseignements suivants doivent être portés dans l'ordre ci-dessous :

- le type, tel qu'il est désigné par le constructeur ;
- une référence à la présente spécification ou à la spécification nationale applicable au condensateur.

*Note:* Si l'on ne dispose pas d'un espace suffisant, les indications prévues dans cet article doivent être marquées sur l'emballage.

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

### 1.7 Standard values of rated voltage

The standard values of rated voltage are:

3 – 6 – 10 – 12 – 15 – 25 – 50 – 70 – 150 – 250 – 275 – 300 – 350 – 450 V d.c.

### 1.8 Rated temperature ranges

The rated temperature ranges for the different groups are:

Group	Rated temperature range
<u>654</u>	–25 to +85°C
<u>664</u>	–25 to +70°C
<u>755</u>	–10 to +85°C
<u>765</u>	–10 to +70°C
<u>776</u>	–10 to +55°C

### 1.9 Marking

1.9.1 Each capacitor shall have the following information clearly marked upon it:

- (a) Rated capacitance in microfarads;
- (b) Tolerance on rated capacitance, if other than the normal tolerance;
- (c) Rated voltage and rated temperature range. Direct voltage may be indicated by the symbol  $\equiv$ ;
- (d) Polarity of the terminations.

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

- (e) Rated ripple current at a stated frequency;

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

- (f) Indication of group;
- (g) Mark of origin (manufacturer's name or trade mark);
- (h) Week (or month) and year of manufacture. This may be in code form.

1.9.2 In addition, wherever possible, the following information shall be given in the order indicated:

- (a) Manufacturer's type designation;
- (b) A reference to this document or to the national specification appropriate to the capacitor.

*Note:* If insufficient space is available, the marking required by this clause shall be given on the package.

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

### 1.10 Essais d'approbation de type

- 1.10.1 Un type de condensateur englobe tous les condensateurs de fabrication semblable, compte non tenu des dispositifs de montage ou des manchons isolants, et dont la capacité et la tension nominales rentrent dans la gamme utilisée normalement par le constructeur pour cette fabrication.
- 1.10.2 Les essais d'approbation de type sont, à l'origine, exécutés pour se rendre compte si une pièce détachée, construite suivant un projet particulier, satisfait aux prescriptions de la spécification. Certains de ces essais ou tous peuvent être répétés de temps en temps, sur les échantillons prélevés sur la fabrication courante, de façon à confirmer que la qualité de la pièce détachée satisfait encore aux prescriptions de la spécification. Ces derniers essais peuvent montrer des défauts de construction n'étant pas apparus lors des premiers essais ou peuvent indiquer des défauts de fabrication qui devront alors être corrigés.
- 1.10.3 Cette spécification ne donne pas de renseignements sur les plans d'échantillonnage, qui doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

### 1.11 Essais de contrôle de fabrication

Les essais de contrôle de fabrication sont les essais effectués par le fabricant afin de s'assurer que les condensateurs livrés n'ont pas de défauts de fabrication majeurs. Il est présumé que les essais suivants ont été effectués sur tous les condensateurs par le fabricant:

Capacité  
Courant de fuite.

*Note :* Les méthodes d'essais de contrôle de fabrication ne sont pas nécessairement identiques à celles des essais d'approbation de type correspondants.

## SECTION 2

### 2.1 Exécution des essais d'approbation de type

- 2.1.1 Le nombre des échantillons doit être agréé par le client et par le fabricant.  
L'échantillonnage doit être choisi tel qu'il soit représentatif de la gamme des valeurs de capacité et de tension nominales du type à essayer.  
Le nombre des échantillons de mêmes caractéristiques nominales soumis à chaque essai particulier ne doit pas être inférieur à 5.
- 2.1.2 Tous les échantillons doivent être soumis aux essais suivants, dans l'ordre indiqué ci-dessous:

Essai	Article
Examen visuel	2.3
Courant de fuite	2.4.1
Capacité	2.4.2
Tangente de l'angle de pertes	2.4.3

### 1.10 Type acceptance tests

1.10.1 Capacitors of one type comprise capacitors having similar design features, exclusive of mounting accessories or insulating sleeves and falling within one manufacturer's usual range of capacitance and voltage rating for such design.

1.10.2 Type acceptance tests are originally carried out to discover if a particular design of component will meet the requirements of the Specification. Some or all of these tests may be repeated from time to time on samples drawn from current production to confirm that the quality of the product is still to the requirements of the Specification. Failure in the latter tests may show defects of design not apparent in the original tests or may indicate defects in production which need to be corrected.

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

### 1.11 Production tests

Production tests are those tests carried out by the manufacturer to ensure that the capacitors delivered to the customer are free from fundamental manufacturing defects. The customer may assume that the following tests are carried out by the manufacturer on every capacitor:

Capacitance  
Leakage current.

*Note :* Production test methods are not necessarily identical with the corresponding type acceptance tests.

## SECTION 2

### 2.1 Schedule for type acceptance tests

2.1.1 The number of components to be tested shall be agreed upon between customer and manufacturer. The sample shall be so selected as to be representative of the range of capacitance and voltage rating of the type under consideration.

The number of specimens with identical ratings to be subjected to any single test shall not be less than 5.

2.1.2 All specimens shall be subjected to the following tests, in the order stated below:

Test	Clause
Visual examination	2.3
Leakage current	2.4.1
Capacitance	2.4.2
Tangent of loss angle	2.4.3

2.1.3 Les condensateurs sont alors divisés en cinq lots égaux. Tous les échantillons de chaque lot doivent subir les essais ci-après dans l'ordre indiqué.

Essai	Condition de sévérité					Article de la spécification
	654	664	755	765	776	
<i>1<sup>er</sup> lot d'échantillons</i>						
Robustesse des sorties	x	x	x	x	x	2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 2.5.4
Soudure	x	x	x	x	x	2.5.5
Vibrations	x	x	—	—	—	2.5.6
Secousses	x	x	x	x	x	2.5.7
Chaleur sèche	B V	B VI	B V	B VI	B VII	2.5.8
Chaleur humide (essai accéléré) 1 <sup>er</sup> cycle	D IV	D IV	D V	D V	—	2.5.9
Froid	A VI	A VI	A VII	A VII	A VII	2.5.10
Étanchéité	x	x	—	—	—	2.5.11
Chaleur humide (essai accéléré) cycles restants	D IV	D IV	D V	D V	—	2.5.12
Brouillard salin	K V	K V	—	—	—	2.5.13
<i>2<sup>me</sup> lot d'échantillons</i>						
Chaleur humide (essai de longue durée)	C IV	C IV	C V	C V	C VI	2.5.14
<i>3<sup>me</sup> lot d'échantillons</i>						
Stockage	H	H	H	H	H	2.5.15
<i>4<sup>me</sup> lot d'échantillons</i>						
Endurance	x	x	x	x	x	2.6
<i>5<sup>me</sup> lot d'échantillons</i>						
Impédance	x	x	x	x	x	2.4.4
Essai de surtension (sur la moitié du lot)	x	x	x	x	x	2.7
Essai d'explosion (sur la moitié du lot)	x	x	x	x	x	2.4.5

Dans la séquence des essais du premier lot, un intervalle ne dépassant pas trois jours est admis entre chaque essai, à l'exception de l'intervalle séparant le premier cycle de l'essai accéléré de chaleur humide et l'essai de froid. Dans ce cas, l'essai de froid doit suivre immédiatement la période de reprise spécifiée pour l'essai de chaleur humide.

*Note 1 :* Dans le tableau ci-dessus, le signe « x » indique que la méthode d'essai et les conditions sont fixées à l'article mentionné. Les autres indications sont conformes à celles de la Publication N° 68 de la C.E.I.

*Note 2 :* Un condensateur qui a subi les essais d'approbation de type ne doit en aucun cas être utilisé sur un appareil, ni reversé aux stocks.

2.1.3 The capacitors shall then be divided into five equal lots. All capacitors in each lot shall undergo the following tests in the order stated hereafter:

Test	Degree of severity					Clause of this specification
	654	664	755	765	776	
<i>First lot</i>						
Mechanical tests on terminations	x	x	x	x	x	2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 2.5.4
Soldering	x	x	x	x	x	2.5.5
Vibration	x	x	—	—	—	2.5.6
Bumping	x	x	x	x	x	2.5.7
Dry heat	B V	B VI	B V	B VI	B VII	2.5.8
Damp heat (accelerated) 1st cycle	D IV	D IV	D V	D V	—	2.5.9
Cold	A VI	A VI	A VII	A VII	A VII	2.5.10
Sealing	x	x	—	—	—	2.5.11
Damp heat (accelerated) remaining cycles	D IV	D IV	D V	D V	—	2.5.12
Salt mist	K V	K V	—	—	—	2.5.13
<i>Second lot</i>						
Damp heat (long term)	C IV	C IV	C V	C V	C VI	2.5.14
<i>Third lot</i>						
Storage	H	H	H	H	H	2.5.15
<i>Fourth lot</i>						
Endurance	x	x	x	x	x	2.6
<i>Fifth lot</i>						
Impedance	x	x	x	x	x	2.4.4
Surges (half of the lot)	x	x	x	x	x	2.7
Explosion (half of the lot)	x	x	x	x	x	2.4.5

In the series of tests applied to the first lot, an interval of not more than three days is permitted between any of these tests, except between accelerated damp heat first cycle and cold. In this case the cold test shall follow immediately after the recovery period specified for the damp heat test.

*Note 1:* The letter "x" in the above table indicates that the test procedure and the requirements are laid down in the clause mentioned. The other indications are in accordance with those of I.E.C. Publication No. 68.

*Note 2:* Any capacitor that has been subjected to the type acceptance tests, or any part of them, shall not be used in equipment or returned to bulk supply.

## 2.2 Conditions normales d'essai

- 2.2.1 Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai fixées dans la Publication N° 68 de la C.E.I.: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées.

Avant les mesures, les condensateurs doivent être stockés à la température d'essai pendant un temps suffisant pour leur permettre d'atteindre en tous leurs points cette température. La période de reprise prescrite après l'épreuve est satisfaisante pour remplir cette condition. 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 à un courant d'air, soumis au rayonnement solaire direct ou à d'autres influences analogues susceptibles d'introduire des erreurs.

- 2.2.2 Les condensateurs qui ont été stockés sans être mis sous tension pendant plus de 30 jours doivent être préconditionnés, au moins deux heures avant toute séquence d'essais, par l'application de la tension nominale fournie par une source ayant une résistance interne d'environ 1 500 ohms. La tension doit être appliquée pendant une heure après avoir atteint la valeur nominale.

Aucun préconditionnement n'est permis au cours des essais d'approbation de type.

## 2.3 Examen visuel

- 2.3.1 Les dimensions doivent être vérifiées et doivent satisfaire aux valeurs spécifiées.
- 2.3.2 Les condensateurs doivent être fabriqués et traités conformément aux règles de l'art.
- 2.3.3 Le marquage doit être lisible.

## 2.4 Essais électriques

### 2.4.1 Courant de fuite

- 2.4.1.1 Le courant de fuite mesuré dans les conditions fixées à l'article 2.4.1.2 ne doit pas dépasser la plus petite des deux valeurs suivantes:

$$I = U.C \times 10^{-4} + 0,3 \text{ ou } 10 \text{ mA,}$$

formule dans laquelle  $I$  est le courant de fuite en milliampères

$U$  est la tension nominale en volts

$C$  est la capacité nominale en microfarads.

- 2.4.1.2 Une tension continue égale à la tension nominale est appliquée aux bornes du condensateur pendant 10 minutes et, immédiatement après la fin de cette période, on mesure le courant de fuite.

### 2.4.2 Capacité

- 2.4.2.1 La valeur de la capacité doit correspondre à la capacité nominale, compte tenu de la tolérance.
- 2.4.2.2 La mesure de la capacité série doit se faire, ou le résultat de cette mesure être ramené à une fréquence comprise entre 40 et 120 Hz, la fréquence de mesure devant être indiquée dans le procès-verbal d'essai. Pendant la mesure on applique au condensateur une tension continue égale à 80% de la tension nominale. La valeur de crête de la tension alternative de mesure ne doit pas dépasser 5% de la tension nominale ou 10 V si cette dernière valeur est plus faible, et le courant ondulé nominal du condensateur ne doit pas être dépassé pendant la mesure.

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

## 2.2 Standard conditions for testing

- 2.2.1 Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified in I.E.C. Publication No. 68: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components.

Before the measurements are made, the 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 adequate 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 sunrays or other influences likely to cause error.

- 2.2.2 Capacitors which have been in storage without applied voltage for more than 30 days shall be preconditioned, not less than two hours before any tests sequence, by the application of rated voltage from a source having an internal resistance of approximately 1 500 ohms. The voltage shall be applied for one hour after its value has become equal to the rated voltage.

No preconditioning is allowed during the type acceptance tests.

## 2.3 Visual examination

- 2.3.1 The dimensions shall be checked and they shall comply with the specified values.
- 2.3.2 Capacitors shall be manufactured in accordance with good current practice.
- 2.3.3 The marking shall be legible.

## 2.4 Electrical tests

### 2.4.1 Leakage current

- 2.4.1.1 The leakage current when measured as in Clause 2.4.1.2. shall not exceed:

$$I = U.C \times 10^{-4} + 0.3 \text{ or } 10 \text{ mA whichever be the less,}$$

where  $I$  = leakage current in milliamperes

$U$  = rated voltage in volts

$C$  = rated capacitance in microfarads.

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

### 2.4.2 Capacitance

- 2.4.2.1 The capacitance shall correspond with the rated capacitance, taking into account the tolerance.
- 2.4.2.2 The series capacitance shall be measured at, or corrected to measurements made at a frequency of 40 to 120 Hz(c/s) and it shall be stated in the test reports at what frequency the measurement was made. During the measurement a direct voltage equal to 80% of the rated voltage shall be applied to the capacitor. The peak value of the alternating measuring voltage shall not exceed 5% of the rated voltage or 10 V, whichever be the less, and the rated ripple current of the capacitor shall not be exceeded during the measurement.

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

### 2.4.3 Tangente de l'angle de pertes

La tangente de l'angle de pertes, ou le produit de la résistance série en ohms par la capacité nominale en microfarads, déterminés dans les conditions de mesure fixées à l'article 2.4.2.2 ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées ci-dessous :

Tension nominale	Tangente de l'angle de pertes	Produit RC en microsecondes	
		à 50 Hz	à 120 Hz
comprise entre 0 et 4 V	0,45	1 400	600
comprise entre 5 et 50 V	0,35	1 100	465
comprise entre 51 et 150 V	0,25	800	330
supérieure ou égale à 151 V	0,15	480	200

L'instrument de mesure utilisé doit permettre une mesure de la tangente de l'angle de pertes avec une précision de 0,01.

### 2.4.4 Impédance

2.4.4.1 Pour les condensateurs simples et doubles, l'impédance à 500 kHz de chaque élément ne doit pas dépasser :

1 ohm pour les condensateurs de capacité supérieure à 50  $\mu\text{F}$ ,

$\frac{50}{C}$  ohms pour les condensateurs de capacité inférieure à 50  $\mu\text{F}$ ,

C étant la capacité réelle en microfarads mesurée à l'article 2.4.2.

2.4.4.2 L'impédance doit être déterminée par une méthode appropriée donnant une précision supérieure à la plus petite des valeurs suivantes: 0,1 ohm ou  $\frac{5}{C}$  ohms. La tension de mesure ne doit pas dépasser 5% de la tension nominale et le courant traversant le condensateur ne doit pas dépasser 5 mA.

### 2.4.5 Explosion

A l'étude.

## 2.5 Essais mécaniques et climatiques

### 2.5.1 Traction sur les sorties

2.5.1.1 Après l'essai suivant, le condensateur ne doit pas présenter de dommage visible.

2.5.1.2 On immobilise le corps du condensateur et on charge à tour de rôle ses sorties, dans leur position normale par rapport au corps du condensateur et dans la direction des axes des sorties, avec le poids indiqué ci-dessous appliqué pendant 10 secondes.

Le poids doit être :

Pour tous les types de sorties à l'exception des sorties par fil: 2 kg (4,4 lb).

Pour les sorties par fil: voir le tableau à la page 26.

2.4.3 *Tangent of the loss angle*

When measured under the conditions of Clause 2.4.2.2, the tangent of the loss angle, or the product of the series resistance in ohms and the rated capacitance in microfarads, shall not exceed the value shown below:

Rated voltage	Tangent of the loss angle	RC product in microseconds	
		at 50 Hz(c/s)	at 120 Hz(c/s)
0 — 4 V inclusive	0.45	1 400	600
5 — 50 V „	0.35	1 100	465
51 — 150 V „	0.25	800	330
151 V and higher	0.15	480	200

The measuring instrument shall be so chosen as to permit a measurement of the tangent of the loss angle accurate to 0.01.

2.4.4 *Impedance*

2.4.4.1 For single and double capacitors, the impedance of each section of the capacitor at 500 kHz(kc/s) shall not exceed:

1 ohm for capacitors with a capacitance above 50  $\mu\text{F}$ ,  
 $\frac{50}{C}$  ohms for capacitors with a capacitance of less than 50  $\mu\text{F}$ ,  
 where  $C$  is the actual capacitance in microfarads as measured in Clause 2.4.2.

2.4.4.2 This shall be determined by using a suitable method providing an accuracy of better than 0.1 ohm or  $\frac{5}{C}$  ohms whichever be the smaller. The measuring voltage shall not exceed 5% of the rated voltage and the current through the capacitor shall not exceed 5 mA.

2.4.5 *Explosion*

Under consideration.

2.5 **Mechanical and climatic tests**

2.5.1 *Tensile test on terminations*

2.5.1.1 After the following test there shall be no visible damage to the capacitor.

2.5.1.2 The body of the capacitor is clamped and the terminations are loaded in turn in their normal position relative to the body, in the direction of the axes of the terminations, with a weight as specified below for a period of 10 seconds.

The weight shall be:

For all types of terminations except wire terminations: 2 kg (4.4 lb)

For wire terminations: see the table on page 27.

Section du fil (le diamètre correspondant des fils ronds est donné entre parenthèses)		Poids	
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg	lb
Supérieure à 0,5 (0,8 mm)	Supérieure à 0,00078 (0,032 in)	2	4,4
Supérieure à 0,2 (0,5 mm) et inférieure ou égale à 0,5 (0,8 mm)	Supérieure à 0,00031 (0,020 in) et inférieure ou égale à 0,00078 (0,032 in)	1	2,2
Inférieure ou égale à 0,2 (0,5 mm)	Inférieure ou égale à 0,00031 (0,020 in)	0,5	1,1

### 2.5.2 *Pliage des fils de sortie*

2.5.2.1 Chacune des sorties doit supporter 2 pliages consécutifs sans dommage visible pour le condensateur.

2.5.2.2 On suspend librement le poids indiqué ci-dessous à chacune des sorties du condensateur à tour de rôle, dans la direction des axes des sorties, le corps du condensateur étant maintenu de façon que, par rapport à lui, le fil se trouve dans sa position normale.

Section du fil (le diamètre correspondant des fils ronds est donné entre parenthèses)		Poids	
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg	lb
Supérieure à 0,5 (0,8 mm)	Supérieure à 0,00078 (0,032 in)	1	2,2
Supérieure à 0,2 (0,5 mm) et inférieure ou égale à 0,5 (0,8 mm)	Supérieure à 0,00031 (0,020 in) et inférieure ou égale à 0,00078 (0,032 in)	0,5	1,1
Inférieure ou égale à 0,2 (0,5 mm)	Inférieure ou égale à 0,00031 (0,020 in)	0,25	0,55

2.5.2.3 On incline ensuite le corps du condensateur assez lentement, de façon à plier le fil à 90° et à revenir ensuite à la position initiale, le mouvement s'effectuant entièrement dans un plan vertical.

Un pliage se compose d'une flexion à 90° et du retour à la position initiale.

Les pliages consécutifs doivent être exécutés en sens contraire.

Lorsque les sorties sont telles qu'elles sont moins résistantes dans un plan donné, il faut, soit effectuer l'essai dans la direction correspondant au minimum de résistance soit effectuer plusieurs essais, chacun sur un échantillon différent.

### 2.5.3 *Pliage des cosse à souder*

2.5.3.1 Chaque cosse à souder doit supporter 2 cycles consécutifs de pliage sans dommage pour le condensateur.

2.5.3.2 Un poids de 1 kg est appliqué perpendiculairement à la cosse à souder au milieu de la surface destinée à la soudure, dans une direction, puis dans la direction opposée.

Cette opération est considérée comme constituant un pliage.

### 2.5.4 *Torsion des bornes filetées*

Les couples de torsion ayant le moment indiqué ci-après doivent être appliqués aux écrous ou aux vis des bornes filetées. Le condensateur ne doit pas présenter de dommage visible.

Cross-sectional area of the wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)		Load	
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg	lb
Exceeding 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00078 (0.032 in)	2	4.4
Exceeding 0.2 (0.5 mm) up to and including 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00031 (0.020 in) up to and including 0.00078 (0.032 in)	1	2.2
Up to and including 0.2 (0.5 mm)	Up to and including 0.00031 (0.020 in)	0.5	1.1

2.5.2 *Flexibility of wire terminations*

2.5.2.1 Each termination shall withstand 2 consecutive bends without visible damage to the capacitor.

2.5.2.2 The capacitor shall have a load as specified below freely suspended from each of its terminations in turn, in the direction of the termination, the body of the capacitor being held so that the wire is in its normal position relative to the body of the capacitor.

Cross-sectional area of the wire (the corresponding diameter of round wire is given between brackets)		Load	
mm <sup>2</sup>	in <sup>2</sup>	kg	lb
Exceeding 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00078 (0.032 in)	1	2.2
Exceeding 0.2 (0.5 mm) up to and including 0.5 (0.8 mm)	Exceeding 0.00031 (0.020 in) up to and including 0.00078 (0.032 in)	0.5	1.1
Up to and including 0.2 (0.5 mm)	Up to and including 0.00031 (0.020 in)	0.25	0.55

2.5.2.3 The body of the capacitor shall then be inclined, reasonably slowly, so as to bend the wire through 90° and return to normal, the entire action taking place in one vertical plane.

Bending through an angle of 90° and back shall be defined as one bend.

Consecutive bends shall be in opposite directions.

Where the terminations are so designed that they are weaker in one plane than in others, they shall be tested in the weakest direction, or several tests, each on a separate sample, shall be made.

2.5.3 *Flexibility of soldering tags*

2.5.3.1 Each soldering tag shall withstand 2 consecutive cycles of bending without visible damage to the capacitor.

2.5.3.2 A load of 1 kg shall be applied to the soldering tag, at right angles to the centre of the soldering surface, first in one direction and then in the opposite direction.

This operation shall be defined as 1 cycle of bending.

2.5.4 *Torque on screw terminals*

The following torque shall be applied to the nuts and screws of threaded terminals. There shall be no visible damage to the capacitor.

Diamètre extérieur du filetage		Moment de torsion	
mm	in	cm.-kg	in.-lb
3	1/8	5	4,4
3,5	9/64	8	7
4	5/32	12	10,4
5	3/16	20	17,4
6	1/4	25	21,8
7—10	9/32—3/8	30	26,1
11—16	13/32—5/8	50	43,5
supérieur à 16	supérieur à 5/8	70	61

### 2.5.5 Soudure

Le condensateur est soumis à un des essais suivants:

#### 2.5.5.1 Essai au bain de soudure

Pour cet essai on utilise un bain de soudure pourvu d'un dispositif capable de maintenir la température de la soudure à  $300 \pm 10^\circ\text{C}$ . Des précautions doivent être prises afin d'assurer que la température est uniforme dans tout le bain entre les limites mentionnées ci-dessus. La surface de la soudure doit être gardée propre et brillante. Immédiatement avant un essai on laisse tomber dans le centre du bain une pièce de soudure constituée par 60% d'étain et 40% de plomb avec une âme de résine pure. La longueur de cette pièce doit être d'environ 12 mm (0,5 in) et le diamètre d'environ 1,6 mm (1/16 in).

2.5.5.2 Dès que la soudure ajoutée a fondu, la sortie de la pièce détachée est immergée dans le bain de soudure dans la direction de son axe longitudinal. La durée de l'immersion est de  $2 \pm 0,5$  secondes. Les sorties par fil sont immergées jusqu'à un point éloigné de 6 mm de l'endroit où la sortie émerge du corps du condensateur. Les cosses à souder sont immergées sur la moitié de leur longueur.

2.5.5.3 La sortie doit être examinée pour vérifier l'étamage. Il doit se produire un écoulement libre de la soudure et la sortie doit être correctement recouverte de soudure.

2.5.5.4 La sortie est ensuite immergée comme indiqué à l'article 2.5.5.2, pour une période supplémentaire de  $8 \pm 1$  secondes, puis retirée.

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

#### 2.5.5.6 Essai au fer à souder

Pour cet essai, la panne du fer à souder doit être lisse, propre et portée à une température de 300 à 350°C. Elle doit avoir la forme et les dimensions indiquées sur la figure 1.

La soudure utilisée doit être à 60% d'étain et 40% de plomb, avec une âme de résine pure exempte de tout agent activant; son diamètre doit être de 2 mm environ.

2.5.5.7 Pour les sorties par fil, le fer à souder doit être appliqué de la manière indiquée sur la figure I. Pour les cosses à souder le fer à souder doit être appliqué de manière à ne pas toucher les scellements. Le temps d'application total du fer doit être de  $10 \pm 1$  secondes.

La sortie doit être mouillée par la soudure au cours des deux premières secondes d'application du fer et de la soudure spécifiée.

Outside diameter of thread		Torque	
mm	in	cm kg	in lb
3	1/8	5	4.4
3.5	9/64	8	7
4	5/32	12	10.4
5	3/16	20	17.4
6	1/4	25	21.8
7—10	9/32—3/8	30	26.1
11—16	13/32—5/8	50	43.5
over 16	over 5/8	70	61

### 2.5.5 Soldering

The capacitor shall be subjected to one of the following tests:

#### 2.5.5.1 Solder dip test

The solder bath used for this test shall be fitted with means to maintain the temperature of the solder at  $300 \pm 10^\circ\text{C}$ . Precautions shall be taken to ensure uniformity of temperature throughout the mass of the solder within the above-mentioned limits.

The surface of the bath shall be kept clean and bright, and immediately prior to a test a piece of 60/40 tin-lead alloy solder with a pure rosin core, approximately 12 mm (0.5 in) long and 1.6 mm (1/16 in) in diameter, shall be dropped into the middle of the bath.

2.5.5.2 As soon as the added solder wire has melted, the capacitor termination shall be immersed into the bath of molten solder in the direction of its longitudinal axis. The duration of the immersion shall be  $2 \pm 0.5$  seconds.

Wire terminations shall be immersed up to 6 mm from the point where the termination emerges from the body. Soldering tags shall be immersed for half their length.

2.5.5.3 The termination shall be examined for good tinning, as evidenced by free flowing of the solder, with proper wetting of the termination.

2.5.5.4 The termination shall then be immersed, as in Clause 2.5.5.2 above, for a further period of  $8 \pm 1$  seconds and then withdrawn.

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

#### 2.5.5.6 Soldering iron test

For this test the bit of the soldering iron shall be smooth, clean and properly tinned and it shall be at a temperature of 300 to  $350^\circ\text{C}$ . It shall be of the form and size shown in Figure 1.

The solder shall be a 60/40 tin-lead alloy with a pure rosin core free from any added activating agent and with a diameter of approximately 2 mm.

2.5.5.7 For wire terminations the soldering iron shall be applied as shown in Figure 1.

For tags the soldering iron shall be applied for a period of  $10 \pm 1$  seconds in such a way that it shall not touch the seals.

The termination or tag shall be tinned, using the specified solder, during the first two seconds of application of the iron.

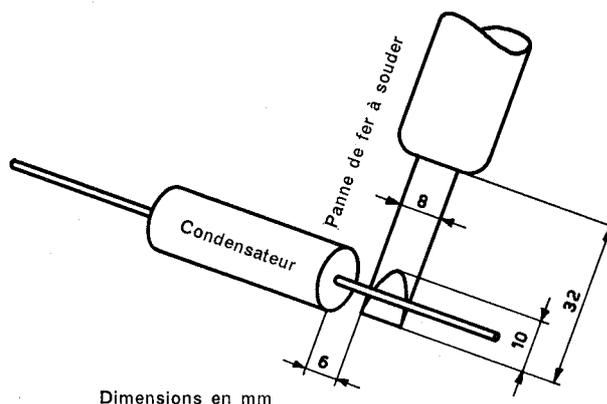


Figure 1

2.5.5.8 Le condensateur est examiné visuellement. Il ne doit pas présenter de dommage visible.

2.5.6 *Vibrations*

A l'étude.

2.5.7 *Secousses*

A l'étude.

2.5.8 *Chaleur sèche*

2.5.8.1 La capacité est mesurée.

2.5.8.2 Les condensateurs sont soumis à l'essai B de la Publication N° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai, compte tenu de la condition de sévérité applicable. Pendant la période à haute température la tension nominale est appliquée aux condensateurs.

2.5.8.3 A la fin de la période à haute température et alors que le condensateur est encore à cette température élevée, on mesure le courant de fuite et sa valeur ne doit pas dépasser :

- à 85°C : 5 fois
- à 70°C : 3 fois
- à 55°C : 2 fois

la limite spécifiée à l'article 2.4.1.

2.5.8.4 Après la période de reprise le condensateur doit être examiné visuellement. Il ne doit présenter aucun indice d'écoulement des matières de scellement ou de l'électrolyte, ni d'autre dommage visible.

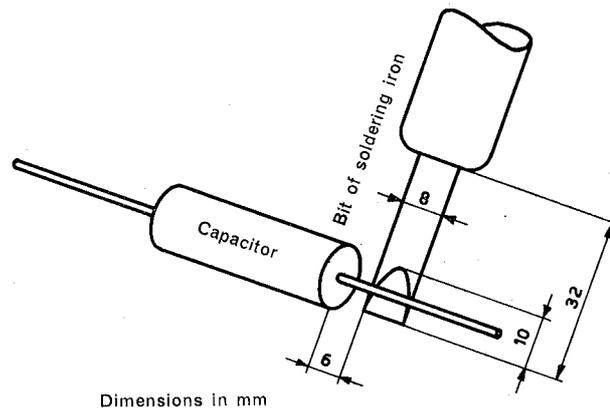
2.5.8.5 La capacité est alors mesurée.

La variation de la capacité par rapport à la valeur mesurée à l'article 2.5.8.1 ne doit pas dépasser 20% pour les condensateurs de tension nominale inférieure ou égale à 150 V et 10% pour les condensateurs de tension nominale supérieure ou égale à 151 V.

2.5.9 *Chaleur humide (essai accéléré) premier cycle*

2.5.9.1 Les condensateurs sont soumis à un cycle de 24 heures de l'essai D de la Publication N° 68 de la C.E.I., conformément à la procédure spécifiée pour cet essai.

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



Dimensions in mm

Figure 1

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

2.5.6 *Vibration*

Under consideration.

2.5.7 *Bumping*

Under consideration.

2.5.8 *Dry heat*

2.5.8.1 The capacitance shall be measured.

2.5.8.2 The capacitors shall be subjected to the procedure of test B of I.E.C. Publication No. 68, using the appropriate degree of severity. Throughout the period of high temperature the rated voltage shall be applied to the capacitors.

2.5.8.3 At the end of the period of high temperature and while the capacitor is still at this high temperature, the leakage current shall be measured and its value shall not exceed

at 85°C : 5 times

at 70°C : 3 times

at 55°C : twice

the limit specified in Clause 2.4.1.

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

2.5.8.5 The capacitance shall then be measured.

The change of capacitance compared with the value measured in Clause 2.5.8.1. shall not exceed 20% for capacitors with a rated voltage up to and including 150 V and 10% for capacitors with a rated voltage of 151 V and higher.

2.5.9 *Damp heat (accelerated) first cycle*

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

2.5.9.2 After recovery the capacitor shall be subjected immediately to the cold test.