

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

**CEI  
IEC  
566**

Troisième édition  
Third edition  
1989-08

---

---

**Condensateurs destinés à être utilisés  
dans les circuits de lampes tubulaires  
à fluorescence et autres lampes à décharge**

**Capacitors for use in tubular fluorescent  
and other discharge lamp circuits**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 566: 1989

## Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

## Revision of this publication

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

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50, International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
566

Troisième édition  
Third edition  
1989-08

---

---

**Condensateurs destinés à être utilisés  
dans les circuits de lampes tubulaires  
à fluorescence et autres lampes à décharge**

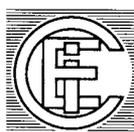
**Capacitors for use in tubular fluorescent  
and other discharge lamp circuits**

© CEI 1989 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 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE .....	4
PREFACE .....	4
SECTION UN - DOMAINE D'APPLICATION ET DEFINITIONS	
Articles	
1. Domaine d'application .....	8
2. Définitions .....	10
SECTION DEUX - PRESCRIPTIONS GENERALES	
3. Généralités .....	10
4. Moyens de raccordement .....	12
5. Lignes de fuite et distances dans l'air .....	12
6. Tension assignée .....	16
7. Coupe-circuit à fusibles .....	16
8. Résistances de décharge .....	16
9. Marquage .....	16
SECTION TROIS - ESSAIS	
10. Exigences générales .....	18
11. Ordre des essais .....	20
12. Essai d'étanchéité et d'échauffement .....	22
13. Essai de rigidité diélectrique entre bornes .....	22
14. Essai de rigidité diélectrique entre bornes et boîtier .....	22
15. Mesure de la capacité .....	24
16. Essai de la résistance de décharge .....	24
17. Essai d'autorégénération .....	24
18. Chaleur humide (essai de résistance d'isolement et rigidité diélectrique) .....	26
19. Essai d'endurance .....	28
20. Essai de destruction .....	34
21. Variation de la capacité en fonction de la température .....	42
ANNEXE A - Résistance de décharge .....	46
ANNEXE B - Tension d'essai .....	48
ANNEXE C - Conformité de la production .....	50
ANNEXE D - Appareillage pour l'essai d'autorégénération après claquage .....	54

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
PREFACE .....	5
SECTION ONE - SCOPE AND DEFINITIONS	
Clause	
1. Scope .....	9
2. Definitions .....	11
SECTION TWO - GENERAL REQUIREMENTS	
3. General .....	11
4. Terminations .....	13
5. Creepage distances and clearances .....	13
6. Voltage rating .....	17
7. Fuses .....	17
8. Discharge resistors .....	17
9. Marking .....	17
SECTION THREE - TESTS	
10. General requirements .....	19
11. Testing sequence .....	21
12. Sealing and heating test .....	23
13. High-voltage test between terminals .....	23
14. High-voltage test between terminals and case .....	23
15. Capacitance measurement .....	25
16. Discharge resistor test .....	25
17. Self-healing test .....	25
18. Damp heat (insulation resistance and high-voltage test) .....	27
19. Endurance test .....	29
20. Destruction test .....	35
21. Change of capacitance with temperature .....	43
APPENDIX A - Discharge resistor .....	47
APPENDIX B - Test voltage .....	49
APPENDIX C - Conformity of production .....	51
APPENDIX D - Self-healing breakdown test equipment .....	55

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS DESTINES A ETRE UTILISES DANS LES CIRCUITS  
DE LAMPES TUBULAIRES A FLUORESCENCE  
ET AUTRES LAMPES A DECHARGE

PREAMBULE

- 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 l'unification internationale, la CEI exprime le voeu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 34C: Appareils auxiliaires pour lampes à décharge, du Comité d'Etudes n° 34 de la CEI: Lampes et équipements associés.

Elle constitue la troisième édition de la Publication 566 et remplace la deuxième édition (1982) et sa modification n° 1 (1985).

Le texte de cette norme est issu de la deuxième édition de sa modification n° 1 et des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote
34C(BC)149 34C(BC)151	34C(BC)160 34C(BC)162

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- prescriptions proprement dites: caractères romains;
- modalités d'essais: caractères italiques;
- commentaires: petits caractères romains.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CAPACITORS FOR USE IN TUBULAR FLUORESCENT  
AND OTHER DISCHARGE LAMP CIRCUITS

## 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

## PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 34C: Auxiliaries for discharge lamps of IEC Technical Committee No. 34: Lamps and related equipment.

It forms the third edition of IEC Publication 566 and replaces the second edition (1982) and its Amendment No. 1 (1985).

The text of this standard is based on the second edition and its Amendment No. 1 and on the following documents:

Six Months' Rule	Reports on Voting
34C(C0)149 34C(C0)151	34C(C0)160 34C(C0)162

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

In this standard, the following print types are used:

- requirements proper: in roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- explanatory matter: in smaller roman type.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications n<sup>os</sup> 68-2-3 (1969): Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Deuxième partie: Essais. Essai Ca: Essai continu de chaleur humide.

68-2-14 (1984): Essai N: Variations de température.

241 (1968): Coupe-circuit à fusibles pour usages domestiques et analogues.

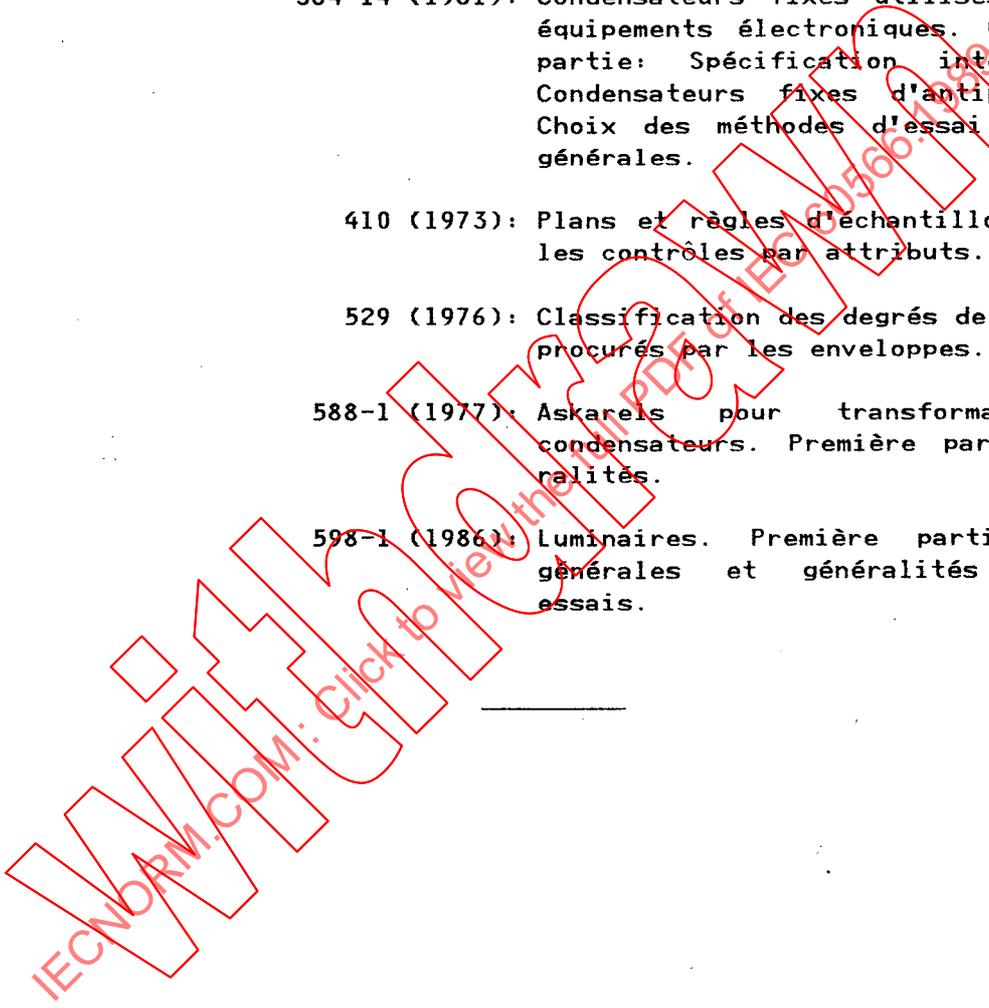
384-14 (1981): Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques. Quatorzième partie: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes d'antiparasitage. Choix des méthodes d'essai et règles générales.

410 (1973): Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs.

529 (1976): Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.

588-1 (1977): Askarels pour transformateurs et condensateurs. Première partie: Généralités.

598-1 (1986): Luminaires. Première partie: Règles générales et généralités sur les essais.



The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 68-2-3 (1969): Basic environmental testing procedures. Part 2: Tests. Test Ca: Damp heat, steady state.

68-2-14 (1984): Test N: Change of temperature.

241 (1968): Fuses for domestic and similar purposes.

384-14 (1981): Fixed capacitors for use in electronic equipment. Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for radio interference suppression. Selection of methods of test and general requirements.

410 (1973): Sampling plans and procedures for inspection by attributes.

529 (1976): Classification of degrees of protection provided by enclosures.

588-1 (1977): Askarels for transformers and capacitors. Part 1: General.

598-1 (1986): Luminaires. Part 1: General requirements and tests.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60716:1985

## CONDENSATEURS DESTINES A ETRE UTILISES DANS LES CIRCUITS DE LAMPES TUBULAIRES A FLUORESCENCE ET AUTRES LAMPES A DECHARGE

### SECTION UN - DOMAINE D'APPLICATION ET DEFINITIONS

#### 1. Domaine d'application

La présente norme stipule les prescriptions auxquelles doivent satisfaire les condensateurs pour courant alternatif et à usage non interrompu, aussi bien autorégénérateurs que non autorégénérateurs, d'une puissance inférieure ou égale à 2,5 kvar, de capacité supérieure à 0,1  $\mu$ F, et dont la tension nominale n'excède pas 1 000 V, qui sont destinés à être utilisés dans des circuits de lampes à décharge\* fonctionnant à une fréquence de 50 Hz ou de 60 Hz, à des altitudes ne dépassant pas 3 000 m.

Elle s'applique aux condensateurs destinés à être raccordés en parallèle ou en série avec le circuit de lampe ou selon une combinaison de ces deux modes.

Elle ne s'applique qu'aux condensateurs, imprégnés ou non, à diélectrique de papier, de film plastique ou d'une combinaison des deux, soit métallisés, soit à armatures métalliques.

La présente norme ne s'applique pas aux condensateurs d'antiparasitage dont les prescriptions font l'objet de la Publication 384-14 de la CEI.

Les articles relatifs aux prescriptions de sécurité sont les suivants: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 (seulement points a), b), c), d) et e)), 12, 13, 14, 15, 16, 18 et 20.

*Note.* - Quand les isolants résistants au feu sont utilisés par les fabricants de condensateurs, l'étiquette apposée sur les appareils doit attirer l'attention sur les exigences d'utilisation mentionnées au paragraphe 8.1 de la Publication 588-1 de la CEI.

\* Ces lampes et leurs ballasts associés font l'objet des spécifications des publications suivantes de la CEI:

- 81 (1984): Lampes tubulaires à fluorescence pour l'éclairage général.
- 188 (1974): Lampes à décharge à vapeur de mercure à haute pression.
- 192 (1973): Lampes à vapeur de sodium à basse pression.
- 920 (1989): Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence. Prescriptions générales et prescriptions de sécurité.
- 921 (1988): Ballasts pour lampes tubulaires à fluorescence. Prescriptions de performances.
- 922 (1989): Ballasts pour lampes à décharge (à l'exclusion des lampes tubulaires à fluorescence). Prescriptions générales et prescriptions de sécurité.
- 923 (1988): Ballasts pour lampes à décharge (à l'exclusion des lampes tubulaires à fluorescence). Prescriptions de performances.

## CAPACITORS FOR USE IN TUBULAR FLUORESCENT AND OTHER DISCHARGE LAMP CIRCUITS

### SECTION ONE - SCOPE AND DEFINITIONS

#### 1. Scope

This standard states the requirements for both self-healing and non-self-healing continuously rated a.c. capacitors of up to and including 2.5 kvar, and not less than 0.1  $\mu$ F, having a rated voltage not exceeding 1 000 V, which are intended for use in discharge lamp circuits\* operating at 50 Hz or 60 Hz and at altitudes up to 3 000 m.

It covers capacitors intended for connection in shunt or in series with the lamp circuit or an effective combination of these.

It covers only impregnated or unimpregnated capacitors, having a dielectric of paper, plastic film or a combination of both, either metallized or with metal foil electrodes.

This standard does not cover radio-interference suppressor capacitors the requirements for which are found in IEC Publication 384-14.

The clauses relating to safety requirements are as follows: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 (Items a), b), c), d) and e) only), 12, 13, 14, 15, 16, 18 and 20.

*Note.*- Where askarels are used by the manufacturer of capacitors, attention is drawn to the equipment labelling requirement in Sub-clause 8.1 of IEC Publication 588-1.

\* These lamps and associated ballasts are covered in the specifications of the following IEC publications:

- 81 (1984): Tubular fluorescent lamps for general lighting service.
- 188 (1974): High-pressure mercury vapour lamps.
- 192 (1973): Low-pressure sodium vapour lamps.
- 920 (1989): Ballasts for tubular fluorescent lamps. General and safety requirements.
- 921 (1988): Ballasts for tubular fluorescent lamps. Performance requirements.
- 922 (1989): Ballasts for discharge lamps (excluding tubular fluorescent lamps). General and safety requirements.
- 923 (1988): Ballasts for discharge lamps (excluding tubular fluorescent lamps). Performance requirements.

## 2. Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent à la présente norme:

### 2.1 Tension nominale ( $U_n$ )

Valeur efficace de la tension sinusoïdale marquée sur le condensateur.

### 2.2 Température maximale nominale ( $t_c$ )

Température, exprimée en degrés Celsius, admissible au point le plus chaud de la surface du condensateur pendant le fonctionnement de celui-ci.

*Note.* - Les pertes internes du condensateur, bien que faibles, déterminent un échauffement du boîtier par rapport à la température de l'air ambiant dont il y a lieu de tenir compte.

### 2.3 Température minimale nominale

Température, exprimée en degrés Celsius, admissible en un point quelconque de la surface du condensateur, en dessous de laquelle celui-ci ne doit pas être alimenté.

### 2.4 Résistance de décharge

Résistance branchée aux bornes du condensateur et destinée à réduire les dangers de choc électrique résultant de la charge qu'il emmagasine.

### 2.5 Variation de la capacité en fonction de la température

Taux de variation de la capacité par la température mesurée à la température minimale nominale et à la température maximale nominale. Il est exprimé en pourcentage.

### 2.6 Tangente de l'angle de pertes ( $\tan \delta$ )

Quotient des pertes de puissance du condensateur par sa puissance réactive, sous une tension sinusoïdale de fréquence donnée.

### 2.7 Autorégénération

Processus de restauration rapide et pratiquement complète des propriétés d'un condensateur après une perforation locale du diélectrique.

## SECTION DEUX - PRESCRIPTIONS GENERALES

### 3. Généralités

Les condensateurs doivent être mécaniquement robustes et doivent être conçus et construits de façon à réduire les effets de l'humidité ambiante et des variations de température en cours de service.

## 2. Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply:

### 2.1 *Rated voltage ( $U_n$ )*

R.M.S. value of the sinusoidal voltage, marked on the capacitor.

### 2.2 *Rated maximum temperature ( $t_c$ )*

Temperature, in degrees Celsius, which shall not be exceeded by the hottest part of the capacitor surface during operation.

*Note.*- The internal losses in a capacitor, though small, do result in the surface temperature being above ambient air temperature and due allowance for this should be made.

### 2.3 *Rated minimum temperature*

Temperature, in degrees Celsius, of any part of the surface of the capacitor below which the capacitor shall not be energized.

### 2.4 *Discharge resistor*

Resistor connected across the terminals of a capacitor to reduce shock hazard from the charge stored in the capacitor.

### 2.5 *Change of capacitance with temperature*

Rate of change of capacitance with temperature, measured at rated minimum and rated maximum temperature. It is expressed as a percentage.

### 2.6 *Tangent of loss angle ( $\tan \delta$ )*

The power loss of the capacitor divided by the reactive power of the capacitor at a sinusoidal voltage of specified frequency.

### 2.7 *Self-healing*

The process by which the electrical properties of the capacitor, after a local breakdown of the dielectric, are rapidly and essentially restored to the values before the breakdown.

## SECTION TWO - GENERAL REQUIREMENTS

### 3. General

Capacitors shall be mechanically robust and shall be designed and constructed so as to minimize the effects thereon of moisture in the atmosphere and of temperature changes during use.

Toutes les parties métalliques exposées doivent être faites en métaux non ferreux ou protégés contre la rouille.

*Note.*- Les essais pour contrôler la robustesse mécanique et la protection des matériaux ferreux contre la rouille sont à l'étude.

Les matières isolantes externes doivent être pratiquement non hygroscopiques.

En général, la conformité aux prescriptions des articles 3 à 9 est vérifiée par des mesures, par examen et en effectuant les essais spécifiés dans la présente norme.

#### 4. Moyens de raccordement

Le raccordement du condensateur doit être assuré au moyen, soit de conducteurs, soit de bornes (à vis, cosses à souder ou analogues)\*. Ces moyens de raccordement doivent pouvoir s'adapter à la section et au nombre de conducteurs convenant aux caractéristiques nominales et à l'usage du condensateur. Les conducteurs doivent être adaptés aux caractéristiques nominales du condensateur, mais leur section ne doit jamais être inférieure à 0,5 mm<sup>2</sup> et leur isolement doit être adapté à la tension et aux températures nominales des condensateurs.

La matière, la conception et les dimensions des bornes doivent être telles qu'il ne se produise ni relâchement ni échauffement excessif des connexions en conditions normales de fonctionnement.

Les bornes et les connexions doivent être telles que le raccordement reste électriquement correct et mécaniquement sûr pour toutes conditions normales de fonctionnement.

Si le boîtier du condensateur est en métal, il doit soit avoir une borne de terre, soit avoir la possibilité d'être raccordé à la terre (ou à d'autres parties métalliques, s'il en existe, d'un luminaire) par serrage ou au moyen d'une patte de fixation appropriée. La partie du boîtier recevant le dispositif de serrage ou de fixation doit être exempte de peinture ou de tout autre recouvrement non conducteur, de façon à assurer un bon contact électrique.

La prescription du dernier alinéa ne s'applique pas aux condensateurs à boîtier métallique entièrement revêtu d'une matière isolante.

#### 5. Lignes de fuite et distances dans l'air

Les lignes de fuite à la surface externe de l'isolement des bornes et les distances dans l'air entre les parties externes des bornes ou entre les parties actives et le boîtier métallique du condensateur, s'il existe, ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales données au tableau I.

\* Voir section 15 de la Publication 598-1 de la CEI.

All exposed metal parts shall be constructed of non-ferrous material or shall be protected against rusting.

*Note.-* Tests for checking the mechanical robustness and the protection against rusting of ferrous material are under consideration.

External insulation material shall be substantially non-hygroscopic.

In general, compliance with the requirements of Clauses 3 to 9 is checked by measurement, inspection and by carrying out all the tests specified in this standard.

#### 4. Terminations

Terminations shall be provided by means of either cables (tails) or terminals (screw, solder tag or the like)\*. Terminations shall be capable of accepting the size and number of conductors appropriate to the rating and application of the capacitor. Cables (tails) shall be suitable for the rating of the capacitor, but in no case shall they be smaller than 0.5 mm<sup>2</sup> and their insulation shall be appropriate to the capacitor rated voltage and temperatures.

The materials, design and proportions of all terminals shall be such that a connection made thereto will not slacken or overheat under the normal conditions of operation.

Terminals and connections shall be of such form that the connection remains electrically sound and mechanically secure under all normal conditions of operation.

The capacitor case, if of metal, shall either be fitted with an earthing terminal or shall be capable of being earthed (or connected to other metal parts, if any, of the luminaire) by clamping or by an appropriate fixing bracket. The part of the case to which such a clamp is fitted, or the fixing bracket attached thereto, shall be free from paint or other non-conducting covering in order to ensure the maintenance of good electrical contact.

The requirement of the last paragraph does not apply to metal-cased capacitors completely covered in an insulating material.

#### 5. Creepage distances and clearances

The creepage distances over external surfaces of terminal insulation and the clearances between the exterior parts of terminal connections or between such live parts and the metal case of the capacitor, if any, shall be not less than the minimum values given in Table I.

---

\* See Section 15 of IEC Publication 598-1.

Ces distances minimales s'appliquent aux bornes avec ou sans conducteurs de raccordement externes. Elles ne s'appliquent pas aux lignes de fuite ou distances dans l'air internes.

TABEAU 1<sup>1)</sup>

*Lignes de fuite et distances dans l'air minimales*

Tension nominale	Jusqu'à 24 V inclus  mm	Au-dessus de 24 V et jusqu'à 250 V inclus  mm	Au-dessus de 250 V et jusqu'à 500 V inclus  mm	Au-dessus de 500 V et jusqu'à 1 000 V inclus  mm
<b>Lignes de fuite</b>				
1) Entre parties actives de polarité différente	2	3(2) <sup>2)</sup>	5	6
2) Entre parties actives et parties métalliques accessibles fixées à demeure au condensateur, y compris les vis ou dispositifs pour la fixation d'une enveloppe ou sa fixation sur un support	2	4(2) <sup>2)</sup> 3 <sup>3)</sup>	6 3 <sup>3)</sup>	7
<b>Distances dans l'air</b>				
3) Entre parties actives de polarité différente	2	3(2) <sup>2)</sup>	5	6
4) Entre parties actives et parties métalliques accessibles fixées à demeure au condensateur, y compris les vis ou dispositifs pour la fixation d'une enveloppe ou sa fixation sur un support	2	4(2) <sup>3)</sup> 3 <sup>3)</sup>	6 3 <sup>3)</sup>	7
5) Entre parties actives et un plan d'appui ou une enveloppe amovible éventuelle, si la construction ne garantit pas que les valeurs du point 4) ci-dessus soient maintenues dans les cas les plus défavorables	2	6	10	12

1) Les valeurs de ce tableau sont à l'étude.

2) Les valeurs entre parenthèses s'appliquent aux lignes de fuite et distances dans l'air protégées contre la poussière. Dans les enveloppes hermétiques ou remplies de masse isolante, il n'y a pas lieu de relever les lignes de fuite et les distances dans l'air.

3) Pour le verre ou autres isolants de résistance équivalente au cheminement.

Une fente de moins de 1 mm de largeur n'intervient que par sa largeur dans l'évaluation des lignes de fuite.

Une distance de moins de 1 mm n'est pas prise en considération pour l'évaluation de la distance dans l'air totale.

Les lignes de fuite sont mesurées dans l'air à la surface des isolants.

These minimum distances shall apply to the terminals with or without the external wiring connected. They are not intended to apply to internal creepage distances and clearances.

TABLE I<sup>1)</sup>*Minimum creepage distances and clearances*

Rated voltage	Up to and including 24 V mm	Above 24 V up to and including 250 V mm	Above 250 V up to and including 500 V mm	Above 500 V up to and including 1 000 V mm
<b>Creepage distances</b>				
1) Between live parts of different polarity	2	3(2) <sup>2)</sup>	5	6
2) Between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the capacitor, including screws or devices for fixing covers or fixing the capacitor to its support	2	4(2) <sup>2)</sup> 3 <sup>3)</sup>	6 3 <sup>3)</sup>	7
<b>Clearances</b>				
3) Between live parts of different polarity	2	3(2) <sup>2)</sup>	5	6
4) Between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the capacitor, including screws or devices for fixing covers or fixing the capacitor to its support	2	4(2) <sup>2)</sup> 3 <sup>3)</sup>	6 3 <sup>3)</sup>	7
5) Between live parts and a flat supporting surface or a loose metal cover, if any, if the construction does not ensure that the values under Item 4) above are maintained under the most unfavourable conditions	2	6	10	12

- 1) The values in the table are under consideration.
- 2) The values in brackets apply to creepage distances and clearances protected against dirt. For permanently sealed-off or compound-filled enclosures, creepage distances and clearances are not checked.
- 3) For glass or other insulation with equivalent tracking qualities.

The contribution to the creepage distances of any groove less than 1 mm wide shall be limited to its width.

Any air-gap of less than 1 mm shall be ignored in determining the total air path.

Creepage distances are distances in air, measured along the surface of insulating material.

## 6. Tension assignée

La tension assignée des condensateurs peut être quelconque sans toutefois dépasser une valeur efficace de 1 000 V

Les condensateurs doivent pouvoir résister à l'application prolongée d'une tension égale à 110% de leur tension assignée dans la plage des températures admissibles.

*Note.*- Cette dernière prescription est établie en raison des fluctuations des tensions d'alimentation et on considère qu'elle est contrôlée par l'exécution des essais prévus aux articles 13 et 19.

## 7. Coupe-circuit à fusibles

Lorsque le condensateur est pourvu d'un coupe-circuit à fusible interne, ce dernier doit être convenablement enfermé, protégé et isolé de façon à empêcher tout contournement vers le boîtier métallique ou tout contact avec ce dernier dans le cas de la fusion du fusible, le condensateur étant en conditions normales de fonctionnement.

*Note.*- Lors de la conception de tout coupe-circuit à fusible interne, il y a lieu de prendre en considération la possibilité de courts-circuits se produisant à l'extérieur du condensateur.

## 8. Résistances de décharge

Les condensateurs peuvent avoir une résistance de décharge d'une puissance nominale appropriée, raccordée en permanence à leurs bornes. Une résistance appropriée doit être telle qu'elle assure en 1 min la réduction à une valeur ne dépassant pas 50 V d'une tension initialement égale à la valeur de crête de la tension alternative appliquée. A cet effet, la tolérance maximale de la capacité du condensateur, de la résistance et une tension dépassant de 10% sa valeur nominale doivent être prises en considération (voir annexe A).

*Notes 1.-* Il est essentiel que la décharge de tout condensateur soit assurée dans le circuit de lampe pris dans son ensemble. Bien que d'autres dispositions soient possibles, il reste recommandé de munir à cet effet le condensateur d'une résistance qui en fasse partie intégrante.

*2.-* Dans certains cas, comme celui de luminaires raccordés par fiches, la réduction de la tension à 50 V en 1 min peut ne pas être acceptable.

## 9. Marquage

Les condensateurs doivent porter de façon claire les indications suivantes:

- a) Nom ou marque de fabrique du fabricant ou du vendeur responsable.
- b) Numéro de catalogue du fabricant et/ou référence du type.

## 6. Voltage rating

Capacitors shall be rated for any one voltage not exceeding 1 000 V r.m.s.

Capacitors shall be capable of withstanding for prolonged periods a voltage not exceeding 110% of their rated voltage within the temperature ratings.

*Note.*- This latter requirement is intended to cover variations in voltage due to supply fluctuations and is considered to be checked by the tests given in Clauses 13 and 19.

## 7. Fuses

Where an internal fuse is fitted, it shall be adequately protected, enclosed and insulated so as to prevent flashover to, or contact with, a metal case in normal service in the event of the operation of the fuse.

*Note.*- In establishing the design of any internal fuse, the possibility of short-circuits occurring external to the capacitor should be taken into account.

## 8. Discharge resistors

Capacitors may have a discharge resistor of suitable wattage rating permanently connected across their terminals. If fitted, a discharge resistor shall have a value such that it will discharge the capacitor from the peak of the a.c. voltage applied to it, to a voltage not exceeding 50 V, within 1 min. Allowance shall be made for the maximum capacitance tolerance of the capacitor, the tolerance of the resistor and a voltage which is 10% above its rated value (see Appendix A).

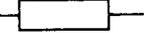
*Notes* 1.- Within the overall lamp circuit, it is essential that a discharge path be provided for any capacitor. It is recommended that this should be by means of a resistor integral with the capacitor, but other arrangements are possible.

2.- In certain cases, e.g. luminaires connected by plugs, a discharge to 50 V within 1 min may not be acceptable.

## 9. Marking

Capacitors shall be legibly marked as follows:

- a) Name or trade mark of the manufacturer or responsible vendor.
- b) Manufacturer's catalogue number and/or model reference.

- c) Capacité nominale et tolérance.
- d) Tension nominale.
- e) Si l'appareil est équipé d'une résistance de décharge, le symbole 
- f) Si l'appareil est équipé d'un coupe-circuit à fusible, le symbole 
- g) Fréquence nominale ou plage de fréquences.
- h) Températures nominales extrêmes, par exemple -10/70 °C.
- i) Si le condensateur est autorégénérateur, le symbole 
- j) La période de fabrication, qui peut être en code.
- k) Si un condensateur non autorégénérateur est exclusivement destiné au fonctionnement en série, le symbole 

Ce symbole ne doit pas figurer sur un condensateur portant le symbole autorégénérateur.

*Note.* - Ce type de condensateur n'est pas destiné à être connecté aux bornes de l'alimentation.

- l) Pour les condensateurs en parallèle non imprégnés à couche plastique métallisée, de tension nominale 250 V ou moins et dont la valeur de  $t_c$  ne dépasse pas 85 °C, la lettre "D".

## SECTION TROIS - ESSAIS

### 10. Exigences générales

Les essais décrits dans la présente norme sont des essais de type. Pour le contrôle de la conformité de la production, se reporter à l'annexe C.

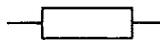
Les condensateurs doivent être soumis aux essais mentionnés à l'article 11. Sauf indication contraire, les essais doivent être effectués à une température de  $(20 \pm 5)$  °C en utilisant, lorsqu'il y a lieu, une source de tension telle que décrite à l'annexe B.

Les températures d'essai prescrites dans certains articles doivent être respectées avec une tolérance de  $\pm 2$  °C sauf indication différente.

Sauf spécification contraire, le type doit être jugé comme ayant satisfait aux prescriptions de tout article s'il ne s'est pas produit plus d'une défaillance au cours de l'essai correspondant à cet article. S'il s'en produit trois ou plus, le type doit être rejeté. Si deux défaillances se produisent au cours d'un essai quelconque, celui-ci, ainsi que tous les autres essais qui précèdent et qui sont susceptibles d'influer sur le résultat, doivent être répétés avec le même nombre de condensateurs, et si une défaillance quelconque se produit, le type est rejeté.

c) Rated capacitance and tolerance.

d) Rated voltage.

e) When a discharge resistor is fitted, the symbol 

f) When a fuse is fitted, the symbol 

g) Rated frequency or frequency range.

h) Rated minimum and maximum temperatures, for example -10/70 °C.

i) If the capacitor is self-healing, the symbol 

j) Period of manufacture which may be in code form.

k) If a non-self-healing capacitor is exclusively intended for series operation, the symbol 

This symbol shall not appear on capacitors bearing the self-healing symbol.

*Note.*- This type of capacitor is not intended to be connected across the mains supply.

l) For unimpregnated metallized plastic film parallel capacitors of 250 V rated voltage or less, with a  $t_c$  not higher than 85 °C, the letter "D".

### SECTION THREE - TESTS

#### 10. General requirements

Tests according to this standard are type tests. See Appendix C regarding conformity of production.

Capacitors shall be subjected to the tests detailed in Clause 11. Unless otherwise specified, tests shall be carried out at a temperature of  $(20 \pm 5)$  °C, using where appropriate a voltage source as detailed in Appendix B.

Test temperatures specified in particular clauses shall be subject to a tolerance of  $\pm 2$  °C, unless otherwise stated.

Unless otherwise specified, the type shall be deemed to comply with any one clause if not more than one failure occurs in the test of that clause. If three or more failures occur, the type shall be rejected. If two failures occur in any one test, that test, and any preceding tests which may have influenced the test results, shall be repeated on the same quantity of capacitors and if any further failures occur, the type shall be rejected.

La répétition d'un essai est autorisée une fois seulement au cours d'une série d'essais de contrôle de la conformité à la présente norme. La répétition de l'essai de destruction de l'article 20 n'est pas autorisée.

Dans le cas d'une gamme de condensateurs de même construction, de même tension nominale et de section transversale identique, chaque échantillon de l'article 11 doit contenir autant que possible un nombre égal de condensateurs de valeur de capacité la plus élevée et la plus basse de la gamme.

Le condensateur de capacité par unité de surface maximale doit aussi être essayé si ce rapport excède de 10% ou plus la valeur de capacité maximale de la gamme. De même, le condensateur de capacité par unité de surface minimale doit aussi être essayé si ce rapport est supérieur d'au moins 10% à celui de la valeur de la capacité minimale de la gamme. Le mot surface désigne la surface extérieure totale de l'enveloppe du condensateur négligeant les petites protubérances, bornes et points de fixation.

*Note.* - La même construction suppose le même matériau diélectrique, la même épaisseur du diélectrique et le même type de boîtier (métallique ou plastique).

## 11. Ordre des essais

*On prélève un échantillon de 87 condensateurs autorégénérateurs ou de 57 condensateurs non autorégénérateurs, qui est divisé en cinq groupes selon les indications ci-dessous.*

*Tous ces condensateurs sont soumis, dans l'ordre indiqué, aux essais préliminaires suivants:*

- a) *Essai d'étanchéité et d'échauffement selon l'article 12, si requis.*
- b) *Essai de rigidité diélectrique entre bornes selon l'article 13.*
- c) *Essai de rigidité diélectrique entre bornes et boîtier selon l'article 14.*
- d) *Mesure de la capacité selon l'article 15.*
- e) *Essai de la résistance de décharge (s'il y a lieu) selon l'article 16.*

*Le premier groupe de 10 condensateurs est ensuite soumis à l'essai d'autorégénération selon l'article 17; cet essai est applicable uniquement aux condensateurs autorégénérateurs.*

*Le second groupe de cinq condensateurs est soumis à l'essai de chaleur humide selon l'article 18 et à la variation de la capacité en fonction de la température, selon l'article 21.*

*Le troisième groupe de 21 condensateurs est soumis à l'essai d'endurance de l'article 19.*

*Le quatrième groupe de 30 condensateurs autorégénérateurs, ou de 10 condensateurs non autorégénérateurs, est soumis à l'essai de destruction de l'article 20.*

A repeat test shall be permitted only once in a series of tests to the requirements of this standard. A repeat test is not permitted in the destruction test (Clause 20).

For a range of capacitors of the same construction, rated voltage and cross-sectional shape, the capacitors in each group of Clause 11 shall contain as nearly as possible equal numbers of the highest capacitance and lowest capacitance in that range.

The capacitor with the maximum capacitance per unit surface area shall also be tested if this ratio exceeds that of the maximum capacitance value in the range by 10% or greater. Similarly, the capacitor with the minimum capacitance per unit area shall also be tested if the ratio is less than that of the minimum capacitance value in the range by 10% or greater. Area denotes total outer surface area of capacitor enclosure ignoring small protrusions, terminals and fixing studs.

*Note.*- The same construction includes same dielectric material, dielectric thickness and type of case (metal or plastic).

## 11. Testing sequence

*A total of 87 self-healing capacitors or 57 non-self-healing capacitors are taken and divided into five groups as indicated below.*

*The following initial tests are applied to all the capacitors in the order given:*

- a) Sealing and heating test in accordance with Clause 12, if required.*
- b) High-voltage test between terminals in accordance with Clause 13.*
- c) High-voltage test between terminals and case in accordance with Clause 14.*
- d) Capacitance measurements in accordance with Clause 15.*
- e) Discharge resistor test in accordance with Clause 16 (where appropriate).*

*The first group of 10 capacitors is subjected to the self-healing test in accordance with Clause 17. This test is only applicable for self-healing capacitors.*

*The second group of five capacitors is subjected to the damp heat test in accordance with Clause 18 and change of capacitance with temperature test in accordance with Clause 21.*

*The third group of 21 capacitors is subjected to the endurance test of Clause 19.*

*The fourth group of 30 self-healing capacitors or 10 non-self-healing capacitors is subjected to the destruction test of Clause 20.*

*Le cinquième groupe de 21 condensateurs est retenu en qualité d'échantillonnage de réserve au cas où l'un des essais auxquels sont soumis les trois premiers groupes serait à reprendre.*

## 12. Essai d'étanchéité et d'échauffement

Les condensateurs contenant des substances liquides à  $(t_c + 10) ^\circ\text{C}$  doivent être suffisamment étanches et doivent avoir une résistance à la chaleur suffisante.

*La conformité est vérifiée par l'essai suivant:*

*Les condensateurs déchargés sont placés dans une étuve, dans la position la plus favorable à des fuites éventuelles des produits d'imprégnation ou de remplissage; puis ils sont chauffés de façon que leur température interne dépasse de  $10 ^\circ\text{C}$  leur température maximale nominale  $(t_c)$ . Ils sont maintenus à cette température pendant 1 h.*

*Aucune fuite des produits d'imprégnation ou de remplissage ne doit se produire au cours de cet essai et le circuit électrique du condensateur ne doit pas être interrompu.*

*Note.- Cet essai n'est pas applicable aux condensateurs pour lesquels le fabricant déclare qu'ils ne contiennent aucune substance liquide à  $(t_c + 10) ^\circ\text{C}$ .*

## 13. Essai de rigidité diélectrique entre bornes

*Les condensateurs doivent supporter, à la température ambiante, l'application entre bornes pendant 10 s d'une tension d'essai en courant alternatif égale à  $2,15 U_n$  s'ils sont non autorégénérateurs et  $1,5 U_n$  s'ils sont autorégénérateurs.*

*Pour les condensateurs autorégénérateurs, des perforations autorégénératrices sont autorisées au cours de l'essai.*

*La tension initiale appliquée ne doit pas dépasser la moitié de la tension d'essai; après quoi elle doit être graduellement accrue jusqu'à la pleine valeur requise.*

## 14. Essai de rigidité diélectrique entre bornes et boîtier

*Les condensateurs doivent supporter à 50 Hz ou 60 Hz, selon le cas, l'application pendant 1 min, entre les bornes réunies, d'une part, et le boîtier, d'autre part, d'une tension alternative de 2 000 V (valeur efficace) ou de  $2 U_n + 1 000 \text{ V}$ , selon la valeur la plus élevée.*

*La tension initialement appliquée ne dépasse pas la moitié de la tension d'essai; après quoi elle est graduellement augmentée jusqu'à la pleine valeur requise.*

*Pour les condensateurs dont le boîtier est en matière isolante, la tension d'essai est appliquée entre les bornes et une feuille métallique en contact étroit avec la surface du boîtier mais avec un espace libre de 4 mm entre la feuille métallique et les bornes.*

*The fifth group of 21 capacitors is retained as spares in the event of a repeat test being necessary in the first three groups.*

## 12. Sealing and heating test

Capacitors containing substances which are liquid at  $(t_c + 10) ^\circ\text{C}$  shall be adequately sealed and have adequate resistance to heating.

*Compliance is checked by the following test:*

*The unenergized capacitors are placed in an oven in the position most conducive to the leakage of impregnant or filling material and heated throughout to  $10 ^\circ\text{C}$  above their rated maximum temperature ( $t_c$ ). They are maintained at this temperature for 1 h.*

*Leakage of impregnant or filling material shall not occur during this test. The capacitor shall not become open circuit during this test.*

*Note.- This test does not apply to any capacitor where the manufacturer declares that the capacitor does not contain substances which are liquid at  $(t_c + 10) ^\circ\text{C}$ .*

## 13. High-voltage test between terminals

*Non-self-healing capacitors shall withstand at room temperature an a.c. test voltage of  $2.15 U_n$  applied between terminals for a period of 10 s. Self-healing capacitors shall withstand at room temperature an a.c. test voltage of  $1.5 U_n$  applied between terminals for a period of 10 s.*

*For self-healing capacitors, self-healing breakdowns (clearings) are allowed during the test.*

*Initially, not more than half the test voltage shall be applied, following which it shall be raised gradually to the full value.*

## 14. High-voltage test between terminals and case

*Each capacitor shall withstand at 50 Hz or 60 Hz, as appropriate, an a.c. test voltage of 2 000 V r.m.s. or  $2 U_n + 1 000 \text{ V}$ , whichever is the greater, applied for a period of 1 min between the terminals of the capacitor joined together and its case.*

*Initially not more than half the test voltage is applied, following which it is raised gradually to the full value.*

*For capacitors having cases of insulating material, the test voltage is applied between the terminals and a metal foil in contact with the surface of the case, with a clearance of 4 mm between metal foil and terminals.*

## 15. Mesure de la capacité

La capacité d'un condensateur, mesurée à 50 Hz ou 60 Hz, selon le cas, doit rester dans les limites marquées sur le boîtier.

La capacité doit être mesurée en utilisant une méthode qui exclut les erreurs dues aux harmoniques. L'erreur de mesure doit être inférieure à 0,25% de la capacité mesurée. La tension de mesure ne doit pas être supérieure à la tension nominale du condensateur; la fréquence doit être aussi proche que possible de la fréquence nominale. La mesure à d'autres fréquences est permise à condition que l'influence de la fréquence sur la capacité soit très faible. La capacité mesurée ne doit pas s'écarter de la capacité nominale de plus de la tolérance marquée sur le condensateur.

## 16. Essai de la résistance de décharge

Lorsque le condensateur est équipé d'une résistance de décharge, la valeur de celle-ci doit être mesurée à l'aide d'une source de tension continue ne dépassant pas  $\sqrt{2}U_n$ . Cette résistance ne doit pas être supérieure à la valeur déterminée suivant l'annexe A.

## 17. Essai d'autorégénération

Cet essai ne s'applique qu'aux condensateurs porteurs de la  marque (voir le point i) de l'article 9).

Les condensateurs sont soumis pendant 1 min à l'application entre bornes d'une tension alternative de  $2,15 U_n$ .

Si moins de cinq perforations autorégénératrices se produisent durant cette période, la tension est augmentée à une cadence inférieure à 200 V par minute jusqu'à ce que cinq perforations se soient produites depuis le début de l'essai ou jusqu'à ce que la tension ait atteint  $3,5 U_n$ . La tension est alors réduite à 0,8 fois sa valeur initiale et maintenue 10 s à ce niveau, durée pendant laquelle une perforation supplémentaire est autorisée pour chacun des condensateurs.

Si, toutefois, cinq perforations ou davantage se produisent au premier niveau de la tension, celle-ci est ramenée à 0,8 fois sa valeur pour une application de 10 s, au cours de laquelle une perforation supplémentaire est autorisée pour chacun des condensateurs.

Les condensateurs sont considérés comme ayant satisfait à l'essai si la variation de capacité ne dépasse pas 1%.

Les perforations autorégénératrices, pendant l'essai, peuvent être détectées à l'aide d'un oscilloscope ou par des méthodes acoustiques ou à haute fréquence.

Note.- Une méthode appropriée est indiquée à l'annexe D, mais d'autres méthodes sont acceptables.

## 15. Capacitance measurement

The capacitance of each capacitor when measured at 50 Hz or 60 Hz, as appropriate, shall be within the tolerance limits marked on the container.

Capacitance shall be measured using a method which excludes errors due to harmonics. The accuracy of measurement shall be better than 0.25% of the capacitance measured. The measuring voltage shall not be higher than the rated voltage of the capacitor; the frequency shall be as near as possible to the rated frequency. Measurement at other frequencies is allowed, provided that the frequency dependence of the capacitance is very small. The measured capacitance shall not deviate from the rated capacitance by more than the tolerance marked on the capacitor.

## 16. Discharge resistor test

*The value of the discharge resistor, if fitted, shall be measured using a d.c. supply voltage not exceeding  $\sqrt{2}U_n$ . The resistance so measured shall not exceed the value as determined in accordance with Appendix A.*

## 17. Self-healing test

*This test is applied only to capacitors marked  $\left[ \right] \rightleftharpoons$  (see Item i) of Clause 9).*

*The capacitors are subjected for 1 min to an a.c. voltage of  $2.15 U_n$  applied between terminals.*

*If fewer than five self-healing breakdowns (clearings) occur during this time, the voltage is increased at a rate of not more than 200 V per minute until five clearings have occurred since the beginning of the test or until the voltage has reached  $3.5 U_n$ . The voltage is then decreased to 0.8 times its initial value and maintained for 10 s. One additional clearing in each capacitor is permitted during this period.*

*If, however, five or more clearings occur, the voltage is decreased to 0.8 times its initial value and maintained for 10 s. One additional clearing in each capacitor is permitted during this period.*

*The capacitors are deemed to have passed the test if the change of capacitance is not greater than 1%.*

*Self-healing breakdowns during the test may be detected by an oscilloscope or by acoustic or high-frequency test methods.*

*Note.- A suitable method is given in Appendix D; other methods are acceptable.*

## 18. Chaleur humide (essai de résistance d'isolement et de rigidité diélectrique)

*Note.*- Cet essai est conforme à celui défini dans la Publication 68-2-3 de la CEI.

Les cinq condensateurs prévus pour cet essai sont placés dans une enceinte humide répondant aux prescriptions du paragraphe 18.1 et sont soumis aux essais définis aux paragraphes 18.2 et 18.3.

### 18.1 Enceinte humide

L'enceinte utilisée pour cet essai doit permettre le maintien de la température à  $(40 \pm 2)$  °C et de l'humidité relative entre 90% et 95% dans toute la région où les condensateurs sont placés. L'enceinte doit être conçue de façon telle que l'air y soit agité et que du brouillard ou des gouttelettes d'eau ne puissent pas tomber sur les condensateurs.

### 18.2 Conditionnement

a) Les condensateurs sont introduits dans l'enceinte et soumis aux conditions définies au paragraphe 18.1 pendant 21 jours.

*On prend soin que la formation de gouttelettes d'eau soit réduite au minimum lors de l'introduction. Cela peut être assuré en préchauffant les condensateurs à une température légèrement supérieure à 42 °C.*

b) Aucune tension n'est appliquée aux bornes des condensateurs.

c) Si on le désire, le conditionnement peut être interrompu pour examen des condensateurs sans toutefois que les durées entre les interruptions soient supérieures à sept jours. Les portes de l'enceinte doivent être ouvertes le moins longtemps possible.

### 18.3 Reprise

A la sortie de l'enceinte, à la fin du vingt et unième jour d'essai, on alloue aux condensateurs une période de récupération de 1 h à 2 h, après laquelle chacun d'eux est soumis aux essais suivants, dans l'ordre indiqué.

### 18.4 Mesures finales

Lorsque le boîtier des condensateurs est en matière isolante, il doit être enveloppé de papier métallique pendant les essais suivants.

a) Résistance d'isolement entre bornes et boîtier

*La résistance d'isolement est mesurée à la température ambiante sous une tension continue comprise entre 300 V et 500 V appliquée pendant 1 min entre les bornes ou connexions réunies d'une part, et le boîtier d'autre part. Aucun condensateur ne doit avoir une résistance d'isolement inférieure à 10 MΩ.*

b) Essai de rigidité diélectrique entre bornes et boîtier

Chaque condensateur doit satisfaire à l'essai prévu à l'article 14.

## 18. Damp heat (insulation resistance and high-voltage test)

*Note.*- This test is in accordance with IEC Publication 68-2-3.

Five capacitors are placed in a humidity cabinet complying with the requirements of Sub-clause 18.1 and subjected to conditioning in accordance with Sub-clauses 18.2 and 18.3.

### 18.1 Humidity cabinet

The cabinet used for this test shall be capable of maintaining the temperature, in any region where the capacitors are placed, at  $(40 \pm 2)$  °C, and the relative humidity between 90% and 95%. The air in the cabinet shall be circulated and the cabinet shall be so designed that mist or water droplets cannot fall on the capacitors.

### 18.2 Conditioning

a) *The capacitors are introduced into the cabinet and subjected to the conditions specified in Sub-clause 18.1 for 21 days.*

*Care is taken, at the time of introduction, that the formation of droplets of water is kept to a minimum. This may be done by pre-heating the capacitors to a temperature a little above 42 °C.*

b) *Voltage is not applied to the terminals of the capacitors.*

c) *If desired, the conditioning may be interrupted at intervals of not more than seven days duration for examination of the capacitors. The cabinet door shall be opened for the shortest possible time.*

### 18.3 Recovery

*After removal from the humidity cabinet at the end of the twenty-first day, the capacitors are permitted to recover for a period of 1 h to 2 h and then are subjected to the following tests in the order stated.*

### 18.4 Final measurements

Where capacitors are enclosed in insulating casings, they shall have a wrapping of thin metal foil applied during the following tests.

a) *Insulation resistance between terminals and case*

*The insulation resistance is measured at room temperature with a d.c. voltage of between 300 V and 500 V, applied for 1 min between the terminals or the terminal connections, bonded together, and the casing. None of the capacitors shall have an insulation resistance less than 10 MΩ.*

b) *High-voltage test between terminals and case*

Each capacitor is tested in accordance with, and complies with, the requirements of Clause 14.

c) *Essai de rigidité diélectrique entre bornes*

*Chaque condensateur doit satisfaire à l'essai prévu à l'article 13. S'il y a plus d'une défaillance au cours de ces essais, le type est rejeté. S'il y en a une, les essais de cet article sont répétés sur cinq autres condensateurs. Si d'autres défaillances se produisent, le type est rejeté.*

19. **Essai d'endurance**

Les condensateurs doivent avoir une espérance de vie suffisante.

Le but de cet essai est de prouver que la durée de vie escomptée des condensateurs fonctionnant en condition de service est d'au moins 10 ans.

L'essai est effectué sur 21 condensateurs.

19.1 *Mesures initiales*

*La capacité est mesurée conformément aux indications de l'article 15. Afin de pouvoir satisfaire aux prescriptions du paragraphe 19.5, on mesure la tangente de l'angle de pertes sous les mêmes conditions.*

19.2 *Cycles thermiques*

*Les condensateurs sont soumis à 10 cycles de variation rapide de température selon l'Essai Na: Variation rapide de température avec une durée prescrite pour le transfert, de la Publication 68-2-14 de la CEI. Chaque cycle se décompose comme suit:*

- 1 h à la température ambiante;
- 6 h à la température minimale assignée;
- 1 h à la température ambiante;
- 16 h à la température maximale assignée.

*Une tension alternative de 1,25  $U_n$  est appliquée entre les bornes des condensateurs pendant la dernière heure de chacune des périodes froides de chaque cycle.*

19.3 *Application de la tension à température élevée*

*Les condensateurs sont maintenus à la température  $t_c$  et mis sous tension à l'une des tensions du tableau ci-dessous, au choix du fabricant, pendant la durée correspondante.*

Tension x $U_n$	1,15	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
Durée (h)	8 500	4 000	2 900	2 000	1 500	1 100	780

*Dans le cas de condensateurs à marquage "D" et lorsque la durée selon le tableau ci-dessus est supérieure à 2 000 h, l'homologation est accordée après 2 000 h, à condition que la variation de capacité admissible après 2 000 h, par rapport à la capacité initiale, soit déterminée en multipliant la variation maximale par le rapport entre 2 000 h et la durée d'essai prescrite.*

c) *High-voltage test between terminals*

*Each capacitor is tested between terminals in accordance with, and comply with, the requirements of Clause 13. If more than one capacitor fails during these tests, the type is rejected. If one capacitor failure occurs, a further five capacitors shall be taken and subjected to the requirements of this clause. If further failures occur, the type shall be rejected.*

## 19. Endurance test

Capacitors shall have an adequate life expectancy.

The purpose of this test is to demonstrate that capacitors operating under intended service conditions may be expected to have a life of at least 10 years' continuous operation.

The test is carried out on 21 capacitors.

### 19.1 Initial measurements

*The capacitance is measured in accordance with Clause 15. For the purposes of Sub-clause 19.5 the tangent of loss angle is measured under the same conditions.*

### 19.2 Thermal cycling

*The capacitors are submitted to 10 cycles of rapid change of temperature according to Test Na: Rapid change of temperature with prescribed time of transition of IEC Publication 68-2-14. Each cycle consists of:*

- 1 h at room temperature;
- 6 h at rated minimum temperature;
- 1 h at room temperature;
- 16 h at rated maximum temperature.

*An a.c. voltage of  $1.25 U_n$  is applied to the terminals of the capacitors for the final hour of each of the cold periods.*

### 19.3 Application of voltage at elevated temperature

*The capacitors are energized at a temperature of  $t_c$  for one of the voltages and the corresponding time given in the table below, the choice being left to the manufacturer.*

Voltage $\times U_n$	1.15	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50
Time (h)	8 500	4 000	2 900	2 000	1 500	1 100	780

*If a time longer than 2 000 h is indicated in the table above, then for capacitors marked "D", approval is granted after 2 000 h, provided that the permitted change in capacitance between initial and 2 000 h measurements is obtained by multiplying the total change specified by the ratio 2 000 to the full term hours.*

Par exemple, un condensateur pour lequel la modification admissible de la capacité est de 10% à 8 500 h, sous une tension de  $1,15 U_n$ , a une modification admissible de la capacité à 2 000 h sous une tension de  $1,15 U_n$  de:

$$\frac{2\ 000}{8\ 500} \times 10\% = 2,35\%$$

Note.- Les valeurs du tableau sont fondées sur l'équivalence de l'essai avec une durée de fonctionnement de 30 000 h sous la tension  $U$ , le facteur d'accélération étant le rapport des tensions à<sup>n</sup> la puissance 9.

Lorsque le fabricant désire revendiquer un facteur d'accélération différent, approprié à la technologie qu'il utilise, il doit effectuer une série d'essais d'endurance:

- sous différentes tensions, conformément au paragraphe 19.7, afin d'établir un tableau à utiliser au lieu du tableau à la page 28;
- sur un nombre de condensateurs adéquat du point de vue statistique (Publication 410 de la CEI).

#### 19.4 Enceinte d'essai

Les condensateurs doivent être montés dans une enceinte à température d'air constante à  $\pm 2$  °C près.

Cet air doit être continuellement agité, mais de façon suffisamment douce pour ne pas provoquer un refroidissement exagéré des condensateurs. Ceux-ci, lors de l'essai, ne doivent pas être soumis au rayonnement direct d'éléments chauffants de l'étuve. L'élément sensible du thermostat qui règle la température de l'enceinte doit se trouver nettement dans le courant de circulation de l'air chauffé.

Note.- Le chauffage de l'air peut s'effectuer dans une enceinte séparée d'où l'air est conduit par un registre vers l'étuve contenant les condensateurs; celui-ci doit permettre une bonne distribution de l'air chaud sur l'ensemble des condensateurs.

Les condensateurs sont montés dans la position la plus favorable à la fuite des matières d'imprégnation ou de remplissage. La distance entre condensateurs cylindriques ne doit pas être moindre que leur diamètre, et celle entre condensateurs rectangulaires ne doit pas être moindre que le double du plus petit côté de leur base.

L'élément sensible de l'instrument enregistreur de température est fixé à mi-hauteur du boîtier du condensateur pour lequel la plus faible valeur de l'angle de pertes a été relevée.

Le thermostat est réglé à  $(t_c - 15)$  °C et les condensateurs sont mis sous tension (voir annexe B). Pendant les premières 24 h, on note la différence entre  $t_c$  et les indications des thermomètres enregistreurs et l'on fait les corrections nécessaires pour que les boîtiers des condensateurs se trouvent à  $t_c \pm 0,5$  °C. L'essai est ensuite poursuivi, sans autre réglage du thermostat, jusqu'à la durée prescrite, à compter du moment de la mise sous tension initiale.

For example, a capacitor with a permitted change in capacitance of 10% at 8 500 h and at  $1.15 U_n$  has a permitted change in capacitance at 2 000 h and  $1.15 U_n$  of:

$$\frac{2\ 000}{8\ 500} \times 10\% = 2.35\%$$

Note.- The table is based on the equivalence of the test to 30 000 h at  $U_n$  using an acceleration factor of the 9th power of the voltage ratio.

If the manufacturer wishes to claim that a different acceleration factor is appropriate to the technology he is using, then he shall carry out a series of endurance tests:

- at different voltages according to Sub-clause 19.7, and thus establishing an alternative table to be used in place of the one on page 29;
- on a statistically relevant number of capacitors (IEC Publication 410).

#### 19.4 Test cabinet

The capacitors shall be mounted in an enclosure in which the temperature of the air is constant within a tolerance of  $\pm 2$  °C.

The air in the cabinet shall be continuously agitated but not so vigorously as to cause undue cooling of the capacitors. The capacitors under test shall not be subjected to direct radiation from any heating elements in the cabinet. The sensitive element of the thermostat regulating the air temperature of the cabinet shall be well within the stream of heated circulating air.

Note.- Heating of the air may take place in a separate enclosure, from which the air can be admitted to the capacitor enclosure through a valve allowing good distribution of heated air over the capacitors.

The capacitors are mounted in the position most favourable to the leakage of impregnant or filling material. The distance between cylindrical capacitors is not less than their diameter, and the distance between rectangular capacitors is not less than twice the shorter side of their base.

The temperature sensitive element of a temperature recording instrument is attached half way up the side of the container of the capacitor with the lowest value of tangent of loss angle.

The thermostat is set at  $(t_c - 15)$  °C, and capacitors are then energized (see Appendix B). During the first 24 h, the difference between  $t_c$  and the indication of the temperature recording instrument is noted, and adjustments made to ensure the temperature of each capacitor case is at  $t_c \pm 5$  °C. The test is then continued to the end of the appropriate time without further adjustment of the thermostat, the time being measured from the first energization of the capacitors.

### 19.5 Mesures finales

Lorsque les condensateurs sont revenus à la température ambiante, leur capacité est mesurée conformément aux indications de l'article 15.

De plus, on mesure la tangente de l'angle de pertes sous la tension nominale, à 25 °C et en utilisant la même fréquence que celle du paragraphe 19.1.

### 19.6 Conditions de conformité

Un condensateur est considéré comme défectueux si, au cours des essais, il se produit une perforation (court-circuit) ou un contournement, une interruption ou une fuite des produits d'imprégnation, qui s'échappent sous forme de gouttes. De plus, la différence entre les mesures initiale et finale de la capacité ne doit pas dépasser:

- pour les condensateurs en série: 5% de la mesure initiale
- pour les condensateurs en parallèle: 10% de la mesure initiale

ou ne pas dépasser les pourcentages inférieurs à ceux-ci, convenus entre client et fabricant.

De plus, la tangente de l'angle de pertes, mesurée à la fin de l'essai d'endurance, ne doit pas dépasser la valeur déclarée par le fabricant.

L'essai est satisfait si un condensateur au plus est défectueux et rejeté si trois condensateurs ou plus sont défectueux. Si deux défaillances sont enregistrées, l'essai est répété sur 21 nouveaux condensateurs. Une seule défaillance pour changement de capacité ou d'angle de pertes est permise.

### 19.7 Détermination du facteur d'accélération individuel correspondant à une certaine technologie

Au moins trois essais sont exécutés conformément aux paragraphes 19.1 à 19.6, sauf que les tensions et les durées sont choisies par le fabricant. Au moins l'un des essais doit être effectué à une sur-tension suffisamment basse pour que la durée de l'essai ne soit pas inférieure à 8 000 h.

Un graphique des résultats tracé sur papier double logarithmique (log-log) et extrapolé jusqu'à une tension de  $1,0 U_n$  doit indiquer une durée minimale de 30 000 h à cette tension, qui doit coïncider avec la tension nominale marquée sur le condensateur. De plus, on doit calculer, à l'aide du nouveau facteur d'accélération, la tension qui correspond à une durée de 10 ans à la température  $t_c$ .

La loi exponentielle établie par cette méthode doit servir à calculer les valeurs d'un tableau similaire à celui du paragraphe 19.3, tableau qui doit être utilisé à la place de ce dernier pour les essais des condensateurs construits suivant cette technologie.

### 19.5 Final measurements

After the capacitors have cooled to room temperature, the capacitance is measured in accordance with Clause 15.

In addition, the tangent of the loss angle is measured at rated voltage and at 25 °C, using the same frequency as in Sub-clause 19.1.

### 19.6 Conditions of compliance

A capacitor fails if during the test it suffers breakdown (short-circuit) or flashover, becomes open circuit or suffers leakage of impregnant which falls away in drops. In addition the difference between initial and final capacitance measurements shall not exceed:

- for series capacitors: 5% of the initial measurement
- for parallel capacitors: 10% of the initial measurement

or such lower percentage as may be agreed between purchaser and manufacturer.

In addition the tangent of loss angle at the end of the endurance test shall not exceed the value declared by the manufacturer.

The test is satisfied with one or no non-destructive capacitor failure and rejected with three or more capacitor failures. If two failures occur, the test is repeated on 21 new capacitors. One failure, due to change of capacitance or loss angle only, is permitted.

### 19.7 Establishment of an individual acceleration factor for a given technology

At least three tests are carried out according to Sub-clauses 19.1 to 19.6 except that the times and voltages are selected by the manufacturer. At least one test is carried out at a sufficiently low over-voltage to give a test time of at least 8 000 h.

When plotted on a log-log paper and extrapolated to a voltage of  $1.0 U_n$  the life at this voltage shall be not less than 30 000 h. This voltage, which is the rated voltage, shall be that marked on the capacitor. In addition, using the new acceleration factor, the voltage shall be calculated which corresponds to a life of 10 years at a temperature of  $t_c$ .

The power law established by this method shall be used to construct a table similar to that in Sub-clause 19.3 and this shall then be used in place of that table for further testing of capacitors using this technology.

## 20. Essai de destruction

Les condensateurs doivent présenter une résistance leur permettant de résister aux défaillances susceptibles d'entraîner leur destruction.

Pour les condensateurs autorégénérateurs, deux méthodes d'essais consécutives sont prévues; elles sont décrites aux paragraphes 20.1 et 20.2. Pour les condensateurs non autorégénérateurs, une seule méthode d'essai, décrite au paragraphe 20.3, est prévue. Le choix est effectué selon le tableau ci-dessous:

Autorégénérateurs		Non autorégénérateurs
Jusqu'à 250 V inclus	Plus de 250 V	
Paragraphes 20.1 et *	Paragraphes 20.1 <sup>1)</sup> et 20.2	Paragraphe 20.3

\* Le Danemark et la Norvège exigent que l'essai selon le paragraphe 20.2<sup>1)</sup> soit effectué aussi sur les condensateurs montés en parallèle jusqu'à 250 V inclus.

1) A n'appliquer que si l'essai en courant alternatif du paragraphe 20.1 ne met pas dix condensateurs hors d'usage.

### 20.1 Condensateurs autorégénérateurs - Conditionnement en courant alternatif

L'essai est effectué sur 30 condensateurs ayant subi les essais préliminaires spécifiés aux points a) à e) de l'article 11.

#### 20.1.1 Préparation au conditionnement

Les condensateurs sont serrés dans de la gaze (étamine de coton) et placés dans une étuve conformément au paragraphe 19.4.

Un fusible conforme aux caractéristiques électriques des fusibles à temporisation (type D) dans la Publication 241 de la CEI est monté en série avec chaque condensateur. Le courant nominal du fusible est de 20 A, ou de 10 fois le courant nominal du condensateur sur lequel il est connecté, la valeur la plus élevée étant retenue.

*Note.*- La limitation du rapport de la valeur de crête du courant à sa durée est à l'étude.

Les condensateurs sont raccordés à une source de courant alternatif de forte puissance, capable de débiter un courant de défaut de 300 A ou de 10 fois le courant nominal du fusible le plus important du circuit d'essai.

Le schéma du circuit d'essai est donné par la figure 1.

## 20. Destruction test

Capacitors shall have adequate resistance against destructive failure.

Two consecutive test procedures are provided for self-healing capacitors, described in Sub-clauses 20.1 and 20.2. For non-self-healing capacitors a single test procedure is provided, described in Sub-clause 20.3. The choice is made according to the following table:

Self-healing		Non-self-healing
Up to and including 250 V	Over 250 V	
Sub-clauses 20.1 and *	Sub-clauses 20.1 and 20.2 <sup>1)</sup>	Sub-clause 20.3

\* Denmark and Norway require that the test of Sub-clause 20.2<sup>1)</sup> is made also for capacitors up to and including 250 V.

1) For use only when the a.c. conditioning of Sub-clause 20.1 does not produce ten inoperative capacitors.

### 20.1 Self-healing capacitors - A.C. conditioning

The test is carried out on 30 capacitors which have passed the initial tests detailed in items a) to e) of Clause 11.

#### 20.1.1 Preparation for conditioning

The capacitors are wrapped closely with cotton gauze (cheese cloth) and mounted in an oven as described in Sub-clause 19.4.

In series with each capacitor there is a fuse complying with the electric characteristics for time-lag fuses (D type) detailed in IEC Publication 241. The rating of the fuse is 20 A or 10 times the rated current of the capacitor to which it is connected, whichever is the greater.

Note.- A limitation of the peak current to time ratio is under consideration.

The capacitors are connected to a high-power a.c. supply capable of passing a fault current of 300 A or 10 times the rated current of the highest rated fuse in use in the test circuit.

Figure 1 shows the test circuit in diagrammatic form.

Les condensateurs sont à chauffer à coeur dans le four à une température de  $(t_c + 10)$  °C, puis mis sous tension à  $1,4 U_n$  pendant 1 h. La tension est ensuite élevée à  $1,6 U_n$ ; puis toutes les heures, par paliers de  $0,2 U_n$  jusqu'à  $2,0 U_n$ , valeur qui est maintenue sans interruption jusqu'à ce que les prescriptions du paragraphe 20.1.3 soient satisfaites ou que 168 h se soient écoulées.

#### 20.1.2 Conditions d'identification des condensateurs mis hors d'usage

Si l'intensité du courant traversant un condensateur quelconque tombe à une valeur égale à moins de 10% de celle qui correspondrait à la capacité assignée et à la tension d'essai appliquée, cela peut être dû à l'une des causes suivantes:

- a) le condensateur a présenté un court-circuit et le fusible a sauté;
- b) le condensateur a présenté une interruption ou a perdu presque entièrement sa capacité;
- c) le fusible a sauté sans que le condensateur présente un court-circuit, par suite d'une modification de l'état électrique du condensateur.

La preuve que le condensateur est stable et qu'il se trouve dans l'une des situations a) ou c) indiquées ci-dessus est faite en remplaçant par deux fois le fusible, qui doit fonctionner à chaque fois. La situation b) est identifiée au moyen de l'ampèremètre de la figure 1, qui indique dans ce cas un courant faible ou nul. Le condensateur mis hors d'usage est alors enlevé de l'étuve, laissé se refroidir jusqu'à la température ambiante et essayé afin de vérifier s'il répond aux prescriptions du paragraphe 20.1.3.

#### 20.1.3 Conditions de conformité

Chaque condensateur doit satisfaire aux points suivants:

- a) des fuites de liquides peuvent humecter la surface externe du condensateur, mais ne doivent pas s'écouler sous forme de gouttes;
- b) les parties actives internes ne doivent pas être accessibles au doigt d'épreuve spécifié à la figure 1 de la Publication 529 de la CEI;
- c) la gaze ne doit pas présenter de traces de brûlures ou de roussissement, ceci signifiant que les flammes ou des particules incandescentes ont été émises à travers les ouvertures;
- d) le condensateur doit satisfaire à l'essai de l'article 14, la tension étant réduite de 500 V;

Le conditionnement est considéré comme achevé lorsqu'un minimum de 10 condensateurs sont mis hors d'usage ou que 168 h se sont écoulées.

The capacitors in the oven are heated throughout to a temperature of  $(t_c + 10)$  °C, and the capacitors are then energized at  $1.4 U_n$  for 1 h. The voltage is then increased to  $1.6 U_n$  and by a further  $0.2 U_n$  at the end of each subsequent hour until the voltage has reached  $2.0 U_n$ ; this last voltage is maintained, continuously until the requirements of Sub-clause 20.1.3 have been met, or for 168 h.

#### 20.1.2 Conditions for identifying a capacitor having become inoperative

If the current through any capacitor falls to less than 10% of the value which would be expected from the rated capacitance and the test voltage applied, this will be due to one of the following reasons:

- a) the capacitor has become short-circuit and the fuse has blown;
- b) the capacitor has become open-circuit or has lost most of its capacitance;
- c) the fuse has blown without the capacitor being short-circuited, due to changed electrical conditions in the capacitor.

By replacing the fuse twice (both of which have to operate) it will be established that the capacitor is stable and meeting the conditions a) or c) above. Condition b) can be detected by the ammeter, in Figure 1, showing very low or no current. Then the capacitor having become inoperative shall be removed from the oven, allowed to cool to room temperature, and tested to see if it meets the requirements of Sub-clause 20.1.3.

#### 20.1.3 Conditions of compliance

Each capacitor shall meet the following:

- a) escaping liquid material may wet the outer surface of the capacitor, but not fall away in drops;
- b) internal live parts shall not be accessible to the standard test finger, as shown in Figure 1 of IEC Publication 529;
- c) burning or scorching of the cotton gauze shall not be evident, since this would indicate that flames or fiery particles had been emitted from the openings;
- d) the capacitor shall withstand the test of Clause 14, the test voltage being reduced by 500 V;

The conditioning is considered to be complete when a minimum of 10 capacitors have become inoperative or 168 h have been completed.

## 20.2 Condensateurs autorégénérateurs - Conditionnement en courant continu

Si moins de 10 condensateurs ont été mis hors d'usage à la suite de l'essai du paragraphe 20.1, les condensateurs restants sont soumis à l'essai ci-dessous pour obtenir un total de 10 défaillances pour les deux essais.

*Les condensateurs restants sont essayés comme suit:*

- le premier condensateur à la température ambiante;
- le deuxième à  $(t_c + 10)$  °C;
- le troisième à la température ambiante, et ainsi de suite.

### 20.2.1 Préparation au conditionnement

Les condensateurs sont serrés dans de la gaze (étamine de coton) et sont placés dans un four à  $(t_c + 10)$  °C ou dans une enceinte d'essai à la température ambiante.

Les condensateurs sont raccordés individuellement et successivement à un circuit d'essai à courant continu, comme représenté à la figure 2, où la source de courant continu de tension variable est capable de fournir un courant de 300 mA sous une tension continue de  $10 U_n$ .

On doit également disposer d'une source de courant alternatif de puissance élevée et de fusibles à temporisation tels que spécifiés au paragraphe 20.1.1 et montés comme représenté à la figure 1.

*La procédure de conditionnement est la suivante:*

- a) le commutateur étant dans la position 1, la source de courant continu est réglée de façon que le voltmètre indique  $10 U_n$ ;
- b) le commutateur est placé dans la position 2, la résistance variable  $R$  est réglée de façon que l'ampèremètre indique 300 mA;
- c) le commutateur est placé dans la position 3, peu après (au moins  $20 RC$ ) les indications des appareils de mesure sont stabilisées. La tension de la source de courant continu est alors ramenée à zéro;
- d) aussi rapidement que possible, le condensateur étant maintenu à la même température, une tension alternative de  $1,3 U_n$  est appliquée pendant 5 min au condensateur monté dans le  $n^{\text{e}}$  circuit de la figure 1. Un fusible fondu indique alors un court-circuit, et un courant de valeur inférieure à 10% de la valeur escomptée de l'ampèremètre indique un condensateur en circuit ouvert.

### 20.2.2 Conditions d'identification des condensateurs mis hors d'usage

Pendant l'application de la procédure décrite au paragraphe 20.2.1 d), on contrôle le condensateur afin de vérifier qu'il satisfait aux prescriptions du paragraphe 20.1.2. Si ces prescriptions sont satisfaites, on laisse les condensateurs se refroidir jusqu'à la température ambiante puis on les essaye afin de vérifier qu'ils satisfont aux prescriptions du paragraphe 20.2.3.

## 20.2 Self-healing capacitors - D.C. conditioning.

If less than 10 capacitors have become inoperative as a result of the test in Sub-clause 20.1, the remaining capacitors are subjected to the following test to obtain a total of 10 inoperatives from this test and the test of Sub-clause 20.1 taken together.

*The remaining capacitors are tested as follows:*

- *First capacitor at room temperature;*
- *Second capacitor ( $t_c + 10$ ) °C;*
- *Third capacitor at room temperature, and so on.*

### 20.2.1 Preparation for conditioning

The capacitors are wrapped closely with cotton gauze (cheese cloth) and mounted in an oven at ( $t_c + 10$ ) °C or a test cabinet at room temperature.

The capacitors are connected individually and successively to a d.c. conditioning circuit as shown in Figure 2, where the variable d.c. source is capable of supplying a current of 300 mA at a voltage of  $10 U_n$  d.c.

A high-power a.c. source and time lag fuses shall also be available as described in Sub-clause 20.1.1, connected as shown in Figure 1.

*The conditioning procedure is as follows:*

- a) *with the switch in position 1, the d.c. supply is adjusted so that the voltmeter reads  $10 U_n$ ;*
- b) *with the switch in position 2, the variable resistor  $R$  is adjusted so that the ammeter reads 300 mA;*
- c) *the switch is moved to position 3, and shortly afterwards (at least  $20 RC$ ) the reading will assume a stable position. The voltage of the d.c. source is then reduced to zero;*
- d) *as soon as possible, and with the capacitor at the same temperature, an a.c. voltage of  $1.3 U_n$  is applied to the capacitor for a period of 5 min using the circuit of Figure 1. A blown fuse indicates a short-circuit and a current of less than 10% of the expected reading of an ammeter indicates an open circuit.*

### 20.2.2 Conditions for identifying whether a capacitor has become inoperative

*During the procedure of Sub-clause 20.2.1 d) the capacitor is monitored to see if the requirements of Sub-clause 20.1.2 are met. If they are met then the capacitors are allowed to cool to room temperature and are tested to check that they meet the requirements of Sub-clause 20.2.3.*

*Si les prescriptions du paragraphe 20.1.2 ne sont pas satisfaites, la méthode du paragraphe 20.2.1 est répétée en entier.*

### 20.2.3 Conditions de conformité des condensateurs mis hors d'usage

Chaque condensateur mis hors d'usage doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 20.1.3.

### 20.3 Condensateurs non autorégénérateurs

*L'essai est effectué sur 10 condensateurs qui ont tous subi les essais préliminaires prévus aux points a) à e) de l'article 11.*

#### 20.3.1 Préparation au conditionnement

Les condensateurs sont serrés dans de la gaze (étamine de coton) et placés dans un four.

Les condensateurs sont raccordés individuellement et successivement à une source de courant continu de tension variable, une résistance limitant le courant à un maximum de 3 mA est montée en série.

On doit également disposer d'une source de courant alternatif de puissance élevée et de fusibles temporisés tels que spécifiés au paragraphe 20.1.1 et montés selon la figure 1.

Les condensateurs sont portés à une température à coeur de  $(t_c + 10)$  °C et mis hors d'usage individuellement au moyen d'une source de courant continu dont la tension est élevée régulièrement, le courant de claquage ne devant pas dépasser 3 mA.

*La procédure de conditionnement est la suivante:*

#### a) Pour les condensateurs marqués du symbole

*On applique une tension alternative de  $1,3 U_n$  pendant 8 h en utilisant le circuit de la figure 1, sauf qu'une inductance ou une résistance est montés en série avec le condensateur. L'impédance de cette inductance ou résistance doit être telle que le courant parcourant le circuit sous  $1,3 U_n$ , le condensateur étant court-circuité, soit limité à 1,5 fois le courant nominal du condensateur ( $1,5 U_n \omega C$ ).*

#### b) Pour tous les autres condensateurs

*Aussitôt que possible après le claquage, le condensateur se trouvant à la même température, on lui applique une tension alternative de  $1,3 U_n$  pendant 5 min, en utilisant le circuit de la figure 1.*

#### 20.3.2 Conditions d'identification des condensateurs mis hors d'usage

*Pendant l'application de la tension alternative décrite au paragraphe 20.3.1, on contrôle le condensateur afin de s'assurer qu'il satisfait aux prescriptions du paragraphe 20.1.2. Si celles-ci sont satisfaites, on laisse le condensateur se refroidir jusqu'à la température ambiante, puis on l'essaie afin de vérifier s'il satisfait aux prescriptions du paragraphe 20.2.3.*

*If the requirements of Sub-clause 20.1.2 are not met, then the whole procedure of Sub-clause 20.2.1 is repeated.*

### 20.2.3 *Conditions of compliance for capacitors having become inoperative*

Each capacitor having become inoperative shall meet the requirements of Sub-clause 20.1.3.

### 20.3 *Non-selfhealing capacitors*

*The test is carried out on 10 capacitors, all of which have passed the initial tests detailed in Items a) to e) of Clause 11.*

#### 20.3.1 *Preparation for conditioning*

The capacitors are wrapped closely in cotton gauze (cheesecloth) and mounted in an oven.

The capacitors are connected individually and successively to a variable d.c. voltage source with a resistance in series to limit the current to a maximum of 3 mA.

A high-power a.c. source and time lag fuses shall be available as described in Sub-clause 20.1.1, connected as shown in Figure 1.

The capacitors are heated throughout to a temperature of  $(t_c + 10)^\circ\text{C}$  and individually broken down using a steadily increasing d.c. voltage source where the breakdown current does not exceed 3 mA.

*The conditioning procedure is as follows:*

#### a) *For capacitors marked with the symbol*

*An a.c. voltage of  $1.3 U_n$  is applied to the capacitor for a period of 8 h using the circuit of Figure 1, except that there is a choke or resistor in series with the capacitor. The impedance of the choke or resistor is such that with  $1.3 U_n$  applied to the circuit and the capacitor short-circuited, the current flowing through the circuit is limited to 1.5 times the rated value ( $1.5 U_n \omega C$ ).*

#### b) *For all other capacitors*

*As soon as possible after breakdown, and with the capacitor at the same temperature, an a.c. voltage of  $1.3 U_n$  is applied to the capacitor for a period of 5 min using the circuit of Figure 1.*

#### 20.3.2 *Conditions for identifying whether a capacitor has become inoperative*

*During the application of an a.c. voltage in Sub-clause 20.3.1 the capacitor is monitored to see if the requirements of Sub-clause 20.1.2 are met; then the capacitor is allowed to cool to room temperature and is tested to see if it meets the requirements of Sub-clause 20.2.3.*

*Si les prescriptions du paragraphe 20.1.2 ne sont pas satisfaites, la procédure du paragraphe 20.3.1 est répétée en entier.*

### 20.3.3 Conditions de conformité pour les condensateurs mis hors d'usage

Chaque condensateur mis hors d'usage doit satisfaire aux prescriptions du paragraphe 20.1.3.

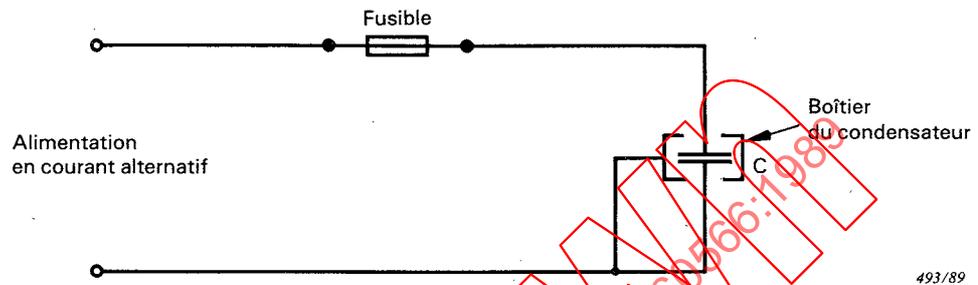


Fig. 1.- Circuit de conditionnement en courant alternatif

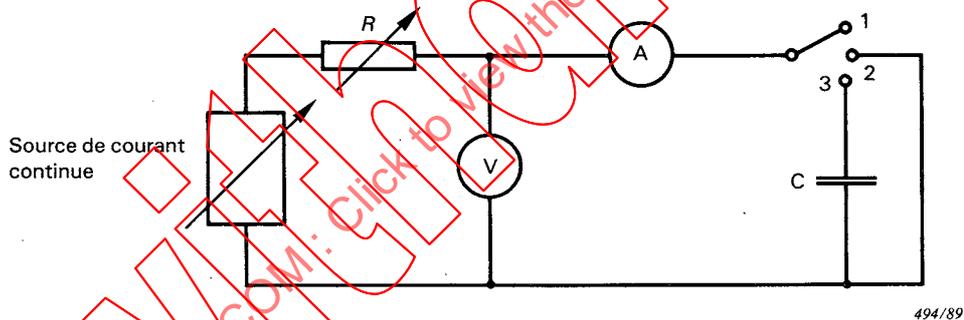


Fig. 2.- Circuit de conditionnement en courant continu

## 21. Variation de la capacité en fonction de la température

21.1 Les mesures de la capacité sont réalisées sous les conditions prescrites à l'article 15.

21.2 *La capacité est mesurée successivement à chacune des températures citées ci-après:*

- a)  $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- b) *température minimale assignée  $\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $C_T \text{ min}$ );*
- c)  $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- d) *température maximale assignée  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $C_T \text{ max}$ );*
- e)  $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ .

If the requirements of Sub-clause 20.1.2 are not met then the whole procedure of Sub-clause 20.3.1 is repeated.

### 20.3.3 Conditions of compliance for capacitors having become inoperative

Each capacitor having become inoperative shall meet the requirements of Sub-clause 20.1.3.

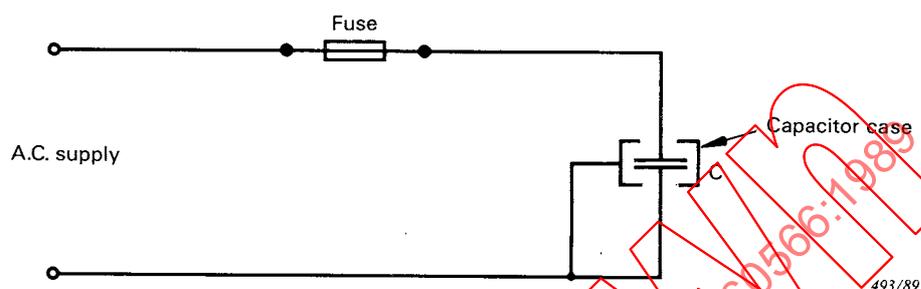


Fig. 1.- A.C. conditioning circuit

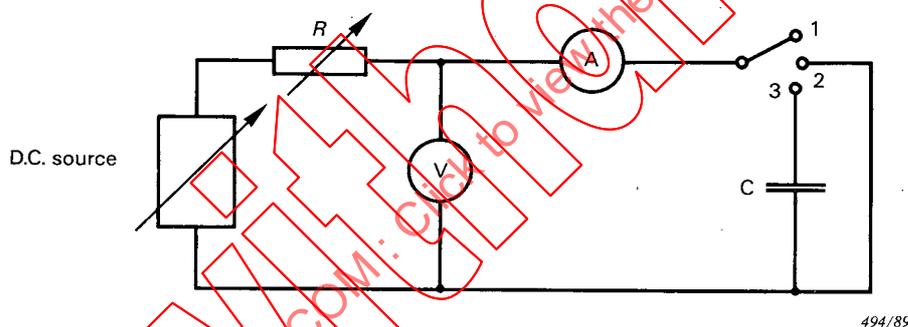


Fig. 2.- D.C. conditioning circuit

## 21. Change of capacitance with temperature

21.1 Measurements of capacitance are made under the conditions prescribed in Clause 15.

21.2 The capacitor is measured at each of the following temperatures in turn:

- $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- rated minimum temperature  $\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $C_{T \text{ min}}$ );
- $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- rated maximum temperature  $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $C_{T \text{ max}}$ );
- $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ .

21.3 Les mesures de capacité sont faites à chacune des températures citées au paragraphe 21.2 après que le condensateur a atteint son régime thermique. La tension de mesure n'est appliquée que durant le temps minimal nécessaire pour l'exécution des mesures de capacité.

La condition de stabilité thermique est considérée comme atteinte lorsque l'écart entre deux mesures de la capacité effectuées à un intervalle d'au moins 5 min n'est pas supérieur à l'erreur pouvant être attribuée à l'appareil de mesure.

Les températures sont mesurées avec une précision de  $\pm 0,2$  °C.

Il est recommandé au cours des mesures d'éviter la condensation ou la formation de givre sur la surface des condensateurs.

21.4 La variation de la capacité en fonction de la température est calculée comme suit:

$$\frac{C_{T_{\min}} - C_0}{C_0} \times 100 \text{ pour la température minimale assignée}$$

$$\frac{C_{T_{\max}} - C_0}{C_0} \times 100 \text{ pour la température maximale assignée}$$

où:

$C_0$  est la capacité mesurée à la température indiquée au point c) du paragraphe 21.2

$C_{T_{\min}}$  est la capacité mesurée à la température au point b) du paragraphe 21.2 (température minimale assignée)

$C_{T_{\max}}$  est la capacité mesurée à la température indiquée au point d) du paragraphe 21.2 (température maximale assignée).

21.5 La capacité mesurée suivant les points a) et e) du paragraphe 21.2 n'est pas utilisée dans les calculs, mais est mentionnée dans le compte rendu des essais pour indiquer la reproductibilité des résultats.

21.6 La variation de la capacité en fonction de la température ne doit pas être supérieure à  $\pm 5\%$ .



21.3 Capacitance measurements are made at each of the temperatures specified in Sub-clause 21.2 after the capacitor has reached thermal stability. The measuring voltage is applied only for the minimum time necessary to make the capacitance measurements.

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

The actual temperature of measurement is measured to an accuracy of  $\pm 0.2$  °C.

Care should be taken during measurements to avoid condensation or frost on the surface of the capacitors.

21.4 The change of capacitance with temperature is calculated as follows:

$$\frac{C_{T_{\min}} - C_0}{C_0} \times 100 \text{ for the rated minimum temperature}$$

$$\frac{C_{T_{\max}} - C_0}{C_0} \times 100 \text{ for the rated maximum temperature}$$

where:

$C_0$  is the capacitance measured at the temperature specified in Item c) of Sub-clause 21.2.

$C_{T_{\min}}$  is the capacitance measured at the temperature specified in Item b) of Sub-clause 21.2 (rated minimum temperature).

$C_{T_{\max}}$  is the capacitance measured at the temperature specified in Item d) of Sub-clause 21.2 (rated maximum temperature).

21.5 The capacitance measured in accordance with Items a) and e) of Sub-clause 21.2 is not used in the calculation but shall be included in the test report to indicate the reproducibility of the results.

21.6 The change of capacitance with temperature shall not exceed  $\pm 5\%$ .

## ANNEXE A

### RESISTANCE DE DECHARGE

La formule suivante permet de déterminer la valeur de la résistance de décharge, prescrite à l'article 8:

$$U_0 e^{-60/C'R'} = 50$$

où:

$U_0$  = valeur de crête de la tension à laquelle le condensateur peut être soumis (c'est-à-dire  $1,1 \times 1,414 \times U_n$ )

$e$  = base des logarithmes népériens

$C'$  = valeur maximale de la capacité du condensateur, exprimée en microfarads

$R'$  = valeur maximale de la résistance de décharge, exprimée en mégohms

La formule ci-dessus peut se transformer en:

$$C'R' = \frac{60}{(2,303 \log_{10} U_n) - 3,470}$$

où:

$U_n$  = tension assignée du condensateur

Pour des valeurs usuelles de la tension nominale, le tableau AI indique les résultats auxquels conduit la formule.

TABLEAU AI

*Valeurs nominales des résistances de décharge*

Tension nominale du condensateur (V)	Valeur nominale de la résistance R* (MΩ)
240	22,60/C
250	22,15/C
300	20,34/C
380	18,40/C
440	17,36/C

\* Dans les expressions de ce tableau, C est la valeur nominale de la capacité en microfarads.

Les valeurs indiquées dans la seconde colonne du tableau AI tiennent compte d'une tolérance de +20% sur la résistance et de +10% sur la capacité.

Pour autant que la valeur réelle de la résistance soit inférieure à celle donnée par les formules, le condensateur sera chargé suffisamment rapidement. Afin d'éviter un échauffement excessif de la résistance, sa valeur n'est toutefois pas choisie plus faible que nécessaire.