

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
252

Troisième édition  
Third edition  
1993-09

---

---

**Condensateurs des moteurs  
à courant alternatif**

**A.C. motor capacitors**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60252:1993



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 252: 1993

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

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

## Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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 publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, 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 end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
252

Troisième édition  
Third edition  
1993-09

---

---

**Condensateurs des moteurs  
à courant alternatif**

**A.C. motor capacitors**

© CEI 1993 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 Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

V

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	6

### SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

Articles

1.1	Domaine d'application et objet .....	8
1.2	Références normatives .....	10
1.3	Définitions .....	10
1.4	Conditions de service .....	16
1.5	Tolérances préférentielles sur la capacité .....	18

### SECTION 2: PRESCRIPTIONS DE QUALITÉ ET ESSAIS

2.1	Prescriptions relatives aux essais .....	18
2.2	Nature des essais .....	18
2.3	Essais de type .....	20
2.4	Essais individuels .....	24
2.5	Tangente de l'angle de perte .....	24
2.6	Examen visuel .....	24
2.7	Essai diélectrique entre bornes .....	24
2.8	Essai diélectrique entre bornes et enveloppe .....	28
2.9	Mesure de la capacité .....	28
2.10	Vérification des dimensions .....	28
2.11	Essais mécaniques .....	28
2.12	Essai d'étanchéité .....	34
2.13	Essai d'endurance .....	34
2.14	Essai à la chaleur humide .....	40
2.15	Essai d'autorégénération .....	40
2.16	Essai de destruction .....	42

### SECTION 3: SURCHARGES

3.1	Surcharges admissibles .....	48
-----	------------------------------	----

### SECTION 4: RÈGLES DE SÉCURITÉ

4.1	Lignes de fuite et distances dans l'air .....	50
4.2	Bornes et conducteurs de raccordement .....	50
4.3	Mise à la terre .....	50
4.4	Dispositifs de décharge .....	52

### SECTION 5: CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES

5.1	Marquage .....	54
-----	----------------	----

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
<b>SECTION 1: GENERAL</b>	
Clause	
1.1 Scope and object .....	9
1.2 Normative references .....	11
1.3 Definitions .....	11
1.4 Service conditions .....	17
1.5 Preferred tolerances on capacitance .....	19
<b>SECTION 2: QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS</b>	
2.1 Test requirements .....	19
2.2 Nature of tests .....	19
2.3 Type tests .....	21
2.4 Routine tests .....	25
2.5 Tangent of loss angle .....	25
2.6 Visual examination .....	25
2.7 Voltage test between terminals .....	25
2.8 Voltage test between terminals and case .....	29
2.9 Capacitance measurement .....	29
2.10 Check of dimensions .....	29
2.11 Mechanical tests .....	29
2.12 Sealing test .....	35
2.13 Endurance test .....	35
2.14 Damp-heat test .....	41
2.15 Self-healing test .....	41
2.16 Destruction test .....	43
<b>SECTION 3: OVERLOADS</b>	
3.1 Permissible overloads .....	49
<b>SECTION 4: SAFETY REQUIREMENTS</b>	
4.1 Creepage distances and clearances .....	51
4.2 Terminals and connecting cables .....	51
4.3 Earth connections .....	51
4.4 Discharge devices .....	53
<b>SECTION 5: RATINGS</b>	
5.1 Marking .....	55

Articles

Pages

SECTION 6: GUIDE POUR L'INSTALLATION ET L'UTILISATION

6.1	Généralités .....	54
6.2	Choix de la tension assignée .....	56
6.3	Vérification de la température du condensateur .....	56
6.4	Vérification des transitoires .....	58
6.5	Courant de fuite .....	58
Annexe A – Tension d'essai .....		60

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60252:1993  
Withdrawn

Clause

Page

## SECTION 6: GUIDE FOR INSTALLATION AND OPERATION

6.1	General .....	55
6.2	Choice of rated voltage .....	57
6.3	Checking capacitor temperature .....	57
6.4	Checking transients .....	59
6.5	Leakage current .....	59
Annex A – Test voltage .....		61

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60252:1993

Withdrawn

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## CONDENSATEURS DES MOTEURS À COURANT ALTERNATIF

### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 252 a été établie par le comité d'études 33 de la CEI: Condensateurs de puissance.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1975 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
33(BC)107	33(BC)116

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## A.C. MOTOR CAPACITORS

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 252 has been prepared by IEC technical committee 33: Power capacitors.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1975 and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the following documents:

DIS	Report on voting
33(CO)107	33(CO)116

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

Annex A forms an integral part of this standard.

## CONDENSATEURS DES MOTEURS À COURANT ALTERNATIF

### SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

#### 1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux condensateurs destinés à être raccordés aux enroulements des moteurs asynchrones alimentés par un réseau monophasé dont la fréquence ne dépasse pas 100 Hz, et aux condensateurs destinés aux moteurs asynchrones triphasés pour permettre le raccordement de ces moteurs à un réseau monophasé.

La présente norme couvre les condensateurs imprégnés ou non, ayant un diélectrique en papier, film plastique ou une combinaison des deux, soit métallisés, soit à électrodes en feuilles de métal, pour tension assignée n'excédant pas 660 V.

Les condensateurs de démarrage de type électrolytique seront traités dans la CEI 252-2 (en cours d'élaboration).

NOTE - Les condensateurs suivants sont exclus de cette norme:

- Condensateurs shunt autorégénérateurs destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif avec tension assignée jusqu'à 1 000 V inclus. (CEI 831-1)
- Condensateurs shunt non autorégénérateurs destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif avec tension assignée jusqu'à 1 000 V inclus. (CEI 931-1)
- Condensateurs shunt destinés à être installés sur les réseaux à courant alternatif avec tension assignée supérieure à 660 V (CEI 871-1)
- Condensateurs destinés à des installations de production de chaleur par induction, soumis à des fréquences comprises entre 40 Hz et 24 000 Hz (CEI 110: Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 Hz et 24 000 Hz).
- Condensateurs série (CEI 143: Condensateurs-série destinés à être installés sur des réseaux).
- Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs (CEI 358: Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs).
- Condensateurs utilisés dans les circuits électroniques de puissance (CEI 1071-1: Condensateurs pour l'électronique de puissance).
- Petits condensateurs à courant alternatif utilisés pour les lampes fluorescentes et à décharge (CEI 566: Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge).
- Condensateurs d'antiparasitage (publication CEI en cours d'examen).
- Condensateurs utilisés dans différents types d'équipements électriques et considérés de ce fait comme des composants.
- Condensateurs destinés à être utilisés sous tension continue superposée à la tension alternative.

La présente norme a pour objet:

- a) de formuler des règles uniformes pour les performances, les essais et les caractéristiques nominales;
- b) de formuler des règles spécifiques de sécurité;
- c) de fournir un guide pour l'installation et pour l'utilisation.

## A.C. MOTOR CAPACITORS

### SECTION 1: GENERAL

#### 1.1 Scope and object

This International Standard applies to motor capacitors intended for connection to windings of asynchronous motors supplied from a single-phase system having a frequency up to and including 100 Hz, and to capacitors to be connected to three-phase asynchronous motors so that these motors may be supplied from a single-phase system.

This standard covers impregnated or unimpregnated capacitors having a dielectric of paper, plastic film, or a combination of both, either metallized or with metal-foil electrodes, with rated voltages up to and including 660 V.

Electrolytic motor start capacitors will be covered by IEC 252-2 which is under consideration.

NOTE – The following are excluded from this standard:

- Shunt capacitors of the self-healing type for a.c. power systems of up to and including 1 000 V nominal voltage. (IEC 831-1)
- Shunt capacitors of non self-healing type for a.c. power systems of up to and including 1 000 V nominal voltage. (IEC 931-1)
- Shunt capacitors for a.c. power systems having a nominal voltage above 1 000 V. (IEC 871-1)
- Capacitors for induction heat-generating plants, operating at frequencies between 40 Hz and 24 000 Hz (IEC 110: Recommendation for capacitors for inductive heat generating plants operating at frequencies between 40 Hz and 24 000 Hz).
- Series capacitors (IEC 143: Series capacitors for power systems).
- Coupling capacitors and capacitor dividers (IEC 358: Coupling capacitors and capacitor dividers).
- Capacitors to be used in power electronic circuits (IEC 1071-1: Power electronic capacitors).
- Small a.c. capacitors to be used for fluorescent and discharge lamps (IEC 566: Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits).
- Capacitors for suppression of radio interference (IEC publication under consideration).
- Capacitors intended to be used in various types of electrical equipment and thus considered as components.
- Capacitors intended for use with d.c. voltage superimposed on a.c. voltage.

The object of this standard is:

- a) to formulate uniform rules regarding performance, testing and rating;
- b) to formulate specific safety rules;
- c) to provide a guide for installation and operation.

## 1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 68-2-1: 1990, *Essais d'environnement. Deuxième partie: Essais – Essai A: Froid*

CEI 68-2-3: 1969, *Essais d'environnement. Deuxième partie: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 68-2-6: 1982, *Essais d'environnement. Deuxième partie: Essais – Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 68-2-20: 1979, *Essais d'environnement. Deuxième partie: Essais – Essai T: Soudure*

CEI 68-2-21: 1983, *Essais d'environnement. Deuxième partie: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de fixation*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP).*

## 1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**1.3.1 condensateur permanent de moteur:** Condensateur de puissance qui, utilisé en liaison avec un enroulement auxiliaire du moteur, aide le moteur à démarrer et améliore le couple lors du fonctionnement.

NOTE – Ce type de condensateur est usuellement relié de façon permanente à l'enroulement du moteur et reste en circuit pendant sa marche. Lors du démarrage, s'il est en parallèle avec le condensateur de démarrage, il aide au démarrage du moteur.

**1.3.2 condensateur de démarrage de moteur:** Condensateur de puissance qui fournit un courant de conduction à l'enroulement auxiliaire d'un moteur, et qui est mis hors circuit lorsque le moteur est en fonctionnement.

**1.3.3 condensateur à armatures métalliques:** Condensateur dont les électrodes sont constituées par des feuilles ou des lamelles de métal séparées par un diélectrique.

**1.3.4 condensateur métallisé:** Condensateur dont les électrodes sont constituées par un dépôt métallique sur le diélectrique.

**1.3.5 condensateur auto-régénérateur:** Condensateur dont les qualités électriques, après rupture locale du diélectrique, sont rapidement et essentiellement auto-restaurées.

## 1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 68-2-1: 1990, *Environmental testing. Part 2: Tests – Test A: Cold*

IEC 68-2-3: 1969, *Environmental testing. Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 68-2-6: 1982, *Environmental testing. Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)*

IEC 68-2-20: 1979, *Environmental testing, Part 2: Tests – Test T: Soldering*

IEC 68-2-21: 1983, *Environmental testing. Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).*

## 1.3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply:

**1.3.1 motor running capacitor:** A power capacitor which, when used in conjunction with an auxiliary winding of a motor, assists the motor to start and improves the torque under running conditions.

NOTE - The running capacitor is usually connected permanently to the motor winding and remains in circuit throughout the running period of the motor. During the starting period, if it is in parallel with the starting capacitor, it helps to start the motor.

**1.3.2 motor starting capacitor:** A power capacitor which provides a leading current to an auxiliary winding of a motor and which is switched out of circuit once the motor is running.

**1.3.3 metal foil capacitor:** A capacitor, the electrodes of which consist of metal foils or strips separated by a dielectric.

**1.3.4 metallized capacitor:** A capacitor, in which the electrodes consist of a metallic deposit on the dielectric.

**1.3.5 self-healing capacitor:** A capacitor, the electrical properties of which, after local breakdown of the dielectric, are rapidly and essentially self restored.

**1.3.6 dispositif de décharge d'un condensateur:** Dispositif pouvant être incorporé au condensateur, capable de ramener à zéro, en un temps donné, la tension résiduelle entre les bornes après que le condensateur a été déconnecté d'un réseau.

**1.3.7 service continu:** Service sans limite de durée de fonctionnement au cours de la vie normale du condensateur.

**1.3.8 service intermittent:** Service dans lequel des périodes de fonctionnement sont suivies d'intervalles pendant lesquels le condensateur n'est pas sous tension.

**1.3.9 service de démarrage:** Type particulier de service intermittent dans lequel le condensateur est sous tension pour une période très courte, pendant que le moteur accélère pour atteindre sa vitesse de régime.

**1.3.10 cycle de fonctionnement assigné:** Valeur assignée indiquant le type de fonctionnement intermittent ou de démarrage pour lequel le condensateur est prévu. Il est exprimé par la durée du cycle en minutes et par le pourcentage du temps pendant lequel le condensateur est sous tension.

**1.3.11 durée du cycle de fonctionnement:** Somme de l'intervalle de temps sous tension et de l'intervalle de temps hors tension en cas de service intermittent.

**1.3.12 durée relative de fonctionnement:** Pourcentage de la durée du cycle pendant lequel le condensateur est sous tension.

**1.3.13 condensateur pour service intermittent et continu:** Condensateur prévu pour fonctionner à une tension donnée en service continu, et à une tension différente (normalement plus élevée) en service intermittent.

**1.3.14 classes d'utilisation:** Durée de vie minimale pour laquelle le condensateur est prévu à cycle de fonctionnement, tension, température et fréquence assignés.

- Classe A - 30 000 h
- Classe B - 10 000 h
- Classe C - 3 000 h
- Classe D - 1 000 h

Ces classes d'utilisation sont prévues pour représenter un taux de panne inférieur à 3 % pendant la vie du produit.

Un condensateur peut avoir plus d'une classe selon les tensions correspondantes.

**1.3.15 température minimale admissible de fonctionnement d'un condensateur:** Température minimale admissible à la surface de l'enveloppe du condensateur au moment de la mise sous tension de celui-ci.

**1.3.16 température maximale admissible de fonctionnement d'un condensateur ( $t_c$ ):** Température maximale admissible au point le plus chaud de l'enveloppe du condensateur pendant le fonctionnement de celui-ci.

**1.3.17 tension assignée d'un condensateur ( $U_N$ ):** Valeur efficace de la tension alternative pour laquelle le condensateur a été conçu.

**1.3.6 discharge device of a capacitor:** A device which may be incorporated in a capacitor, capable of reducing the voltage between the terminals effectively to zero, within a given time, after the capacitor has been disconnected from a network.

**1.3.7 continuous operation:** Operation with no time limit within the normal life of the capacitor.

**1.3.8 intermittent operation:** Operation in which periods with the capacitor energized are followed by intervals during which the capacitor is unenergized.

**1.3.9 starting operation:** A special type of intermittent operation in which the capacitor is energized for only a very short period while the motor is accelerating to rated speed.

**1.3.10 rated duty cycle:** A rated value indicating the type of intermittent or starting duty for which a capacitor is suitable. It is specified by the duty cycle duration, in minutes, and the percentage of the time during which the capacitor is energized.

**1.3.11 duty cycle duration:** Total time of one energized and one unenergized interval during the intermittent operation.

**1.3.12 relative operation time:** The percentage of the cycle duration in which the capacitor is energized.

**1.3.13 capacitor for continuous and intermittent operation:** A capacitor designed to operate at one voltage when in continuous operation and at a different (usually higher) voltage when in intermittent operation.

**1.3.14 class of operation:** The minimum total life for which the capacitor has been designed at rated duty, voltage, temperature and frequency.

Class A - 30 000 h

Class B - 10 000 h

Class C - 3 000 h

Class D - 1 000 h

These classes of operation are intended to represent a true failure rate not exceeding 3 % during the life of the product.

A capacitor may have more than one class with corresponding voltages.

**1.3.15 minimum permissible capacitor operating temperature:** The minimum permissible temperature on the outside of the case at the moment of switching on the capacitor.

**1.3.16 maximum permissible capacitor operating temperature ( $t_c$ ):** The maximum permissible temperature of the hottest area of the outside of the capacitor case during operation.

**1.3.17 rated voltage of a capacitor ( $U_N$ ):** The r.m.s. value of the alternating voltage for which the capacitor has been designed.

**1.3.18 tension maximale (pour les condensateurs de démarrage de moteur seulement):** Valeur la plus élevée de la tension efficace admissible aux bornes d'un condensateur de démarrage de moteur, entre le début du démarrage et le moment où le disjoncteur déconnecte le condensateur.

**1.3.19 fréquence assignée d'un condensateur ( $f_N$ ):** Fréquence la plus haute pour laquelle le condensateur est conçu.

**1.3.20 capacité assignée d'un condensateur ( $C_N$ ):** Valeur de capacité pour laquelle le condensateur est conçu.

**1.3.21 courant assigné d'un condensateur ( $I_N$ ):** Valeur efficace du courant alternatif pour laquelle le condensateur est conçu à tension et fréquence assignées.

**1.3.22 puissance assignée d'un condensateur ( $Q_N$ ):** Puissance réactive d'un condensateur en fonction des valeurs assignées de la capacité, de la fréquence et de la tension (ou du courant).

**1.3.23 pertes d'un condensateur:** Puissance active dissipée par le condensateur.

NOTE - Sauf spécification contraire, les pertes d'un condensateur comprennent également les pertes dans les fusibles et dans les résistances de décharge formant partie intégrante du condensateur.

**1.3.24 tangente de l'angle de pertes ( $\text{tg } \delta$ ) d'un condensateur:** Quotient entre la valeur de la résistance série équivalente et la valeur de la réactance capacitive du condensateur, à une tension alternative sinusoïdale et une fréquence spécifiées.

**1.3.25 courant de fuite capacitif (seulement pour les condensateurs à enveloppe métallique):** Courant qui passe à travers un conducteur reliant l'enveloppe à la terre, lorsque le condensateur est alimenté par un réseau à courant alternatif ayant le neutre à la terre.

**1.3.26 type de condensateurs:** On considère que les condensateurs sont de même type quand ils ont une forme de construction similaire, la même technologie de construction, la même tension assignée, la même catégorie climatique et le même type de fonctionnement. Des condensateurs de même type peuvent uniquement se différencier par leur capacité assignée et leurs dimensions. Des différences mineures sont autorisées pour ce qui concerne les pattes de branchement et les dispositifs de montage.

NOTE - La même construction comprend, par exemple, le même matériau diélectrique, la même épaisseur de diélectrique et le même type d'enveloppe (métallique ou plastique).

**1.3.27 modèle de condensateur:** Les condensateurs sont considérés comme étant du même modèle lorsqu'ils appartiennent au même type et ont les mêmes caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles entre les limites des tolérances et sont, par conséquent, interchangeables.

**1.3.28 classe relative à la protection de sécurité:** Degré de protection de sécurité identifié par un des trois codes à indiquer sur le condensateur.

(P2) indique que le condensateur de ce type a été conçu pour cesser de fonctionner en mode circuit ouvert uniquement et qu'il est protégé contre les risques concernant le feu et les chocs. Cette caractéristique est vérifiée par l'essai décrit à l'article 2.16.

**1.3.18 maximum voltage (only for motor starting capacitors):** The maximum r.m.s. voltage permissible at the starting capacitor terminals between the point of starting and the instant at which the switch disconnects the capacitor.

**1.3.19 rated frequency of a capacitor ( $f_N$ ):** The highest frequency for which the capacitor has been designed.

**1.3.20 rated capacitance of a capacitor ( $C_N$ ):** The capacitance value for which the capacitor has been designed.

**1.3.21 rated current of a capacitor ( $I_N$ ):** The r.m.s. value of the alternating current at the rated voltage and frequency.

**1.3.22 rated output of a capacitor ( $Q_N$ ):** The reactive power derived from the rated values of capacitance, frequency and voltage (or current).

**1.3.23 capacitor losses:** The active power dissipated by a capacitor.

NOTE - Unless otherwise stated, the capacitor losses will be understood to include losses in fuses and discharge resistors forming an integral part of the capacitor.

**1.3.24 tangent of loss angle (tan delta) of a capacitor:** The ratio between the equivalent series resistance and the capacitive reactance of a capacitor at specified sinusoidal alternating voltage and frequency.

**1.3.25 capacitive leakage current (only for capacitors with a metal case):** The current flowing through a conductor connecting the metallic case to earth, when the capacitor is energized from an a.c. supply system with an earthed neutral.

**1.3.26 type of capacitor:** Capacitors are considered to be of the same type when of similar constructional form, the same constructional technology, same rated voltage, same climatic category and same kind of operation. Capacitors of the same type can differ only in rated capacitance and size. Minor differences between terminations and mounting devices are permitted.

NOTE - The same construction includes, for example, the same dielectric material, dielectric thickness and type of case (metal or plastic).

**1.3.27 model of capacitor:** Capacitors are considered to be of the same model when they are of the same construction and have the same functional and dimensional characteristics within the tolerance limits and are consequently interchangeable.

**1.3.28 class of safety protection:** The degree of safety protection identified by one of three codes to be marked on the capacitor.

(P2) Indicates that the capacitor type has been designed to fail in the open-circuit mode only and is protected against fire or shock hazard. Compliance is verified by the test described in clause 2.16.

- (P1) indique que le condensateur de ce type peut cesser de fonctionner en mode circuit ouvert ou en mode court circuit et qu'il est protégé contre les risques concernant le feu et les chocs. Cette caractéristique est vérifiée par l'essai décrit à l'article 2.16.
- (P0) indique que le condensateur de ce type ne possède pas de protection particulière contre un défaut.

## 1.4 Conditions de service

### 1.4.1 Conditions normales de service

La présente norme donne les prescriptions relatives aux condensateurs destinés à être utilisés dans les conditions suivantes:

a) Altitude

Elle ne doit pas dépasser 2 000 m.

b) Tension résiduelle lors de la mise en service

Elle ne doit pas être supérieure à 10 % de la tension assignée (article 4.4, note).

c) Pollution

Les condensateurs inclus dans le domaine d'application de cette norme sont conçus pour fonctionner dans une atmosphère légèrement polluée.

NOTE - La CEI n'a pas encore établi de définition précise pour "légèrement polluée". Lorsque cette définition sera établie par la CEI, elle sera incorporée à la présente norme.

d) Température de service

Entre -40 °C et +100 °C (voir 1.3.15 et 1.3.16).

Les minimum et maximum admissibles de température préférentielle pour le fonctionnement du condensateur sont les suivants:

Températures minimales: -40 °C, -25 °C, -10 °C et 0 °C

Températures maximales: 55 °C, 70 °C, 85 °C et 100 °C.

Les condensateurs doivent être prévus pour un transport et un stockage à des températures allant jusqu'à -25 °C, ou jusqu'à la température minimale de fonctionnement, selon celle qui est la plus basse, sans que leurs qualités soient affectées.

e) Sévérité de l'essai à la chaleur humide

Entre 4 jours et 56 jours. La sévérité préférentielle est de 21 jours.

(Conformément à la CEI 68-2-3. La sévérité de l'essai à la chaleur humide doit être choisie parmi les valeurs indiquées dans la CEI 68-2-3, par exemple: 4 jours, 10 jours, 21 jours et 56 jours.)

Les condensateurs sont classés en catégories climatiques définies par la température minimale et la température maximale admissibles pour le fonctionnement du condensateur, et la sévérité de l'essai à température humide: par exemple: 10/70/21 indique que la température minimale et la température maximale admissibles pour le fonctionnement du condensateur sont -10 °C et 70 °C, et que la sévérité de l'essai à chaleur humide est de 21 jours.

(P1) Indicates that the capacitor type may fail in the open-circuit or short-circuit mode and is protected against fire or shock hazard. Compliance is verified by the test described in clause 2.16.

(P0) Indicates that the capacitor type has no specific failure protection.

## 1.4 Service conditions

### 1.4.1 Normal service conditions

This standard gives requirements for capacitors intended for use under the following conditions:

a) Altitude

Not exceeding 2 000 m.

b) Residual voltage at energization

Not to exceed 10 % rated voltage (clause 4.4, note).

c) Pollution

Capacitors included in the scope of this standard are designed for operation in lightly polluted atmospheres.

NOTE - The IEC has not yet established a definition for "lightly polluted". When this definition is established by the IEC it will be incorporated in this standard.

d) Operating temperature

Between  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (see 1.3.15 and 1.3.16).

The preferred minimum and maximum permissible capacitor operating temperatures are as follows:

Minimum temperatures:  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Maximum temperatures:  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Capacitors shall be suitable for transport and storage at temperatures down to  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , or the minimum operating temperature, whichever is the lower, without adverse effect on their quality.

e) Damp heat severity

Between 4 days and 56 days. The preferred severity is 21 days.

(According to IEC 68-2-3. The damp heat severity shall be selected from the values indicated by IEC 68-2-3, i.e.: 4 days, 10 days, 21 days and 56 days.)

Capacitors are classified in climatic categories defined by the minimum and maximum permissible capacitor operating temperatures and damp heat severity; i.e. 10/70/21 indicates that the minimum and the maximum permissible capacitor operating temperatures are  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  and the damp heat severity is 21 days.

## 1.5 Tolérances préférentielles sur la capacité

Les tolérances préférentielles sont:  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  et  $\pm 15\%$ .

Des tolérances asymétriques sont permises mais aucune tolérance ne doit dépasser 15 %.

## SECTION 2: PRESCRIPTIONS DE QUALITÉ ET ESSAIS

### 2.1 Prescriptions relatives aux essais

#### 2.1.1 Généralités

Cette section contient les prescriptions d'essai pour les condensateurs.

#### 2.1.2 Conditions d'essai

Sauf spécification contraire, pour un essai ou pour une mesure particulière, la température du diélectrique du condensateur doit être comprise entre  $+15\text{ °C}$  et  $35\text{ °C}$ , et doit être enregistrée.

Lorsqu'il est nécessaire d'appliquer une correction, la température de référence doit être de  $+20\text{ °C}$ .

NOTE - On peut admettre que la température du diélectrique est celle de l'air ambiant, pourvu que le condensateur ait été laissé hors tension à cette température ambiante pendant une durée suffisante, dépendant des dimensions du condensateur.

### 2.2 Nature des essais

Les essais spécifiés sont de deux sortes:

- a) essais de type;
- b) essais individuels.

#### 2.2.1 Essais de type

Les essais de type sont destinés à prouver que le mode de construction du condensateur est approprié et que celui-ci peut être utilisé dans les conditions de fonctionnement précisées par la présente norme.

Les essais de type sont effectués par le fabricant et/ou l'autorité chargée des essais, si une approbation est nécessaire.

Les essais de type peuvent être exécutés sous la surveillance d'une autorité appropriée qui publiera un compte rendu certifié et/ou un document d'approbation du type.

#### 2.2.2 Essais individuels

Les essais individuels doivent être effectués par le fabricant sur chaque condensateur avant livraison. Sur demande de l'acheteur, un rapport d'essai lui est remis, stipulant que les essais individuels ont été effectués.

## 1.5 Preferred tolerances on capacitance

Preferred tolerances are:  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  and  $\pm 15\%$ .

Asymmetric tolerances are permitted but no tolerance shall exceed 15 %.

## SECTION 2: QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS

### 2.1 Test requirements

#### 2.1.1 General

This section gives the test requirements for capacitors.

#### 2.1.2 Test conditions

Unless otherwise specified for a particular test or measurement, the temperature of the capacitor dielectric shall be in the range  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  range and shall be recorded.

If corrections are necessary, the reference temperature shall be  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

NOTE - It may be assumed that the dielectric temperature is the same as the ambient temperature, provided that the capacitor has been left in an unenergized state at this ambient temperature for an adequate period, depending on the size of the capacitor.

### 2.2 Nature of tests

The tests specified are of two sorts:

- a) type tests;
- b) routine tests.

#### 2.2.1 Type tests

Type tests are intended to prove the soundness of the design of the capacitor and its suitability for operation under the conditions detailed in this standard.

Type tests are carried out by the manufacturer and/or the test-authority if there is need for an approval.

These tests may be carried out under the supervision of a proper authority which will issue a certified record and/or type approval.

#### 2.2.2 Routine tests

Routine tests shall be carried out by the manufacturer on every capacitor before delivery. If the purchaser so requests, he shall be supplied with a certificate stating that routine tests have been carried out.

## 2.3 Essais de type

### 2.3.1 Modalités d'essai

Les échantillons de chaque modèle sélectionnés pour les essais de type doivent être divisés en groupes, comme indiqué au tableau 1.

Les condensateurs constituant l'échantillon doivent avoir subi avec succès les essais individuels indiqués en 2.4.1.

Chaque groupe d'essai doit contenir, autant que possible, un nombre égal de condensateurs de la plus forte et de la plus faible capacité de la gamme.

Le fabricant doit fournir des renseignements (données) sur le quotient de la capacité par la surface totale extérieure de l'enveloppe pour toutes les capacités de la gamme.

Le condensateur ayant la capacité par unité de surface externe la plus grande doit aussi être essayé si ce quotient dépasse de 10 % ou plus le quotient du condensateur ayant la capacité maximale de la gamme.

De même, le condensateur ayant la capacité par unité de surface externe la plus faible doit aussi être essayé si le quotient est inférieur de 10 %, ou plus, à celui du condensateur de capacité minimale de la gamme.

La surface externe comprend toute la surface extérieure de l'enveloppe du condensateur à l'exception des petites protubérances, bornes et pattes de fixation.

### 2.3.2 Extension de la qualification

2.3.2.1 L'essai de type d'un lot constitué par un seul modèle ne qualifie que le modèle essayé. Lorsque l'essai de type est exécuté sur deux modèles d'un même type, ayant des valeurs différentes de capacité assignée choisies selon les règles de 2.3.1, la qualification est valable pour tous les modèles de ce type ayant des capacités assignées comprises entre les deux valeurs essayées.

2.3.2.2 Les essais de qualification exécutés avec succès sur un modèle de condensateur ayant une certaine tolérance sur la capacité sont également valables pour des condensateurs du même modèle mais ayant d'autres tolérances sur la capacité.

2.3.2.3 Occasionnellement, en pratique, les condensateurs sont requis pour fonctionner à une tolérance sur la capacité qui n'est pas symétrique par rapport à la valeur assignée de la capacité.

Lorsqu'un essai de type a été exécuté avec succès sur un modèle de condensateur ayant une tolérance symétrique de la capacité, la qualification correspondante est valable également pour les condensateurs du même modèle, mais n'ayant pas une tolérance symétrique de la capacité, pourvu que l'intervalle total de tolérance non symétrique soit inférieur ou égal à celui du modèle de condensateur de l'essai.

## 2.3 Type tests

### 2.3.1 Test procedure

The samples of each model selected for the type tests shall be divided into groups, as indicated in table 1.

Capacitors forming the sample shall have successfully passed the routine tests indicated in 2.4.1.

Each test group shall contain as near as possible, equal numbers of capacitors of the highest capacitance and the lowest capacitance in the range.

The manufacturer shall provide data on the ratio of capacitance per outer total surface area of the case of each capacitance value in the 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 more.

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 more.

"Area" denotes total outer surface area of the capacitor case with the exception of small protrusions, terminals and fixing studs.

### 2.3.2 Extent of qualification

2.3.2.1 A type test on a sample consisting of a single model qualifies only the model tested. When the type test is performed on two models of the same type, and of different rated capacitance value, selected under the rules of 2.3.1, the qualification is valid for all models of the same type having rated capacitance between the two tested values.

2.3.2.2 The qualification tests carried out successfully on a capacitor model having a certain capacitance tolerance are valid also for capacitors of the same model but having different capacitance tolerances.

2.3.2.3 Occasionally, in current practice, capacitors are requested with a capacitance tolerance that is not symmetrical with respect to the rated capacitance value.

When a type test is carried out successfully on a capacitor model having a symmetrical capacitance tolerance, the relevant qualification is valid also for capacitors of the same model having a non-symmetrical capacitance tolerance provided that the total range of non-symmetrical tolerance is less than or equal to that of the tested capacitor model.

Tableau 1 – Liste des essais de type

Groupes	Essais	Article et paragraphe	Nombre d'échantillons à examiner (Note 1)	Nombre d'échecs autorisés pour le premier essai	Nombre d'échecs autorisés pour l'essai de confirmation (Note 2)
1	Examen visuel Contrôle du marquage Contrôle dimensionnel Essais mécaniques (soudure exclue) Essais d'étanchéité (le cas échéant)	2.6 5.1 2.10 2.11 2.12	8 [4]	1 (Note 3)	0
2	Essai d'endurance	2.13	42 [21]	2 (Note 4)	0
3	Soudure (le cas échéant) Essai à la chaleur humide Essai diélectrique entre bornes  Essai diélectrique entre bornes et enveloppe	2.11.2 2.14 2.7 2.8	12 [6]	1 (Note 3)	0
4	Essai d'autorégénération (le cas échéant)	2.15	20 [10]	1 (Note 3)	0
5	Essai de destruction (si mentionné sur le condensateur)	2.16	20 [10] 10 [5]	1 (Note 5)	0
<p>NOTES</p> <p>1 Nombre d'échantillons précisé pouvant être réessayés si nécessaire. Le nombre entre crochets indique le véritable nombre spécifié pour l'essai.</p> <p>2 Un condensateur défectueux à plus d'un essai est compté comme un condensateur défectueux.</p> <p>3 Pour les groupes 1, 3 et 4 un essai de confirmation est autorisé s'il y a eu un échec. Aucun échec n'est autorisé pendant ces contre-essais.</p> <p>4 Pour le groupe 2 aucun essai de confirmation n'est nécessaire pour les cas 0 et 1 échec. Avec deux échecs un contre-essai est nécessaire et aucun échec n'est autorisé pour celui-ci.</p> <p>5 Pour le groupe 5 voir l'article 2.16 qui autorise un contre-essai avec des conditions particulières dans le cas d'un échec.</p>					

Quand le nombre de défauts pour chaque groupe et le nombre total de condensateurs défectueux ne dépassent pas les chiffres indiqués au tableau 1, le modèle de condensateur doit être jugé comme ayant satisfait à la présente norme.

Si un condensateur est conçu pour être utilisé sous deux, ou plus, conditions différentes (tensions assignées, classes, cycles de service assignés, etc.) les essais suivants doivent être effectués, une seule fois, à la tension d'essai maximale:

- a) Essai de tenue en tension (article 2.7);

Table 1 – Type test schedule

Group	Tests	Clause and subclause	Number of samples to be inspected (Note 1)	Number of failures allowed in first test	Number of failures allowed in retest (Note 2)
1	Visual examination Check markings Check of dimensions Mechanical tests (excluding soldering) Sealing tests (if applicable)	2.6 5.1 2.10 2.11 2.12	8 [4]	1 (Note 3)	0
2	Endurance test	2.13	42 [21]	2 (Note 4)	0
3	Soldering (if applicable) Damp heat test Voltage test between terminals Voltage test between terminals and case	2.11.2 2.14 2.7 2.8	12 [6]	1 (Note 3)	0
4	Self-healing test (if applicable)	2.15	20 [10]	1 (Note 3)	0
5	Destruction test (if marked on the capacitor)	2.16	20 [10] 10 [5]	1 (Note 5)	0
<p><b>NOTES</b></p> <p>1 Number of samples specified allows for retest if required. The number in square brackets indicates the actual number required for the test.</p> <p>2 A capacitor which fails on more than one test is counted as one defective capacitor.</p> <p>3 For groups 1, 3 and 4, a retest is allowed with 1 failure. No failures are allowed in these retests.</p> <p>4 For group 2 no retest is required with 0 or 1 failure. With two failures a retest is required with no failure allowed in this retest.</p> <p>5 For group 5 see clause 2.16 which allows a retest under special conditions in the event of one failure.</p>					

When the number of defects for each group and the total number of defective capacitors do not exceed the figures indicated in table 1, the capacitor model shall be deemed to comply with this standard.

When a capacitor is designed to operate under two or more different conditions (rated voltages, classes, rated duty cycles etc.), the following tests shall be performed, once only, at the highest test voltage:

- a) Voltage test between terminals (clause 2.7);

- b) Essai diélectrique entre bornes et enveloppe (article 2.8);
- c) Essai d'autorégénération (article 2.15).

L'essai de fonctionnement de longue durée doit être exécuté pour chaque valeur de tension et pour chaque condition de fonctionnement marquées sur le condensateur. Le nombre d'échantillons à contrôler est déterminé en conséquence.

## 2.4 Essais individuels

### 2.4.1 Modalités d'essai

Les condensateurs doivent être soumis, dans l'ordre, aux essais suivants:

- a) Essai d'étanchéité, le cas échéant (article 2.12);
- b) Essai diélectrique entre bornes (article 2.7);
- c) Essai diélectrique entre bornes et enveloppe (article 2.8);
- d) Examen visuel (article 2.6);
- e) Mesure de la capacité (article 2.9);
- f) Tangente de l'angle de perte (article 2.5).

### 2.5 Tangente de l'angle de perte

La limite de la tangente de l'angle de perte et la fréquence pour la mesure doivent être définies par le fabricant.

### 2.6 Examen visuel

L'état, la fabrication, le marquage et la finition doivent être satisfaisants. Le marquage doit être lisible pour la durée de vie du condensateur.

### 2.7 Essai diélectrique entre bornes

Dans les essais de type, les condensateurs doivent être soumis à un essai en tension alternative comme indiqué dans les tableaux 2a et 2b. L'essai doit être effectué à une tension pratiquement sinusoïdale à la fréquence assignée. L'essai peut être réalisé à 50 Hz ou 60 Hz.

Une fréquence plus élevée peut être utilisée à la discrétion du fabricant.

#### NOTE IMPORTANTE

Tous les pays européens et tous les pays non désignés spécifiquement ci-après demandent que les essais soient conduits en conformité avec le tableau 2a.

Le Canada, le Japon et les Etats-Unis demandent que les essais soient conduits en conformité avec le tableau 2b.

- b) Voltage test between terminals and case (clause 2.8);
- c) Self-healing test (clause 2.15).

The endurance test shall be performed for every voltage rating and under every operating condition marked on the capacitor. The number of samples to be inspected shall be calculated accordingly.

## 2.4 Routine tests

### 2.4.1 Test procedure

Capacitors shall be subjected to the following tests in the stated order:

- a) Sealing test, if applicable (clause 2.12);
- b) Voltage test between terminals (clause 2.7);
- c) Voltage test between terminals and case (clause 2.8);
- d) Visual examination (clause 2.6);
- e) Capacitance measurement (clause 2.9);
- f) Tangent of loss angle (clause 2.5).

## 2.5 Tangent of loss angle

The tangent of loss angle limit and measuring frequency shall be defined by the manufacturer.

## 2.6 Visual examination

The condition, workmanship, marking and finish shall be satisfactory. The marking shall be legible during the life of the capacitor.

## 2.7 Voltage test between terminals

In type tests, capacitors shall be subjected to an a.c. voltage test as specified in table 2a or table 2b. The test shall be carried out with a substantially sinusoidal voltage at the rated frequency. The test may be carried out at 50 Hz or 60 Hz.

A higher frequency may be used at the manufacturer's discretion.

### IMPORTANT NOTE

All European countries and countries not specifically named below, require tests to be carried out in accordance with Table 2a.

Canada, Japan and USA require that tests are carried out in accordance with Table 2b.

Tableau 2a – Tensions d'essai

Type de service	Type de condensateur	Rapport entre la tension d'essai et la tension nominale alternative	Durée de l'essai de type s
Continu	Condensateur non autorégénérateur	2,15	60
	Condensateur autorégénérateur	2,0	60
Intermittent	Condensateur non autorégénérateur	1,6	60
	Condensateur autorégénérateur	1,4	60
Service intermittent Cycle de fonctionnement $\leq 3 / \leq 2$ % Démarrage de moteur	Condensateur autorégénérateur	1,3	60

Pour les essais individuels, la durée indiquée dans le tableau 2a peut être réduite de 60 s à 2 s.

Tableau 2b – Tensions d'essai

Type de service	Type de condensateur	Rapport entre la tension d'essai et la tension nominale alternative	Durée de l'essai de type s
Continu	Condensateur non autorégénérateur	2,15	10
	Condensateur autorégénérateur	1,75	10
Intermittent	Condensateur non autorégénérateur	1,6	10
	Condensateur autorégénérateur	1,4	10
Service intermittent Cycle de fonctionnement $\leq 3 / \leq 2$ % Démarrage de moteur	Condensateur autorégénérateur	1,3	10

Pour les essais individuels, la durée indiquée dans le tableau 2b peut être réduite de 10 s à 1 s.

Aucun contournement ou claquage permanent ne doit se produire. En ce qui concerne les condensateurs à armature métallisée, l'autorégénération peut se produire.

Quand le condensateur est constitué de plus d'une section, chaque section doit être essayée indépendamment selon le tableau ci-dessus.

NOTE - Le cycle de fonctionnement  $\leq 3 / \leq 2$  % s'applique uniquement aux condensateurs de démarrage.

Table 2a – Test voltages

Type of operation	Type of capacitor	Ratio of test voltage to rated voltage a.c.	Type test time s
Continuous	Non-self-healing capacitor	2,15	60
	Self-healing capacitor	2,0	60
Intermittent	Non-self-healing capacitor	1,6	60
	Self-healing capacitor	1,4	60
Intermittent duty cycle $\leq 3 / \leq 2$ % (Motor start)	Self-healing capacitor	1,3	60

For routine tests, the test time in table 2a may be reduced from 60 s to 2 s.

Table 2b – Test voltages

Type of operation	Type of capacitor	Ratio of test voltage to rated voltage a.c.	Type test time s
Continuous	Non-self-healing capacitor	2,15	10
	Self-healing capacitor	1,75	10
Intermittent	Non-self-healing capacitor	1,6	10
	Self-healing capacitor	1,4	10
Intermittent duty cycle $\leq 3 / \leq 2$ % (Motor start)	Self-healing capacitor	1,3	10

For routine tests, the test time in table 2b may be reduced from 10 s to 1 s.

No flashover or permanent breakdown shall occur. For metallized capacitors self-healing may occur.

When the capacitor comprises more than one section, each section shall be tested independently in accordance with the above tables.

NOTE - The duty cycle  $\leq 3 / \leq 2$  % refers to capacitors suitable for starting purposes only.

## 2.8 Essai diélectrique entre bornes et enveloppe

Les condensateurs doivent être en mesure de supporter sans claquer, pendant 60 s, un essai diélectrique entre les bornes (réunies entre elles) et l'enveloppe, sous tension alternative pratiquement sinusoïdale, de fréquence aussi rapprochée que possible de la fréquence assignée, et dont la valeur efficace doit être égale à:

deux fois la tension assignée +1 000 V, sans être inférieure à 2 000 V.

Si l'enveloppe du condensateur est constituée d'un matériau isolant, dans l'essai de type la tension d'essai doit être appliquée entre les bornes et les pièces métalliques éventuelles servant au montage, ou entre les bornes et une feuille métallique enveloppant étroitement la surface de l'enveloppe. Dans les essais individuels, la tension d'essai doit être appliquée entre les bornes et un élément métallique s'il y en a.

Aucun essai individuel n'est requis si l'enveloppe est entièrement constituée de matériau isolant.

Pendant l'essai, ni claquage de diélectrique, ni contournement ne doivent se produire.

Pour les essais individuels, la durée peut être réduite de 60 s à 2 s pour les pays utilisant le tableau 2a de l'article 2.7 et à 1 s pour les pays utilisant le tableau 2b de l'article 2.7.

## 2.9 Mesure de la capacité

La capacité doit être mesurée par une méthode éliminant les erreurs dues aux harmoniques.

La précision des mesures doit être meilleure que 5 % de la bande totale de tolérance. Pour les essais de type, la précision absolue doit être de 0,2 % maximum.

Les essais de type et individuels doivent être effectués entre 0,9 et 1,1 fois la tension assignée et à la fréquence assignée.

D'autres tensions et fréquences de mesure sont autorisées s'il peut être démontré que la capacité mesurée ne change pas de plus de 0,2 % de la valeur vraie.

## 2.10 Vérification des dimensions

Les dimensions de l'enveloppe, des bornes et des fixations doivent être conformes à celles qu'indique le dessin, compte tenu des tolérances.

D'autre part, les valeurs minimales des lignes de fuite et des distances dans l'air, indiquées dans le tableau 5 doivent être contrôlées.

## 2.11 Essais mécaniques

Ces essais doivent être exécutés conformément à l'essai approprié de la CEI 68.

Ces essais sont les suivants:

- Robustesse des connexions: Essai U, CEI 68-2-21;
- Soudure: Essai T, CEI 68-2-20;
- Vibrations (sinusoïdales): Essai Fc, CEI 68-2-6.

## 2.8 Voltage test between terminals and case

Capacitors shall be capable of withstanding without breakdown, for 60 s, a test between terminals (joined together) and the case, with a substantially sinusoidal a.c. voltage of a frequency as near as possible to the rated frequency and of the following r.m.s. value:

twice the rated voltage +1 000 V but not less than 2 000 V.

If the capacitor case is of insulating material, in type tests the test voltage shall be applied between the terminals and the metal mountings, if any, or between the terminals and a metal foil wrapped tightly round the surface of the case. In routine tests the test voltage shall be applied between the terminals and a metal part, if any.

No routine test is required if the case is made entirely of insulating material.

During the test, no dielectric breakdown or flashover shall occur.

For routine tests, the duration may be reduced from 60 s to 2 s for countries using table 2a in clause 2.7 or 1 s for countries using table 2b in clause 2.7.

## 2.9 Capacitance measurement

The capacitance shall be measured using a method which excludes errors due to harmonics.

The precision of measurement shall be better than 5 % of the total tolerance band. For type tests the absolute precision shall be 0,2 % maximum.

Type and routine testing shall be carried out at between 0,9 and 1,1 times the rated voltage and at the rated frequency.

Other measuring voltages and frequencies are permitted if it can be demonstrated that the capacitance measured does not deviate from the true value by more than 0,2 %.

## 2.10 Check of dimensions

Dimensions of the case, of the terminals and of the fixing arrangements shall comply with those indicated in the drawing, taking tolerances into account.

In addition, minimum creepage distances and clearances indicated in table 5 shall be checked.

## 2.11 Mechanical tests

These tests shall be carried out in conformity with the relevant test in IEC 68.

These tests are:

- Robustness of terminations: Test U, IEC 68-2-21;
- Soldering : Test T, IEC 68-2-20;
- Vibration (sinusoidal) : Test Fc, IEC 68-2-6.

2.11.1 *Robustesse des connexions*

Le condensateur doit être soumis, le cas échéant, aux essais Ua, Ub, Uc et Ud de la CEI 68-2-21.

2.11.1.1 *Essai Ua - Résistance à la traction*

Le poids à appliquer doit être de:

Pour tous les types de connexions: 20 N.

Pour les fils de connexions, la section droite doit être d'au moins 0,5 mm<sup>2</sup>.

2.11.1.2 *Essai Ub - Résistance à la flexion (sur la moitié des connexions)*

Cet essai doit être effectué seulement sur les connexions filaires. On applique deux flexions successives.

2.11.1.3 *Essai Uc - Résistance à la torsion (sur l'autre moitié des connexions)*

Cet essai doit être effectué seulement sur les connexions filaires. On applique deux rotations successives de 180°.

2.11.1.4 *Essai Ud - Essai de couple (bornes à vis)*

Cet essai doit être effectué sur les bornes filetées.

Les vis ou les écrous doivent être serrés à la valeur de couple indiquée au tableau 3, et desserrés à nouveau. Le couple est appliqué progressivement. La visserie doit avoir la résistance suffisante contre les ruptures sous contrainte.

Tableau 3

Diamètre du filetage		Couple N.m
mm	in	
2,6	—	0,4
3,0	1/8	0,5
3,5	9/64	0,8
4,0	5/32	1,2
5,0	3/16	1,8
5,5	7/32	2,2
6,0	1/4	2,5
8	5/16	5
10	3/8	7
12	1/2	12

### 2.11.1 Robustness of terminations

The capacitor shall be subjected to Test Ua, Ub, Uc and Ud of IEC 68-2-21, as applicable.

#### 2.11.1.1 Test Ua - Tensile

The load to be applied shall be:

for all types of terminations: 20 N.

For external wire terminations the cross sectional area shall be at least 0,5 mm<sup>2</sup>.

#### 2.11.1.2 Test Ub - Bending (half of the terminations)

This test shall be carried out only on wire terminations. Two consecutive bends shall be applied.

#### 2.11.1.3 Test Uc - Torsion (other half of the terminations)

This test shall be carried out only on wire terminations. Two successive rotations of 180° shall be applied.

#### 2.11.1.4 Test Ud - Torque (screw terminals)

This test shall be carried out on threaded terminations.

The nuts or screws shall be tightened to the torque specified in table 3 and loosened again. The torque shall be applied gradually. The screw material shall have adequate resistance against stress cracking.

Table 3

mm	Thread diameter		Torque N.m
	mm	in	
2,6		—	0,4
3,0		1/8	0,5
3,5		9/64	0,8
4,0		5/32	1,2
5,0		3/16	1,8
5,5		7/32	2,2
6,0		1/4	2,5
8		5/16	5
10		3/8	7
12		1/2	12

#### 2.11.1.5 Examen visuel

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

#### 2.11.2 Soudure

Cet essai doit être effectué seulement sur les bornes prévues pour une connexion soudée.

Les condensateurs doivent alors être soumis à l'essai T de la CEI 68-2-20 en utilisant soit la méthode du bain de soudure, soit celle de la goutte de soudure.

Lorsqu'on ne peut appliquer ni la méthode du bain d'alliage, ni la méthode de la goutte de soudure, on doit effectuer l'essai du fer à souder, avec un fer à souder de dimension A.

Avant et après l'essai, la capacité du condensateur doit être mesurée, comme indiqué à l'article 2.9. Aucune variation perceptible de capacité n'est admise.

Lorsque toutes les procédures de l'essai ont été effectuées, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Ils ne doivent présenter aucun dommage visible.

#### 2.11.3 Vibration

Les condensateurs doivent être soumis à l'essai Fc de la CEI 68-2-6, en utilisant un système de montage semblable à celui que l'on prévoit d'utiliser dans la pratique. Le degré de sévérité de l'essai doit être comme suit:

$f = 10 \text{ Hz à } 55 \text{ Hz}$

$a = \pm 0,35 \text{ mm}$

Durée de l'essai par axe = 10 cycles fréquentiels (3 axes à 90° les uns des autres), 1 octave par minute.

Avant et après l'essai, la capacité des condensateurs est mesurée comme indiqué à l'article 2.9. Aucune variation perceptible de capacité n'est admise.

Après cet essai, le condensateur doit subir l'essai diélectrique entre bornes et enveloppe indiqué à l'article 2.8. Ni contournement ni claquage du diélectrique ne doivent se produire.

Lorsque toutes les procédures de l'essai ont été effectuées, les condensateurs doivent être examinés visuellement. Ils ne doivent présenter aucun dommage visible.

#### 2.11.4 Tige ou goujon de fixation (le cas échéant)

Les tiges filetées et les accessoires du corps du condensateur doivent avoir la résistance appropriée à la détérioration par vieillissement en service.

La durée de vie des goujons ou tiges de fixation doit être contrôlée sur quatre des échantillons essayés à l'article 2.13 (essai d'endurance) par la méthode suivante:

Quatre des condensateurs doivent être montés sur une plaque de fixation dans la chambre d'essai d'endurance. L'épaisseur de la plaque de fixation doit être de  $1,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  et le diamètre du trou doit être celui du diamètre du goujon plus  $0,5 \text{ mm}$  à  $1,0 \text{ mm}$ .

#### 2.11.1.5 *Visual examination*

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

#### 2.11.2 *Soldering*

This test shall be carried out only when terminals are designed for connection by soldering.

The capacitor shall then be subjected to Test T of IEC 68-2-20 either using the solder bath method or the solder globule method.

When neither the solder bath method nor the solder globule method is applicable, the soldering iron test shall be used, with soldering iron size A.

Before and after the test the capacitance of the capacitor shall be measured by the method laid down in clause 2.9. No perceivable capacitance change is permitted.

When the test procedures have been carried out the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

#### 2.11.3 *Vibration*

The capacitors shall be subjected to Test Fc of IEC 68-2-6 using a mounting system similar to that which is to be used in practice. The severity of the test shall be as follows:

$f = 10 \text{ Hz to } 55 \text{ Hz}$

$a = \pm 0,35 \text{ mm}$

Test duration per axis = 10 frequency cycles (3 axes offset from each other by  $90^\circ$ ), 1 octave per minute.

Before and after the test, the capacitance of the capacitors shall be measured by the method laid down in clause 2.9. No perceivable capacitance change is permitted.

After the test, the capacitor shall be subjected to the voltage test between terminals and case according to clause 2.8. No dielectric breakdown or flashover shall occur.

When all the test procedures have been carried out, the capacitors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

#### 2.11.4 *Fixing bolt or stud (if fitted)*

Fixing threaded bolts and attachments to the capacitor body shall have adequate resistance to ageing deterioration in service.

The durability of the fixing bolt or stud shall be checked on four of the samples tested in clause 2.13 (endurance test) by the following method:

Four of the capacitors shall be mounted on a fixing plate in the endurance test chamber. The thickness of the fixing plate shall be  $1,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$  and the diameter of the hole shall be the base bolt diameter  $+0,5 \text{ mm to } +1,0 \text{ mm}$ .

Avant de commencer l'essai d'endurance, les couples de valeurs mentionnées au tableau 3 sont appliqués. En plus de l'essai d'endurance, un couple de la moitié de la valeur adéquate stipulée au tableau 3 doit être appliqué.

Aucune défaillance n'est tolérée.

## 2.12 Essai d'étanchéité

Cet essai n'est pas exigé si le fabricant certifie que les condensateurs ne contiennent pas de substances liquides à  $t_c + 10\text{ °C}$ .

Le condensateur doit être placé dans une position telle que les fuites éventuelles puissent être mises en évidence, à une température de  $10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  supérieure à la température maximale admissible de fonctionnement du condensateur, pendant une durée suffisante pour que la température de chaque partie du condensateur atteigne cette valeur.

Le condensateur doit être maintenu à cette température pendant 1 h de plus avant d'être refroidi.

Aucune fuite ne doit se produire.

Si le condensateur est destiné à être livré avec un couvre-bornes, il convient que l'essai d'étanchéité soit effectué de préférence avant de mettre en place ce couvre-bornes. La fixation du couvre-bornes doit pouvoir être faite de façon à ne pas donner lieu à des fuites.

Après l'essai d'étanchéité, les condensateurs doivent être examinés afin de détecter les fuites de liquide et la déformation de l'enveloppe.

La surface peut être humide à cause du liquide, s'il n'y a pas formation de gouttelettes.

## 2.13 Essai d'endurance

Cet essai est destiné à montrer que la conception des condensateurs est appropriée à la classe de service spécifiée par le fabricant.

Pour les condensateurs équipés d'embases à tige filetée voir aussi 2.11.

La méthode indiquée ci-après est prévue pour assurer que la température d'enveloppe du condensateur est aussi proche que possible de la température maximale de service permise pour le condensateur.

### 2.13.1 Essai dans l'air à circulation forcée

Les condensateurs doivent être montés dans une chambre d'essai où la température de l'air est constante avec une tolérance de  $\pm 2\text{ °C}$ .

L'air dans la chambre d'essai doit être agité continuellement mais pas trop vigoureusement pour ne pas causer un refroidissement des condensateurs. Les condensateurs en essai ne doivent pas être soumis au rayonnement direct d'un élément quelconque de chauffage de la chambre.

Prior to commencement of the endurance test, torque values specified in table 3 are to be applied. On completion of the endurance test, a torque figure of one half the appropriate value specified in table 3 is to be applied.

No failures are permitted.

## 2.12 Sealing test

This test is not required if the manufacturer certifies that capacitors do not contain substances that are liquid at  $t_c + 10\text{ °C}$ .

The capacitor shall be mounted in a position most likely to reveal leakage at a temperature  $10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  higher than the maximum permissible capacitor operating temperature for a time sufficient for all parts of the capacitor to reach this temperature.

The capacitor shall be maintained at this temperature for a further hour before cooling.

No leakage shall occur.

If the capacitor is intended to be supplied with a terminal cover the sealing test should preferably be carried out before fastening the cover. The cover shall be fastened in such a manner that the sealing is not impaired.

After the sealing test, capacitors shall be inspected for liquid leakage and distorted case.

Liquids are allowed to wet the surface but not to form droplets.

## 2.13 Endurance test

This test is intended to prove the suitability of the capacitor design for the class of operation specified by the manufacturer.

For capacitors fitted with base bolts, refer also to clause 2.11.

The method indicated below is intended to ensure that the capacitor case temperature is as close as possible to the maximum permissible capacitor operating temperature.

### 2.13.1 *Testing in air with forced circulation*

The capacitors shall be mounted in a test chamber in which the temperature of the air is constant within a tolerance of  $\pm 2\text{ °C}$ .

The air in the test chamber 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 chamber.

L'élément sensible du thermostat régulant la température de l'air de la chambre doit être bien placé dans le courant d'air chauffé circulant dans l'enceinte.

NOTE - Le chauffage de l'air peut être effectué dans une enceinte séparée, d'où l'air peut être admis dans la chambre d'essai des condensateurs par une vanne permettant une bonne répartition de l'air chauffé sur les condensateurs.

Les condensateurs sont montés dans la position la plus favorable pour les fuites de matière d'imprégnation ou de remplissage.

La séparation entre les condensateurs cylindriques ne doit pas être inférieure à leur diamètre et la séparation entre condensateurs parallépipédiques ne doit pas être inférieure à deux fois le plus petit côté de la base.

L'élément sensible d'un enregistreur de température doit être fixé au milieu du côté vertical de l'enveloppe d'un condensateur ayant la plus faible valeur de tangente d'angle de perte.

Le thermostat doit être réglé à  $(t_c - 15 \text{ °C})$ , puis les condensateurs sont mis sous tension, selon la tension et le cycle d'essai appropriés (voir aussi l'annexe A). Pendant les premières 24 h, la différence entre  $t_c$  et l'indication de l'enregistreur de température doit être notée, et des réglages effectués pour que la température de l'enveloppe de chaque condensateur soit de  $t_c \pm 2 \text{ °C}$ . L'essai est ensuite poursuivi jusqu'à la fin de la période concernée sans autre ajustement du thermostat, la période commençant à la première mise sous tension des condensateurs.

NOTE - Il est recommandé de protéger individuellement chaque condensateur en essai par un disjoncteur ou un fusible.

### 2.13.2 Procédure de l'essai d'endurance

#### 2.13.2.1 Condensateurs pour service intermittent et continu

Les condensateurs prévus pour un service intermittent et continu doivent être essayés selon la classe appropriée mentionnée dans le tableau 4.

The sensitive element of the thermostat regulating the air temperature of the chamber shall be well within the stream of heated circulating air.

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

The capacitors are mounted in a position most favourable to the leakage of impregnant or filling material.

The distance between cylindrical capacitors shall not be less than their diameter, and the distance between rectangular capacitors shall not be less than twice the shorter side of their base.

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

The thermostat shall be set to ( $t_c - 15\text{ }^\circ\text{C}$ ), and capacitors are then energized according to the appropriate voltage and test cycle (see also annex A). During the first 24 h, the difference between  $t_c$  and the indication of the temperature recording instrument shall be noted, and adjustments made to ensure the temperature of each capacitor case is at  $t_c \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ . 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.

NOTE - It is recommended that each test capacitor is individually protected by a circuit breaker or fuse.

## 2.13.2 Endurance test procedure

### 2.13.2.1 Continuous and intermittent duty capacitors

Capacitors intended for continuous and intermittent duty shall be tested according to the appropriate class indicated in table 4.

Tableau 4 – Conditions de l'essai d'endurance

Durée de vie prévue	30 000 h (Classe A)	10 000 h (Classe B)	3 000 h (Classe C)	1 000 h (Classe D)
Condensateurs prévus pour un service continu et une durée relative de fonctionnement $\geq 25\%$	6 000 h @ 1,25 $U_N$ continu ou 3 000 h @ 1,35 $U_N$ continu	2 000 h @ 1,25 $U_N$ continu ou 1 000 h @ 1,35 $U_N$ continu	600 h @ 1,25 $U_N$ continu	200 h @ 1,25 $U_N$ continu
Condensateurs prévus pour un service intermittent et une durée relative de fonctionnement $< 25\%$	Durée sous tension 6 000 h @ 1,15 $U_N$ Temps maximal de service 50 % du cycle	Durée sous tension 2 000 h @ 1,15 $U_N$ Temps maximal de service 50 % du cycle	Durée sous tension 600 h @ 1,15 $U_N$ Temps maximal de service 50 % du cycle	Durée sous tension 200 h @ 1,15 $U_N$ Temps maximal de service 50 % du cycle
Variations de capacité tolérées	3 %	3 %	3 %	3 %

Les classes de durées de vie supérieures à 30 000 h peuvent être déterminées par le calcul:

Durée d'essai: 10 % de la durée de vie à 1,35  $U_N$  et 20 % de la durée de vie à 1,25  $U_N$ .

Pour les caractéristiques intermittentes le cycle de fonctionnement doit être en accord avec le marquage du condensateur. De façon à réduire la durée d'essai, le cycle de fonctionnement peut être majoré de 50 %, à la discrétion du fabricant.

La durée d'essai donnée au tableau 4 se réfère aux périodes de mise sous tension réelles.

#### 2.13.2.2 Condensateurs de démarrage

L'essai doit être effectué selon le marquage du condensateur.

Si le fabricant ne fournit aucun détail, des services intermittents sont effectués avec une période sous tension de 3 s et une période hors tension de 3 min.

La durée totale de l'essai doit être de 1 000 h comprenant à la fois les périodes en et hors tension.

La tension d'essai doit être de 1,15  $U_N$ . La variation maximale permise de capacité doit être 3 %.

#### 2.13.3 Conditions d'acceptation

Pendant l'essai, ni claquage permanent, ni interruption, ni contournement ne doivent se produire.

Le condensateur étant gardé 10 min à la limite supérieure de température, dans la plus défavorable des positions, il convient qu'aucune fuite donnant naissance à des gouttelettes ne se produise.

Table 4 – Endurance test conditions

Life expectancy	30 000 h (Class A)	10 000 h (Class B)	3 000 h (Class C)	1 000 h (Class D)
Capacitors intended for continuous duty and relative operating time $\geq 25\%$	6 000 h @ $1,25 U_N$ continuous or 3 000 h @ $1,35 U_N$ continuous	2 000 h @ $1,25 U_N$ continuous or 1 000 h @ $1,35 U_N$ continuous	600 h @ $1,25 U_N$ continuous	200 h $1,25 U_N$ continuous
Capacitors intended for intermittent operation with relative operating time $< 25\%$	Energization time 6 000 h @ $1,15 U_N$ Maximum "on" time 50 % of cycle	Energization time 2 000 h @ $1,15 U_N$ Maximum "on" time 50 % of cycle	Energization time 600 h @ $1,15 U_N$ Maximum "on" time 50 % of cycle	Energization time 200 h @ $1,15 U_N$ Maximum "on" time 50 % of cycle
Permitted capacitance change	3 %	3 %	3 %	3 %

Life expectancy classes over 30 000 h are permitted by using the calculation:

Test duration = 10 % of life at  $1,35 U_N$  and 20 % of life at  $1,25 U_N$ .

For intermittent rating, the duty cycle shall be in accordance with the marking on the capacitor. In order to reduce the test time, the duty cycle may be increased by 50 % at the discretion of the manufacturer.

The test times given in table 4 refer to periods of actual energization.

#### 2.13.2.2 Motor start capacitors

The test is to be carried out according to the marking of the capacitor.

If no details are provided by the manufacturer, intermittent operation with 3 s energized duration and 3 min unenergized duration is assumed.

The total duration of the test shall be 1 000 h which includes both energized and unenergized periods.

The energized test voltage shall be  $1,15 U_N$ . Maximum permitted capacitance change shall be 3 %.

#### 2.13.3 Conditions of compliance

During the test, no permanent breakdown, interruption or flashover shall occur.

No leak should be apparent which forms droplets within 10 min when kept at upper temperature limit in the most unfavourable position.

A la fin de l'essai, les condensateurs doivent refroidir librement à la température ambiante et la capacité être alors mesurée (article 2.9).

Des mesures intermédiaires pendant l'essai sont autorisées.

#### 2.14 Essai à la chaleur humide

Avant l'essai, la capacité doit être mesurée (voir article 2.9).

Cet essai doit être effectué conformément à la CEI 68-2-3.

On doit utiliser la sévérité précisée par le marquage. Aucune tension ne doit être appliquée aux condensateurs et aucune mesure ne doit être effectuée au cours de l'essai.

Après exposition à la chaleur humide, les condensateurs doivent être emmagasinés et laissés au repos dans les conditions atmosphériques normales pendant 1 h au moins et 2 h au plus. Immédiatement après ce temps de repos, la capacité doit être mesurée conformément à l'article 2.9.

La variation de la valeur de la capacité doit être inférieure à 0,5 % après l'essai.

#### 2.15 Essai d'autorégénération

Les condensateurs autorégénérateurs doivent avoir des propriétés d'autorégénération adéquates. Leur aptitude est vérifiée par l'essai suivant.

Cet essai doit être seulement appliqué aux condensateurs ayant le marquage  ou SH.

Le condensateur doit être soumis à l'essai décrit à l'article 2.7, pendant une durée d'essai indiquée dans le tableau approprié.

S'il se produit moins de cinq claquages autorégénérants (perforations) pendant cette période, la tension doit être augmentée à une vitesse ne dépassant pas 200 V/min jusqu'à ce que cinq claquages autorégénérants se soient produits depuis le début de l'essai ou que la tension ait atteint  $3,5 U_N$  au maximum pour les condensateurs ayant un fonctionnement assigné permanent ou  $2,0 U_N$  pour les condensateurs à fonctionnement intermittent ou de démarrage.

La tension doit ensuite être abaissée à 0,8 fois la tension à laquelle le cinquième claquage s'est produit ou 0,8 fois la tension maximale et cette tension doit être maintenue pendant 10 s. Un claquage supplémentaire peut être toléré pour chacun des condensateurs pendant ce temps.

On doit juger que les condensateurs ont réussi l'essai s'ils ont satisfait simultanément aux deux prescriptions suivantes:

- a) Variation de capacité inférieure à 0,5 %
- b) Valeur de RC supérieure ou égale à 100 s.

Pendant l'essai, les claquages autorégénérants peuvent être décelés par un oscilloscope ou par des méthodes d'essai acoustiques ou à haute fréquence.

At the end of the test, the capacitors shall cool down freely to the ambient temperature and the capacitance shall then be measured (clause 2.9).

Intermediate test measurements are permitted.

#### 2.14 Damp-heat test

Capacitance shall be measured before the test (see clause 2.9).

This test shall be carried out in accordance with IEC 68-2-3.

The severity indicated in the marking shall be employed. No voltage shall be applied to the samples and no measurement shall be taken during the test.

After the damp-heat period, the capacitors shall be stored under standard atmospheric conditions for recovery for not less than 1 h and not more than 2 h. Immediately after recovery, the capacitance shall be measured in accordance with clause 2.9.

Capacitance change shall be less than 0,5 % after the test.

#### 2.15 Self-healing test

Self-healing capacitors shall have adequate self-healing properties. Compliance is checked by the following test.

This test shall be applied only to capacitors marked  or SH.

The capacitors shall be subjected to the test described in clause 2.7 for the test time indicated in the appropriate table.

If fewer than five self-healing breakdowns (clearings) occur during this time, the voltage shall be 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 a maximum of  $3,5 U_N$  for continuously rated capacitors or  $2,0 U_N$  for intermittent or motor start capacitors.

The voltage shall then be decreased to 0,8 times the voltage at which the fifth clearing occurred or 0.8 times the maximum voltage and maintained for 10 s. One additional clearing in each capacitor shall be permitted during this period.

The capacitors shall be deemed to have passed the test if they meet both of the following requirements:

- a) Change of capacitance is  $< 0,5 \%$
- b) RC value is  $\geq 100$  s.

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

## 2.16 Essai de destruction

Cet essai est facultatif.

Un type de condensateur qui est en circuit ouvert après cet essai doit être marqué (P2). type de condensateur qui peut être soit en court-circuit soit en circuit ouvert après l'essai doit être marqué (P1).

NOTE – La défaillance par court-circuit n'est autorisée que pour les condensateurs marqués (P1). Les condensateurs qui n'ont pas subi cet essai seront marqués (P0).

### 2.16.1 Echantillons d'essai

Cet essai doit être effectué sur 10 échantillons, un ensemble semblable de 10 échantillons étant tenu en réserve pour un contre-essai éventuel. La moitié des échantillons d'essai (5) doit avoir réussi l'essai conformément à 2.4.1. Les cinq condensateurs restant doivent avoir réussi l'essai d'endurance décrit à l'article 2.13 (groupe 2).

### 2.16.2 Dispositif d'essai

#### 2.16.2.1 Dispositif d'essai pour conditionnement en courant continu

Le dispositif pour effectuer le conditionnement en courant continu est montré à la figure 1. La source d'alimentation continue doit être capable de fournir une tension en circuit ouvert équivalente à  $10 U_N$  et avoir un courant de court-circuit maintenu supérieur à 50 mA.

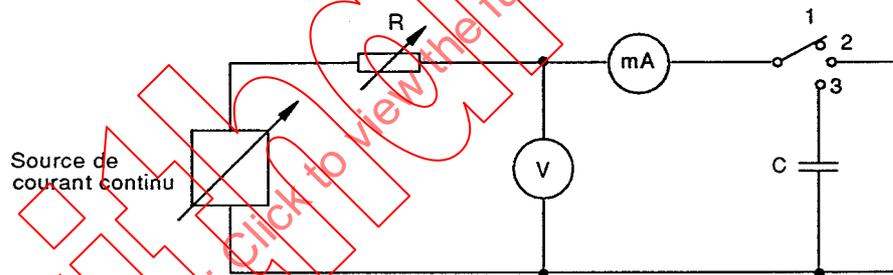


Figure 1

La source d'alimentation continue est réglée pour fournir une tension en circuit ouvert équivalente à  $10 U_N$ , le commutateur étant en position 1.

Une résistance variable R est réglée pour fournir un courant de 50 mA, le commutateur étant en position 2.

La tension continue est appliquée pour essayer le condensateur, le commutateur étant en position 3.

#### 2.16.2.2 Dispositif d'essai pour l'essai de destruction en courant alternatif

- Le courant instantané de court-circuit de la source d'alimentation alternative doit être au moins de 300 A.
- Un fusible à fusion lente de 25 A et une bobine d'inductance variable (L) doivent être insérés entre la source d'alimentation alternative et le condensateur (voir figure 2).

## 2.16 Destruction test

This test is optional.

A capacitor type which becomes open-circuit following this test shall be marked (P2). A capacitor type which may become either open or short-circuit following this test shall be marked (P1).

NOTE - The short-circuit failure mode is only permitted for capacitors marked (P1). Capacitors not subjected to this test shall be marked (P0).

### 2.16.1 Test specimens

The test is to be carried out on 10 samples, with a similar specimen of 10 samples held in reserve for possible retest. Half the test specimens (5) shall have passed the test according to 2.4.1. The remaining five capacitors shall have passed the endurance test described in clause 2.13 (group 2).

### 2.16.2 Test apparatus

#### 2.16.2.1 Test apparatus for d.c. conditioning

Apparatus for carrying out the d.c. conditioning is shown in figure 1. The d.c. source shall be capable of delivering an open-circuit voltage equivalent to  $10 U_N$  and have a sustained short-circuit capability greater than 50 mA.

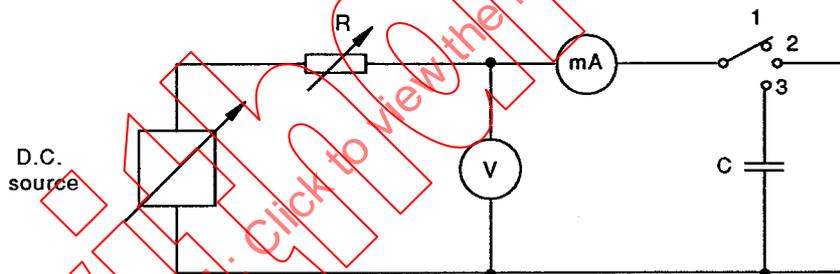


Figure 1

The d.c. source is adjusted to provide an open-circuit voltage equivalent to  $10 U_N$  with the switch in position 1.

A variable resistor R is adjusted to provide a current of 50 mA with the switch in position 2.

D.C. voltage is applied to the test capacitor with the switch in position 3.

#### 2.16.2.2 Test apparatus for a.c. destruction test

- a) The instantaneous short-circuit current of the a.c. supply shall be at least 300 A.
- b) A 25 A slow-blow fuse and adjustable inductance (L), shall be inserted between the a.c. source and the capacitor (see figure 2).

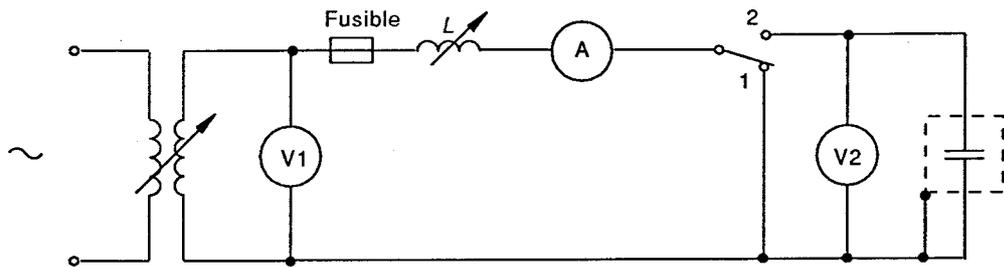


Figure 2

Le commutateur étant en position 1 et une tension de  $1,3 U_N$  étant appliquée au voltmètre V1, la bobine d'inductance doit être réglée pour que circule un courant de 1,3 fois le courant assigné du condensateur ( $I_N$ ).

Le commutateur étant en position 2, le condensateur est chargé.

NOTE - La bobine d'inductance variable  $L$  de la figure 2 peut être remplacée par le montage de la figure 3 où T2 est un transformateur fixe et  $L_f$  une bobine d'inductance fixe. Un transformateur variable T1 est utilisé pour ajuster le courant inductif.

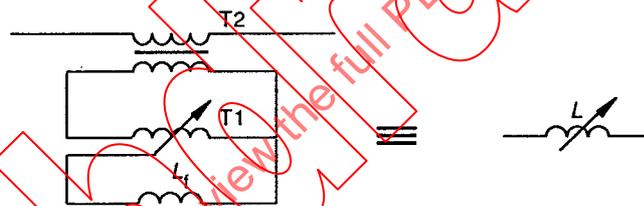


Figure 3

### 2.16.3 Procédure d'essai

L'essai doit être mené en quatre phases:

- préparation et pré-conditionnement,
- conditionnement en courant continu,
- essai de destruction en courant alternatif,
- évaluation des défaillances.

#### 2.16.3.1 Préparation et pré-conditionnement

Tous les échantillons d'essai doivent être préparés et pré-conditionnés comme suit:

Les condensateurs doivent être étroitement enveloppés de gaze et montés dans une chambre d'essai à circulation d'air à  $t_c + 10$  °C. Les variations de températures ne doivent pas dépasser  $\pm 2$  °C. Pour préparer l'essai de destruction, les échantillons doivent subir la tension assignée ( $U_N$ ) pendant 2 h à  $t_c + 10$  °C. Il n'est pas toléré de condensateur en circuit ouvert ou en court-circuit.

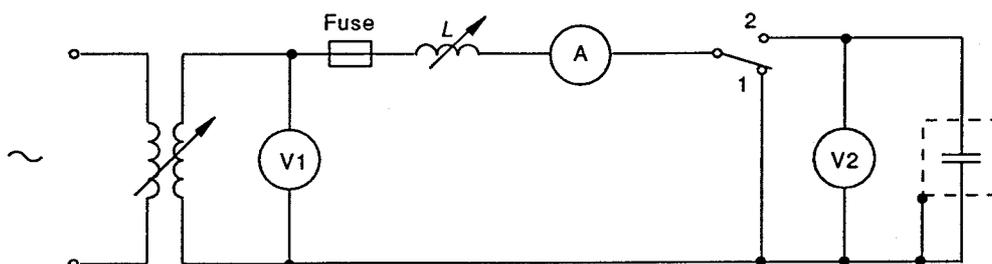


Figure 2

The inductor shall be so adjusted that, with the switch in position 1 and a voltage of  $1,3 U_N$  applied across the voltmeter V1, a current equal to 1,3 times the capacitor rated current ( $I_N$ ) flows.

The capacitor is energized with the switch in position 2.

NOTE - The variable inductor  $L$  in figure 2 may be replaced by the arrangement shown in figure 3 whereby T2 is a fixed ratio transformer and  $L_f$  is a fixed inductor. A variable ratio transformer T1 is used to adjust the inductive current.

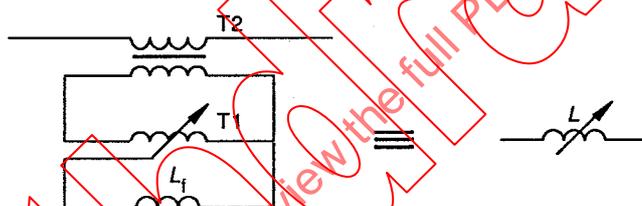


Figure 3

### 2.16.3 Test procedure

The test shall be conducted in four stages:

- preparation and pre-conditioning,
- d.c. conditioning,
- a.c. destruction test,
- evaluation of the failure.

#### 2.16.3.1 Preparation and pre-conditioning

All the test specimens shall be prepared and pre-conditioned as follows:

The capacitors shall be wrapped closely with cheese-cloth and mounted within an "air circulating" test chamber at  $t_c + 10$  °C. The temperature deviation shall not exceed  $\pm 2$  °C. In preparation for the destruction test, the specimens shall have rated voltage ( $U_N$ ) applied for 2 h at  $t_c + 10$  °C. No open-circuit or short-circuit capacitors are permitted.

### 2.16.3.2 Conditionnement en courant continu

On doit préchauffer à  $t_c + 10$  °C, cinq condensateurs ayant réussi l'essai d'endurance (groupe 2) avant le conditionnement en courant continu. Les cinq condensateurs restant, qui ont réussi l'essai de 2.4.1, doivent être essayés à température ambiante.

La tension de la source continue (figure 1) doit varier de 0 à  $10 U_N$  maximum à une vitesse d'environ 200 V/min jusqu'à ce qu'un court-circuit se produise ou que la tension  $10 U_N$  ait été atteinte.

Les condensateurs doivent être retirés du conditionnement en courant continu quand la tension indiquée par le voltmètre est nulle ou a atteint  $10 U_N$  et a été maintenue pendant 5 min ou pendant toute autre période définie par le fabricant.

### 2.16.3.3 Essai de destruction en courant alternatif

Les condensateurs étant maintenus à la température du conditionnement en courant continu, on leur applique alors une tension alternative de  $1,3 U_N$ .

Si le condensateur devient actif ou se met en circuit ouvert, la tension doit être maintenue pendant 5 min.

Si le condensateur se met en court-circuit, l'essai doit alors être poursuivi pendant 8 h. Si le condensateur reste toujours actif après 5 min alors le conditionnement en courant continu doit être répété.

### 2.16.4 Evaluation des défaillances

Après achèvement de l'essai, la gaze ne doit pas avoir brûlé sur aucun des échantillons; cependant l'échantillon peut être décoloré par des produits de fuite.

Chaque condensateur doit remplir les conditions suivantes:

- a) des produits liquides de fuite peuvent humidifier la surface extérieure du condensateur mais ne doivent pas s'échapper sous forme de gouttes;
- b) les parties actives internes ne doivent pas être accessibles au doigt d'épreuve standard, (voir figure 1 de la CEI 529);
- c) la combustion ou le roussissement de la gaze ne doivent pas se manifester car cela indiquerait que des flammes ou des particules brûlantes ont été émises par les ouvertures;
- d) le condensateur doit supporter l'essai de l'article 2.8, la tension ayant été réduite à 0,8 fois la valeur indiquée.

Cet essai est achevé quand 10 condensateurs sont devenus hors service.

Si un des échantillons d'essai ne satisfait pas aux critères selon les points a) ou d) ci-dessus, l'essai peut être répété une fois sur 10 autres exemplaires. Cependant, tous les condensateurs doivent réussir le contre-essai.

Si plus d'un condensateur ne satisfait pas aux critères selon les points a) ou d), l'essai doit alors être considéré comme ayant échoué. Tous les condensateurs doivent satisfaire aux prescriptions des points b) et c).

### 2.16.3.2 D.C. conditioning

Five capacitors that have passed the endurance test (group 2) shall be pre-heated to a temperature of  $t_c + 10$  °C before d.c. conditioning. The remaining five capacitors, having passed the test in 2.4.1 shall be tested at room temperature.

The voltage of a d.c. source (figure 1) shall be raised from zero to a maximum of  $10 U_N$  at a rate of approximately 200 V per minute until a short-circuit occurs or  $10 U_N$  has been reached.

Capacitors shall be removed from d.c. conditioning when the voltage indicated on the voltmeter is zero or  $10 U_N$  has been reached and maintained for a period of 5 min or other period as defined by the manufacturer.

### 2.16.3.3 A.C. destruction test

With the capacitors maintained at the d.c. conditioning temperature they shall then have applied an a.c. voltage of  $1,3 U_N$ .

If the capacitor clears (becomes operative) or becomes open-circuit, the voltage shall be maintained for 5 min.

If the capacitor becomes short-circuit, then the test shall be maintained for 8 h. If the capacitor is still operative after 5 min then the d.c. conditioning shall be repeated.

### 2.16.4 Evaluation of the failure

After completion of the test, the cheese-cloth shall not have burnt on any test specimen; however, it may be discoloured by escaping substances

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 (see figure 1 of IEC 529);
- c) burning or scorching of the cheese-cloth shall not be evident, since this would indicate that flames or fiery particles have been emitted from the openings;
- d) the capacitor shall withstand the test of clause 2.8 with the voltage being reduced to 0,8 times the value indicated.

The test is concluded when 10 capacitors have become inoperative.

If one of the test specimens does not satisfy the criteria according to a) or d) above, the test may be repeated once on a further 10 samples. However, all capacitors shall pass the repeat test.

If more than one capacitor does not satisfy the criteria according to a) or d) then, the test shall be regarded as failed. All capacitors must satisfy the requirements of b) and c).

Pour les condensateurs à enveloppe métallique, celle-ci doit être reliée à un pôle de la source de tension. Si une différence peut être faite entre les bornes du condensateur, le groupe doit être subdivisé en deux sous-groupes. Le premier sous-groupe doit avoir la borne A reliée à l'enveloppe, le second sous-groupe doit avoir la borne B reliée à l'enveloppe.

## SECTION 3: SURCHARGES

### 3.1 Surcharges admissibles

#### 3.1.1 Tension maximale admissible

Quel que soit leur genre de service, les condensateurs à armatures métalliques et les condensateurs métallisés doivent pouvoir fonctionner de façon prolongée dans des conditions anormales à une tension efficace entre bornes ne dépassant pas 1,10 fois la tension assignée, à l'exclusion des surtensions transitoires provoqués par la mise en circuit ou hors circuit des condensateurs (articles 6.2, 6.3 et 6.5) mais y compris l'effet des harmoniques et l'effet des variations de la tension d'alimentation.

#### 3.1.2 Courant maximal admissible

Les condensateurs doivent pouvoir fonctionner à un courant dont la valeur efficace ne dépasse pas 1,30 fois le courant obtenu à la tension assignée sinusoïdale, et à la fréquence assignée, à l'exclusion des courants transitoires.

En tenant compte de la tolérance sur la capacité, le courant maximal admissible peut atteindre 1,30 fois la valeur du courant assigné, l'augmentation étant proportionnelle au rapport entre la capacité réelle et la capacité assignée.

#### 3.1.3 Puissance réactive maximale admissible

La surcharge due au fonctionnement sous une tension et un courant dépassant les valeurs assignées (mais compris entre les limites spécifiées en 3.1.1 et 3.1.2) ne doit pas dépasser 1,35 fois la puissance assignée.

En tenant compte de la tolérance sur la capacité, la puissance maximale admissible peut atteindre 1,35 fois la valeur de la puissance assignée, l'augmentation étant proportionnelle au rapport entre la capacité réelle et la capacité assignée.

NOTE - Il convient de remarquer que le fonctionnement des condensateurs avec surcharge, même inférieure à la limite indiquée ci-dessus, peut affecter défavorablement la durée de vie de ces condensateurs.

#### 3.1.4 Extension admissible du cycle de fonctionnement

Les condensateurs doivent être capables de fonctionner:

- a) pendant une durée relative de fonctionnement n'excédant pas la durée assignée de fonctionnement;
- b) pendant un temps absolu de fonctionnement n'excédant pas le produit de la durée relative assignée de fonctionnement par la durée du cycle assigné.

La durée du cycle peut être prolongée tant qu'on ne dépasse pas la durée admissible de fonctionnement.

For capacitors with a metal case, this shall be connected to one pole of the voltage source. If a distinction can be made between the capacitor terminals, the group shall be sub divided into two sub-groups. The first sub-group shall have terminal A connected to the case, the second sub-group shall have terminal B connected to the case.

## SECTION 3: OVERLOADS

### 3.1 Permissible overloads

#### 3.1.1 *Maximum permissible voltage*

Irrespective of their type of operation, metal-foil and metallized capacitors shall be suitable for operation under abnormal conditions for prolonged periods at an r.m.s. voltage between terminals not exceeding 1,10 times the rated voltage, excluding transients caused by switching the capacitors in and out of circuit (clauses 6.2, 6.3 and 6.5) but including the effects of harmonics and supply voltage variations.

#### 3.1.2 *Maximum permissible current*

Capacitors shall be suitable for operation at an r.m.s. current not exceeding 1,30 times the current which occurs at rated sinusoidal voltage and rated frequency excluding transients.

Taking into account the capacitance tolerance, the maximum permissible current can be up to 1,30 times the rated current increased in proportion to the actual capacitance value compared with the rated capacitance value.

#### 3.1.3 *Maximum permissible reactive output*

The overload resulting from operation at voltage and current exceeding the rated values (though within the limits indicated in 3.1.1 and 3.1.2) shall not exceed 1,35 times the rated output.

Taking into account the capacitance tolerance the maximum permissible output can be up to 1,35 times the rated output increased in proportion to the actual capacitance value compared with the rated capacitance value.

NOTE - It should be noted that operation of capacitors with overload, even within the limit indicated above, may adversely affect the life duration of these capacitors.

#### 3.1.4 *Permissible extension of the duty cycle*

Capacitors shall be suitable for operation:

- a) with a relative operation time not exceeding the rated operation time;
- b) with an absolute operation time not exceeding the product of the rated relative operation time and the rated cycle duration.

The cycle duration may be extended without limit provided the permissible operation time is not exceeded.

## SECTION 4: RÈGLES DE SÉCURITÉ

### 4.1 Lignes de fuite et distances dans l'air

Les lignes de fuite sur les surfaces extérieures d'isolement des bornes et les distances dans l'air entre les parties externes des connexions aux bornes, ou entre certaines parties sous tension et l'enveloppe métallique du condensateur, s'il y a lieu, ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales indiquées dans le tableau 5.

Ces distances minimales doivent être appliquées aux bornes, qu'elles soient avec ou sans connexions externes. Ces valeurs ne s'appliquent pas aux distances des lignes de fuite internes, ni aux distances dans l'air internes.

Les prescriptions concernant des applications spécifiques doivent être respectées.

La contribution aux lignes de fuite de tout sillon de largeur inférieure à 1 mm doit être limitée à sa largeur.

Les trous d'air inférieurs à 1 mm ne doivent pas être pris en compte dans le parcours total dans l'air.

Les lignes de fuite sont des distances dans l'air, mesurées à la surface du matériau isolant.

### 4.2 Bornes et conducteurs de raccordement

Les bornes et les conducteurs de raccordement non débranchables doivent avoir une section conductrice leur permettant de laisser passer avec sécurité le courant du condensateur et doivent posséder une robustesse mécanique suffisante. La section minimale des conducteurs doit être de 0,5 mm<sup>2</sup>. Les câbles isolés doivent être adaptés aux caractéristiques assignées de tension et température du condensateur.

Le fabricant doit fournir la preuve que le conducteur fourni avec le condensateur supporte de manière adéquate le courant de surcharge, la température et la plage de tension assignés.

### 4.3 Mise à la terre

Si l'enveloppe métallique du condensateur est destinée à être reliée à la terre ou à un conducteur neutre, elle doit être munie de dispositifs qui permettent de réaliser une connexion sûre. Cela peut être obtenu si on fournit le condensateur dans une enveloppe métallique non peinte ou si on le munit d'une borne de terre, d'un conducteur de terre ou d'une patte métallique assurant une liaison électrique saine avec l'enveloppe.

Tous ces dispositifs de raccordement doivent être clairement repérés par le symbole  comme étant destinés à la mise à la terre.

Lorsque l'enveloppe métallique est munie d'un goujon fileté par lequel le condensateur est solidement fixé sans aucune interposition de matériau isolant à un bâti métallique sûrement relié à la terre, le goujon doit être considéré comme une connexion sûre à la terre.