

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60871-1

Première édition
First edition
1987

**Condensateurs shunt destinés à être installés
sur des réseaux à courant alternatif
de tension assignée supérieure à 660 V –**

**Première partie:
Généralités
Caractéristiques fonctionnelles, essais
et valeurs assignées – Règles de sécurité –
Guide d'installation et d'exploitation**

**Shunt capacitors for a.c. power systems
having a rated voltage above 660 V –**

**Part 1:
General
Performance, testing and rating –
Safety requirements – Guide for installation
and operation**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60871-1: 1987

Numéros des publications

Les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000 dès le 1er janvier 1997.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

Les renseignements relatifs à 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**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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.

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

Information on the 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**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

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.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60871-1

Première édition
First edition
1987

**Condensateurs shunt destinés à être installés
sur des réseaux à courant alternatif
de tension assignée supérieure à 660 V –**

**Première partie:
Généralités
Caractéristiques fonctionnelles, essais
et valeurs assignées – Règles de sécurité –
Guide d'installation et d'exploitation**

**Shunt capacitors for a.c. power systems
having a rated voltage above 660 V –**

**Part 1:
General
Performance, testing and rating –
Safety requirements – Guide for installation
and operation**

© IEC 1987 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembeé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Définitions	10
4. Conditions de service	12
SECTION DEUX — RÈGLES DE QUALITÉ ET ESSAIS	
5. Prescriptions relatives aux essais	16
6. Classification des essais	16
7. Mesure de la capacité (essai individuel)	18
8. Mesure de la tangente de pertes ($\text{tg } \delta$) du condensateur (essai individuel)	20
9. Essai de tenue en tension (essai individuel)	20
10. Essai diélectrique en courant alternatif entre bornes et cuve (essai individuel)	22
11. Essai du dispositif interne de décharge (essai individuel)	22
12. Essai de l'étanchéité (essai individuel)	22
13. Essai de stabilité thermique (essai de type)	22
14. Mesure de la tangente de pertes ($\text{tg } \delta$) du condensateur à température élevée (essai de type)	24
15. Essai diélectrique en courant alternatif entre bornes et cuve (essai de type)	26
16. Essai au choc de foudre entre bornes et cuve (essai de type)	26
17. Essai de décharge en court-circuit (essai de type)	28
SECTION TROIS — NIVEAUX D'ISOLEMENT	
18. Niveau d'isolement	28
SECTION QUATRE — SURCHARGES	
19. Tension maximale admissible	38
20. Courant maximal admissible	40
SECTION CINQ — RÈGLES DE SÉCURITÉ	
21. Dispositifs de décharge	40
22. Connexions de masse	40
23. Protection de l'environnement	42
24. Autres règles de sécurité	42
SECTION SIX — MARQUAGE	
25. Marquage des condensateurs unitaires	42
26. Marquage des batteries de condensateurs	44
SECTION SEPT — GUIDE D'INSTALLATION ET D'EXPLOITATION	
27. Généralités	46
28. Choix de la tension assignée	46
29. Température de service	48
30. Conditions spéciales	50

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Definitions	11
4. Service conditions	13
SECTION TWO — QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS	
5. Test requirements	17
6. Classification of tests	17
7. Capacitance measurement (routine test)	19
8. Capacitor loss tangent ($\tan \delta$) measurement (routine test)	21
9. Voltage test between terminals (routine test)	21
10. A.C. voltage test between terminals and container (routine test)	23
11. Test of internal discharge device (routine test)	23
12. Sealing test (routine test)	23
13. Thermal stability test (type test)	23
14. Capacitor loss tangent ($\tan \delta$) measurement at elevated temperature (type test)	25
15. A.C. voltage test between terminals and container (type test)	27
16. Lightning impulse test between terminals and container (type test)	27
17. Short-circuit discharge test (type test)	29
SECTION THREE — INSULATION LEVELS	
18. Insulation levels	29
SECTION FOUR — OVERLOADS	
19. Maximum permissible voltage	39
20. Maximum permissible current	41
SECTION FIVE — SAFETY REQUIREMENTS	
21. Discharge devices	41
22. Container connections	41
23. Protection of the environment	43
24. Other safety requirements	43
SECTION SIX — MARKINGS	
25. Markings of the unit	43
26. Markings of the bank	45
SECTION SEVEN — GUIDE FOR INSTALLATION AND OPERATION	
27. General	47
28. Choice of the rated voltage	47
29. Operating temperature	49
30. Special conditions	51

	Pages
31. Surtensions	50
32. Courants de surcharge	54
33. Disjoncteurs et dispositifs de protection	56
34. Choix des niveaux d'isolement	58
35. Choix des lignes de fuite	60
36. Condensateurs connectés à des réseaux équipés de commandes à distance par fréquences acoustiques	60
ANNEXE A — Formules pour l'installation des condensateurs	62
ANNEXE B — Précautions à prendre pour éviter la pollution de l'environnement par les diphényles polychlorés	66
ANNEXE C — Règles supplémentaires pour les condensateurs de puissance utilisés pour le filtrage	68
ANNEXE D — Règles d'essai et guide d'application pour coupe-circuit externes et unités à protéger par coupe-circuit externe	72

Withdrawn

	Page
31. Overvoltages	51
32. Overload currents	55
33. Switching and protective devices	57
34. Choice of insulation levels	59
35. Choice of creepage distances	61
36. Capacitors connected to systems with audio-frequency remote control	61
 APPENDIX A — Formulae for capacitors and installations	 63
APPENDIX B — Precautions to be taken to avoid pollution of the environment by polychlorinated biphenyls	67
APPENDIX C — Additional requirements for power filter capacitors	69
APPENDIX D — Test requirements and application guide for external fuses and units to be externally fused	73

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS SHUNT DESTINÉS À ÊTRE INSTALLÉS
SUR DES RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF DE TENSION
ASSIGNÉE SUPÉRIEURE À 660 V**

**Première partie: Généralités
Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées –
Règles de sécurité – Guide d'installation et d'exploitation**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 33 de la CEI: Condensateurs de puissance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
33(BC)70	33(BC)79

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

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

- Publications n° 50 (436): Vocabulaire Electrotechnique International, Chapitre 436: Condensateurs de puissance (en préparation).
- 60: Technique des essais à haute tension.
- 71: Coordination de l'isolement.
- 71-1 (1976): Première partie: Termes, définitions, principes et règles.
- 71-2 (1976): Deuxième partie: Guide d'application.
- 99: Parafoudres.
- 110 (1973): Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz.
- 143 (1972): Condensateurs-série destinés à être installés sur des réseaux.
- 252 (1975): Condensateurs des moteurs à courant alternatif.
- 358 (1971): Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs.
- 549 (1976): Coupe-circuit à fusibles haute tension destinés à la protection externe des condensateurs de puissance en dérivation.
- 566 (1982): Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge.
- 593 (1977): Coupe-circuit internes et déconnecteurs internes à surpression pour condensateurs shunt.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SHUNT CAPACITORS FOR A.C. POWER SYSTEMS HAVING A RATED VOLTAGE ABOVE 660 V

Part 1: General Performance, testing and rating – Safety requirements – Guide for installation and operation

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 33: Power Capacitors.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
33(CO)70	33(CO)79

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 50 (436): International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 436: Power Capacitors (in preparation).
- 60: High Voltages Test Techniques.
- 71: Insulation Co-ordination.
- 71-1 (1976): Part 1: Terms, Definitions, Principles and Rules.
- 71-2 (1976): Part 2: Application Guide.
- 99: Lightning Arresters.
- 110 (1973): Recommendation for Capacitors for Inductive Heat Generating Plants Operating at Frequencies between 40 and 24 000 Hz.
- 143 (1972): Series Capacitors for Power Systems.
- 252 (1975): A.C. Motor Capacitors.
- 358 (1971): Coupling Capacitors and Capacitor Dividers.
- 549 (1976): High-voltage Fuses for the External Protection of Shunt Power Capacitors.
- 566 (1982): Capacitors for Use in Tubular Fluorescent and other Discharge Lamp Circuits.
- 593 (1977): Internal Fuses and Internal Overpressure Disconnectors for Shunt Capacitors.

CONDENSATEURS SHUNT DESTINÉS À ÊTRE INSTALLÉS SUR DES RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF DE TENSION ASSIGNÉE SUPÉRIEURE À 660 V

Première partie: Généralités Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées – Règles de sécurité – Guide d'installation et d'exploitation

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux condensateurs unitaires et aux batteries de condensateurs destinés en particulier à être utilisés pour corriger le facteur de puissance des réseaux à courant alternatif dont la tension assignée est supérieure à 660 V et la fréquence comprise entre 15 Hz et 60 Hz.

Cette norme est également applicable aux condensateurs destinés à être utilisés pour le filtrage dans les circuits de puissance.

Notes 1. — L'annexe C donne les définitions, prescriptions et essais supplémentaires qui concernent les condensateurs de filtrage.

2. — La Publication 593 de la CEI donne les prescriptions supplémentaires qui sont applicables aux condensateurs protégés par des coupe-circuit internes ainsi que les prescriptions qui sont applicables à ces coupe-circuit.

3. — L'annexe D donne les prescriptions supplémentaires qui sont applicables aux condensateurs protégés par des coupe-circuit externes ainsi que les prescriptions qui sont applicables à ces coupe-circuit.

4. — La présente norme n'est pas applicable aux condensateurs à haute tension composés de condensateurs à basse tension avec diélectrique métallisé du type autorégénérateur. La future Publication XXX de la CEI donnera les définitions, prescriptions et essais supplémentaires qui sont applicables aux condensateurs autorégénérateurs.

5. — La présente norme n'est pas applicable aux types de condensateurs ci-après:

- Condensateurs shunt destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 660 V (Publication XXX de la CEI, en préparation).
- Condensateurs pour installations de génération de chaleur par induction fonctionnant entre 40 Hz et 24 000 Hz (Publication 110 de la CEI).
- Condensateurs-série (Publication 143 de la CEI).
- Condensateurs pour applications sur moteurs et condensateurs analogues (Publications 252 de la CEI).
- Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs (Publication 358 de la CEI).
- Condensateurs utilisés sur les circuits électroniques de puissance (Publication YYY de la CEI (à l'étude)).
- Petits condensateurs pour courant alternatif utilisés avec les lampes fluorescentes et à décharge (Publication 566 de la CEI).
- Condensateurs d'antiparasitage radioélectrique (Publication ZZZ de la CEI (à l'étude)).
- Condensateurs prévus pour être utilisés sur divers types d'appareils électriques et considérés de ce fait comme éléments composants.
- Condensateurs utilisés sur du courant continu en présence de courant alternatif superposé.

6. — Les accessoires tels que les isolateurs, les commutateurs, les transformateurs de mesure, les coupe-circuit externes, etc., doivent satisfaire aux prescriptions des normes correspondantes de la CEI.

2. Objet

La présente norme a pour objet:

- a) de formuler des règles uniformes concernant les caractéristiques fonctionnelles, les valeurs assignées et les essais;
- b) de formuler des règles spécifiques de sécurité;
- c) de servir de guide d'installation et d'exploitation.

SHUNT CAPACITORS FOR A.C. POWER SYSTEMS HAVING A RATED VOLTAGE ABOVE 660 V

Part 1: General Performance, testing and rating – Safety requirements – Guide for installation and operation

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard is applicable to capacitor units and capacitor banks intended to be used in particular for power-factor correction of a.c. power systems having a rated voltage above 660 V and a frequency of 15 Hz to 60 Hz.

It is also applicable to capacitors intended for use in power filter circuits.

Notes 1. — Additional definitions, requirements and test for filter capacitors are given in Appendix C.

2. — Additional requirements for capacitors to be protected by internal fuses, as well as requirements for the internal fuses, are given in IEC Publication 593.
3. — Requirements for capacitors to be protected by external fuses, as well as requirements for the external fuses, are given in Appendix D.
4. — This standard is not applicable to high-voltage capacitors composed of low-voltage capacitors of the self-healing metallized dielectric type. Additional definitions, requirements and tests for self-healing capacitors will be found in the future IEC Publication XXX.
5. — The following are also excluded from this standard:
 - Shunt capacitors for a.c. power systems of up to and including 660 V rated voltage (IEC Publication XXX, in preparation).
 - Capacitors for induction heat-generating plants, operating at frequencies between 40 Hz and 24 000 Hz (IEC Publication 110).
 - Series capacitors (IEC Publication 143).
 - Capacitors for motor applications and the like (IEC Publication 252).
 - Coupling capacitors and capacitor dividers (IEC Publication 358).
 - Capacitors to be used in power electronics circuits (IEC Publication YYY (under consideration)).
 - Small a.c. capacitors to be used for fluorescent and discharge lamps (IEC Publication 566).
 - Capacitors for suppression of radio interference (IEC Publication ZZZ (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 the a.c. voltage.
6. — Accessories, such as insulators, switches, instrument transformers, external fuses, etc., shall comply with the relevant IEC standards.

2. Object

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.

3. Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 *Élément de condensateur (ou élément*)*

Dispositif constitué essentiellement par deux électrodes séparées par un diélectrique (VEI 436-01-03*).

3.2 *Condensateur unitaire (ou unité)*

Ensemble d'un ou de plusieurs éléments de condensateurs placés dans une même enveloppe et reliés à des bornes de sortie (VEI 436-01-04).

3.3 *Batterie de condensateurs (ou batterie)*

Ensemble de condensateurs unitaires raccordés de façon à agir conjointement (VEI 436-01-06).

3.4 *Condensateur*

Dans la présente norme, le terme «condensateur» est employé lorsqu'il n'est pas nécessaire de préciser s'il s'agit d'un condensateur unitaire ou d'une batterie de condensateurs.

3.5 *Installation de condensateurs*

Batterie de condensateurs et ses accessoires (VEI 436-01-07).

3.6 *Dispositif de décharge d'un condensateur*

Dispositif pouvant être incorporé dans le condensateur et capable de ramener pratiquement à zéro, dans un temps spécifié, la tension entre les bornes de celui-ci, lorsque le condensateur a été déconnecté du réseau (VEI 436-03-15).

3.7 *Coupe-circuit interne d'un condensateur*

Coupe-circuit monté à l'intérieur d'une unité et connecté en série avec un élément ou un groupe d'éléments (VEI 436-03-16).

3.8 *Bornes de ligne*

Bornes à connecter aux conducteurs d'une ligne (VEI 436-03-01).

Note. — Dans les condensateurs polyphasés, la borne qui doit être connectée au conducteur neutre n'est pas considérée comme une borne de ligne.

3.9 *Capacité assignée d'un condensateur (C_N)*

Valeur de la capacité pour laquelle le condensateur a été conçu (VEI 436-01-12).

3.10 *Puissance assignée d'un condensateur (Q_N)*

Puissance réactive déduite des valeurs assignées de la capacité, de la fréquence et de la tension (ou du courant) (VEI 436-01-15).

3.11 *Tension assignée d'un condensateur (U_N)*

Valeur efficace (eff.) de la tension alternative pour laquelle le condensateur a été conçu (VEI 436-01-16).

Note. — Dans le cas de condensateurs constitués d'un ou de plusieurs circuits distincts (par exemple, unités monophasées destinées à être utilisées en montage polyphasé, ou unités polyphasées avec circuits séparés), U_N se rapporte à la tension assignée de chaque circuit.

Pour les condensateurs polyphasés possédant des connexions électriques internes entre phases ainsi que pour les batteries de condensateurs polyphasés, U_N se rapporte à la tension entre phases.

3.12 *Fréquence assignée d'un condensateur (f_N)*

Fréquence pour laquelle le condensateur a été conçu (VEI 436-01-14).

* Publication 50(436) de la CEI. (En préparation.)

3. Definitions

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

3.1 Capacitor element (or element*)

A device consisting essentially of two electrodes separated by a dielectric (IEV 436-01-03*).

3.2 Capacitor unit (or unit)

An assembly of one or more capacitor elements in the same container with terminals brought out (IEV 436-01-04).

3.3 Capacitor bank (or bank)

A number of capacitor units connected so as to act together (IEV 436-01-06).

3.4 Capacitor

In this standard, the word “capacitor” is used when it is not necessary to lay particular stress upon the different meanings of the word “capacitor unit” or “capacitor bank”.

3.5 Capacitor installation

A capacitor bank and its accessories (IEV 436-01-07).

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 (IEV 436-03-15).

3.7 Internal fuse of a capacitor

A fuse connected inside a capacitor unit, in series with an element or a group of elements (IEV 436-03-16).

3.8 Line terminals

Terminals to be connected to the lines (IEV 436-03-01).

Note. — In polyphase capacitors, a terminal intended to be connected to the neutral conductor is not considered to be a line terminal.

3.9 Rated capacitance of a capacitor (C_N)

The capacitance value for which the capacitor has been designed (IEV 436-01-12).

3.10 Rated output of a capacitor (Q_N)

The reactive power derived from the rated values of capacitance, frequency and voltage (or current) (IEV 436-01-15).

3.11 Rated voltage of a capacitor (U_N)

The r.m.s. value of the alternating voltage for which the capacitor has been designed (IEV 436-01-16).

Note. — In the case of capacitors consisting of one or more separate circuits (for example single-phase units intended for use in polyphase connection, or polyphase units with separate circuits), U_N refers to the rated voltage of each circuit.

For polyphase capacitors with internal electrical connections between the phases, and polyphase capacitor banks, U_N refers to the phase-to-phase voltage.

3.12 Rated frequency of a capacitor (f_N)

The frequency for which the capacitor has been designed (IEV 436-01-14).

* IEC Publication 50(436). (In preparation.)

3.13 *Courant assigné d'un condensateur (I_N)*

Valeur efficace du courant alternatif pour laquelle le condensateur a été conçu (VEI 436-01-13).

3.14 *Pertes du condensateur*

Puissance active dissipée par le condensateur (VEI 436-04-10).

Notes 1. — Il convient de tenir compte de toutes les composantes qui engendrent ces pertes:

- par exemple, pour une unité, les pertes dues au diélectrique, aux coupe-circuit internes, au(x) dispositif(s) de décharge, aux connexions, etc.;
- par exemple, pour une batterie, les pertes dues aux condensateurs unitaires, aux coupe-circuit externes, aux barres omnibus, aux bobines de décharge et d'amortissement, etc.

2. — Les pertes du condensateur peuvent être assimilées à une résistance-série équivalente de l'unité et/ou de la batterie.

3.15 *Tangente de l'angle de pertes ($\tan \delta$) d'un condensateur*

Rapport entre la résistance-série équivalente et la réactance capacitive d'un condensateur dans des conditions spécifiées de fréquence et de tension alternative sinusoïdale (VEI 436-04-11).

3.16 *Tension maximale admissible d'un condensateur*

Valeur efficace maximale de la tension alternative que le condensateur peut supporter pendant un temps déterminé dans des conditions spécifiées (VEI 436-04-07).

3.17 *Courant maximal admissible d'un condensateur*

Valeur efficace maximale du courant alternatif que le condensateur peut supporter pendant un temps déterminé dans des conditions spécifiées (VEI 436-04-09).

3.18 *Température de l'air ambiant*

Température de l'air à l'emplacement prévu pour le condensateur.

3.19 *Température de l'air de refroidissement*

Température de l'air de refroidissement mesurée à l'état stable à l'endroit le plus chaud de la batterie, à mi-distance entre deux unités. S'il s'agit d'une seule unité, c'est la température mesurée à 0,1 m environ de la cuve du condensateur et aux deux tiers de sa hauteur mesurée en partant de sa base.

3.20 *Etat stable*

Equilibre thermique atteint par un condensateur fonctionnant dans des conditions constantes de puissance et de température ambiante.

3.21 *Tension résiduelle*

Tension qui reste aux bornes d'un condensateur pendant un certain temps après sa déconnexion.

4. *Conditions de service*

4.1 *Conditions de service normales*

La présente norme donne les prescriptions applicables aux condensateurs utilisés dans les conditions suivantes:

a) *Tension résiduelle à la mise sous tension.*

Elle ne doit pas être supérieure à 10% de la tension assignée (articles 21 et 31, paragraphe 19.2 et annexe A).

b) *Altitude.*

Elle ne doit pas dépasser 1 000 m.

3.13 *Rated current of a capacitor (I_N)*

The r.m.s. value of the alternating current for which the capacitor has been designed (IEV 436-01-13).

3.14 *Capacitor losses*

The active power dissipated by a capacitor (IEV 436-04-10).

Notes 1. — All loss-producing components should be included:

- for example for a unit, losses from dielectric, internal fuses, discharge device(s), connections, etc.;
- for example for a bank, losses from units, external fuses, busbars, discharge and damping reactors, etc.

2. — The capacitor losses may be recalculated as an equivalent series resistor to the unit and /or bank.

3.15 *Tangent of the 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 (IEV 436-04-11).

3.16 *Maximum permissible voltage of a capacitor*

The maximum r.m.s. alternating voltage which a capacitor can withstand for a given time in specified conditions (IEV 436-04-07).

3.17 *Maximum permissible current of a capacitor*

The maximum r.m.s. alternating current which a capacitor can carry for a given time in specified conditions (IEV 436-04-09).

3.18 *Ambient air temperature*

The temperature of the air at the proposed location of the capacitor.

3.19 *Cooling air temperature*

The temperature of the cooling air measured at the hottest position in the bank, under steady-state conditions, midway between two units. If only one unit is involved, it is the temperature measured at a point approximately 0.1 m away from the capacitor container and at two thirds of the height measured from its base.

3.20 *Steady-state condition*

Thermal equilibrium attained by the capacitor at constant output and at constant ambient air temperature.

3.21 *Residual voltage*

The voltage remaining on the terminals of a capacitor at a certain time following disconnection.

4. *Service conditions*

4.1 *Normal service conditions*

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

a) *Residual voltage at energization.*

Not to exceed 10% of rated voltage (Clause 21, Clause 31, Sub-clause 19.2 and Appendix A).

b) *Altitude.*

Not exceeding 1 000 m.

c) Catégories de température de l'air ambiant.

Les condensateurs sont classés en catégories de température, chaque catégorie étant repérée par un nombre suivi d'une lettre. Le nombre représente la valeur la plus basse de la température de l'air ambiant à laquelle le condensateur peut fonctionner. Les lettres représentent les valeurs limites supérieures des plages de variation de la température dont les valeurs maximales sont spécifiées dans le tableau I.

Ces catégories de température couvrent une plage totale qui s'étend de -50°C à $+55^{\circ}\text{C}$.

Il convient de choisir la valeur la plus basse de la température de l'air ambiant à laquelle le condensateur peut être utilisé, dans les cinq valeurs préférentielles suivantes: $+5^{\circ}\text{C}$, -5°C , -25°C , -40°C , -50°C .

Note. — Avec l'accord du constructeur, le condensateur peut être utilisé à une température plus basse que celle des limites ci-dessus, à condition que la mise sous tension se fasse à une température égale ou supérieure à l'une des valeurs indiquées (paragraphe 29.1).

Le tableau I se fonde sur des conditions de service pour lesquelles le condensateur n'a pas d'influence sur la température de l'air ambiant (par exemple, installations extérieures).

TABLEAU I

Symbole	Température de l'air ambiant ($^{\circ}\text{C}$)		
	Maximum	Moyenne la plus élevée sur une période de	
		24 h	1 an
A	40	30	20
B	45	35	25
C	50	40	30
D	55	45	35

Note. — Les valeurs de température correspondant au tableau I se trouvent dans les tables de température météorologiques établies pour les lieux d'installation.

Si le condensateur exerce une influence sur la température de l'air environnant, l'effet de la ventilation et/ou le choix du condensateur doivent être tels que, dans cette sorte d'installation, la température de l'air de refroidissement ne dépasse pas les limites indiquées dans le tableau I de plus de 5°C .

Pour définir la catégorie normale de température d'un condensateur, il est possible de choisir n'importe quelle combinaison de valeurs minimale et maximale, par exemple $-40/\text{A}$ ou $-5/\text{C}$. Les catégories préférentielles normales de température sont les suivantes: $-40/\text{A}$, $-25/\text{A}$, $-5/\text{A}$ et $-5/\text{C}$.

4.2 Conditions de service inhabituelles

Sauf accord différent passé entre constructeur et acheteur, la présente norme ne s'applique pas aux condensateurs dont les conditions de service prises en général ne sont pas compatibles avec les prescriptions de la présente norme.

c) Ambient air temperature categories.

Capacitors are classified in temperature categories, each category being specified by a number followed by a letter. The number represents the lowest ambient air temperature at which the capacitor may operate. The letters represent upper limits of temperature variation ranges, having maximum values specified in Table I.

The temperature categories cover a total temperature range from -50°C to $+55^{\circ}\text{C}$.

The lowest ambient air temperature at which the capacitor may be operated should be chosen from the five preferred values $+5^{\circ}\text{C}$, -5°C , -25°C , -40°C , -50°C .

Note. — With the agreement of the manufacturer, the capacitor may be used at a lower temperature than the limits above, provided that energization takes place at a temperature at or above these limits (Sub-clause 29.1).

Table I is based on service conditions in which the capacitor does not influence the ambient air temperature (for example outdoor installations).

TABLE I

Symbol	Ambient air temperature ($^{\circ}\text{C}$)		
	Maximum	Highest mean over any period of	
		24 h	1 year
A	40	30	20
B	45	35	25
C	50	40	30
D	55	45	35

Note. — The temperature values according to Table I can be found in the meteorological temperature tables covering the installation site.

If the capacitor influences the air temperature, the ventilation and/or choice of capacitor shall be such that the cooling-air temperature in the installation does not exceed the temperature limits of Table I by more than 5°C .

Any combination of minimum and maximum values can be chosen for the standard temperature category of a capacitor, for example $-40/\text{A}$ or $-5/\text{C}$. Preferred standard temperature categories are: $-40/\text{A}$, $-25/\text{A}$, $-5/\text{A}$ and $-5/\text{C}$.

4.2 Unusual service conditions

Unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser, this standard does not apply to capacitors, the service conditions of which, in general, are incompatible with the requirements of the present standard.

SECTION DEUX — RÈGLES DE QUALITÉ ET ESSAIS

5. Prescriptions relatives aux essais

5.1 Généralités

La présente section indique les prescriptions relatives aux essais des condensateurs unitaires.

Les supports isolants, les commutateurs, les transformateurs de mesure, les coupe-circuit à fusibles externes, etc., doivent suivre les dispositions des normes correspondantes de la CEI.

5.2 Conditions d'essai

Sauf spécification contraire, pour un essai ou une mesure particulière, la température du diélectrique du condensateur doit être comprise entre +5 °C et +35 °C.

Lorsqu'il est nécessaire d'apporter une correction, la température de référence doit être de +20 °C, sauf convention différente entre le constructeur et l'acheteur.

On peut admettre que la température du diélectrique du condensateur unitaire est la même que celle de l'air ambiant, pourvu que le condensateur ait été laissé hors tension à température ambiante constante pendant une durée suffisante.

Les essais et les mesures en courant alternatif doivent être effectués à la fréquence de 50 Hz ou 60 Hz, sans tenir compte de la fréquence assignée du condensateur et en l'absence de spécification différente.

6. Classification des essais

Les essais sont classés en essais individuels, essais de type et essais d'acceptation.

6.1 Essais individuels

- a) Mesure de la capacité (article 7).
- b) Mesure de la tangente de pertes ($\tan \delta$) du condensateur (article 8).
- c) Essai de tenue en tension (article 9).
- d) Essai diélectrique en courant alternatif entre bornes et cuve (article 10).
- e) Essai du dispositif interne de décharge (article 11).
- f) Essai de l'étanchéité (article 12).

Les essais individuels doivent être exécutés par le constructeur sur chaque condensateur avant livraison. Sur demande, un rapport d'essai doit être fourni à l'acheteur.

L'ordre d'exécution des essais ci-dessus n'est pas obligatoire.

Note. — Sur accord entre constructeur et acheteur, un essai de décharge en court-circuit peut être effectué comme essai individuel. L'accord fixera également les paramètres d'essai.

6.2 Essais de type

- a) Essai de stabilité thermique (article 13).
- b) Mesure de la tangente de pertes ($\tan \delta$) au condensateur à température élevée (article 14).
- c) Essai diélectrique en courant alternatif entre bornes et cuve (article 15).
- d) Essai au choc de foudre entre bornes et cuve (article 16).
- e) Essai de décharge en court-circuit (article 17).

Les essais de type sont exécutés afin de s'assurer, au point de vue conception, dimensions, matériaux et réalisation, que le condensateur est conforme aux caractéristiques et aux prescriptions fonctionnelles spécifiées dans la présente norme.

Sauf spécification contraire, chaque condensateur sur lequel les essais de type doivent être effectués doit d'abord avoir supporté de façon satisfaisante tous les essais individuels.

SECTION TWO — QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS

5. Test requirements

5.1 General

This section gives the test requirements for capacitor units.

Supporting insulators, switches, instrument transformers, external fuses, etc. shall be in accordance with relevant IEC standards.

5.2 Test conditions

Unless otherwise specified for a particular test or measurement, the temperature of the capacitor dielectric shall be in the range +5 °C to +35 °C.

When a correction has to be applied, the reference temperature to be used is +20 °C, unless otherwise agreed between the manufacturer and the purchaser.

It may be assumed that the dielectric temperature of the capacitor unit is the same as the ambient temperature, provided that the capacitor has been left in an unenergized state at a constant ambient temperature for an adequate period.

The a.c. tests and measurements shall be carried out at a frequency of 50 Hz or 60 Hz independent of the rated frequency of the capacitor, if not otherwise specified.

6. Classification of tests

The tests are classified as routine tests, type tests and acceptance tests.

6.1 Routine tests

- a) Capacitance measurement (Clause 7).
- b) Capacitor loss tangent ($\tan \delta$) measurement (Clause 8).
- c) Voltage test between terminals (Clause 9).
- d) A.C. voltage test between terminals and container (Clause 10).
- e) Test of internal discharge device (Clause 11).
- f) Sealing test (Clause 12).

Routine tests shall be carried out by the manufacturer on every capacitor before delivery. On request, the purchaser shall be supplied with a test report.

The test sequence above is not mandatory.

Note. — If agreed between purchaser and manufacturer a short-circuit discharge test may be carried out as a routine test. The test parameters shall also be agreed upon.

6.2 Type tests

- a) Thermal stability test (Clause 13).
- b) Capacitor loss tangent ($\tan \delta$) measurement at elevated temperature (Clause 14).
- c) A.C. voltage test between terminals and container (Clause 15).
- d) Lightning impulse voltage test between terminals and container (Clause 16).
- e) Short-circuit discharge test (Clause 17).

Type tests are carried out in order to ascertain that, as regards design, size, materials and manufacture, the capacitor complies with the characteristics and operational requirements specified in this standard.

Unless otherwise specified, every capacitor sample to which it is intended to apply the type test shall first have withstood satisfactorily the application of all the routine tests.

Les essais de type doivent être faits sur des condensateurs de conception et de fabrication identiques à celles du condensateur proposé ou qui ne s'en écartent d'aucune manière susceptible d'affecter les propriétés qui doivent être contrôlées par les essais de type.

Il n'est pas essentiel que tous les essais de type soient effectués sur une même unité; ils peuvent l'être sur des unités différentes ayant les mêmes caractéristiques.

Les essais de type doivent être exécutés par le constructeur; un certificat donnant les résultats détaillés des essais doit être fourni à l'acheteur, à sa demande.

6.3 Essais d'acceptation

Les essais individuels et/ou les essais de type, ou seulement certains d'entre eux, peuvent être renouvelés par le constructeur selon les dispositions éventuelles du contrat et par accord avec l'acheteur.

Le nombre d'échantillons qui seront soumis à ces nouveaux essais doit, comme les critères d'acceptation, faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur et doit être mentionné dans le contrat.

7. Mesure de la capacité (essai individuel)

7.1 Modalités de la mesure

La capacité doit être mesurée avec une tension comprise entre 0,9 et 1,1 fois la tension assignée, en employant une méthode qui permet d'éviter les erreurs dues aux harmoniques.

Il est possible d'effectuer les mesures à une tension différente pourvu que les facteurs de correction appropriés fassent l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

La capacité définitive doit être mesurée après exécution des essais de tension (articles 9 et 10).

Pour mettre en évidence une variation éventuelle de la capacité, due par exemple à la perforation d'un élément ou à la défaillance d'un coupe-circuit interne, on doit effectuer une mesure préliminaire de la capacité avant les autres essais individuels électriques. Cette mesure préliminaire doit être faite avec une tension réduite ne dépassant pas $0,15 U_N$.

La précision de la méthode de mesure doit permettre de respecter les tolérances indiquées au paragraphe 7.2. Sur accord particulier, une précision plus élevée peut être exigée et, dans ce cas, le constructeur doit déclarer la précision de la méthode de mesure employée.

La reproductibilité de la méthode de mesure doit permettre de mettre en évidence un élément perforé ou un coupe-circuit interne ouvert.

Notes 1. — Avec les condensateurs polyphasés, la tension de mesure doit être réglée de manière à avoir 0,9 à 1,1 fois la tension assignée aux bornes de chaque élément.

2. — Sur accord, le constructeur doit fournir les courbes ou tableaux indiquant:

- la capacité dans les conditions d'état stable à la puissance assignée en fonction de la température ambiante dans les limites de la catégorie de température;
- la capacité en fonction de la température du diélectrique dans les limites de la catégorie de température.

7.2 Tolérances sur la capacité

La capacité ne doit pas s'écarter de sa valeur assignée de plus de:

- 5% à +15% pour les condensateurs unitaires ou les batteries comportant une unité par phase;
- 5% à +10% pour les batteries dont la puissance assignée totale est inférieure ou égale à 3 Mvar;
- 0% à +10% pour les batteries dont la puissance assignée totale est comprise entre 3 Mvar et 30 Mvar;
- 0% à +5% pour les batteries dont la puissance assignée totale est supérieure à 30 Mvar.

The type tests shall be made upon capacitors of a design identical with that of the capacitor to be supplied or on capacitors of design and processing that do not differ from it in any way that might influence the properties to be checked by the type test.

It is not essential that all type tests be carried out on the same capacitor unit; they may be carried out on different units having the same characteristics.

The type tests shall be carried out by the manufacturer, and, on request, the purchaser shall be supplied with a certificate detailing the results of such tests.

6.3 Acceptance tests

The routine and/or type tests, or some of them, may be repeated by the manufacturer in connection with any contract by agreement with the purchaser.

The number of samples that may be subjected to such tests, and the acceptance criteria, shall be subject to agreement between manufacturer and purchaser, and shall be stated in a contract.

7. Capacitance measurement (routine test)

7.1 Measuring procedure

The capacitance shall be measured at 0.9 to 1.1 times the rated voltage, using a method that excludes errors due to harmonics.

Measurement at another voltage is permitted, provided that appropriate correction factors are agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

The final capacitance measurement shall be carried out after the voltage test (Clauses 9 and 10).

In order to reveal any change in capacitance, for example due to puncture of an element, or failure of an internal fuse, a preliminary capacitance measurement shall be made, before the other electrical routine tests. This preliminary measurement shall be performed with a reduced voltage not higher than $0.15 U_N$.

The accuracy of the measuring method shall be such that the tolerances according to Sub-clause 7.2 can be met. If agreed upon, a higher accuracy may be required and in such a case the accuracy of the measuring method shall be stated by the manufacturer.

The repeatability of the measuring method shall be such that a punctured element or an operated internal fuse can be detected.

Notes 1. — For polyphase capacitors the measuring voltage shall be adjusted to give 0.9 to 1.1 times rated voltage across each element.

2. — The manufacturer shall, by agreement, provide curves or tables showing:

- the capacitance under steady-state conditions at rated output as a function of ambient temperature within the temperature category;
- the capacitance as a function of the dielectric temperature within the temperature category.

7.2 Capacitance tolerances

The capacitance shall not differ from the rated capacitance by more than:

–5% to +15% for capacitor units or banks containing one unit per phase;

–5% to +10% for banks up to 3 Mvar total rating;

0% to +10% for banks from 3 Mvar to 30 Mvar total rating;

0% to +5% for banks above 30 Mvar total rating.

La valeur de la capacité est la capacité mesurée dans les conditions du paragraphe 7.1.

Pour les unités ou les batteries triphasées, le rapport entre les valeurs maximale et minimale de la capacité mesurée entre deux bornes de ligne quelconques ne doit pas dépasser 1,08.

Notes 1. — Pour les tolérances, voir également le paragraphe 31.5.

2. — L'annexe A donne une formule pour calculer la puissance d'un condensateur triphasé à partir de mesures effectuées sur un condensateur monophasé.
3. — Pour les batteries dont la puissance assignée totale est supérieure à 3 Mvar, le constructeur et l'acheteur peuvent s'entendre sur des tolérances plus étroites sur la puissance et sur le rapport des capacités par phase.
4. — Dans les batteries connectées en étoile avec neutre isolé, on peut désirer de plus faibles rapports entre valeurs maximale et minimale des capacités par phase; se reporter au paragraphe 31.5.

8. Mesure de la tangente de pertes ($\tan \delta$) du condensateur (essai individuel)

8.1 Modalités de la mesure

Les pertes ($\tan \delta$) du condensateur doivent être mesurées avec une tension comprise entre 0,9 et 1,1 fois la tension assignée, en employant une méthode qui permet d'éviter les erreurs dues aux harmoniques. La précision de la méthode de mesure ainsi que la corrélation avec les valeurs mesurées à la tension assignée et à la fréquence assignée doivent être consignées.

Notes 1. — Avec les condensateurs polyphasés, la tension de mesure doit être réglée de manière à avoir 0,9 à 1,1 fois la tension assignée aux bornes de chaque élément.

2. — La valeur de $\tan \delta$ pour certains types de diélectriques est fonction de la durée de mise sous tension avant la mesure.

8.2 Prescriptions relatives aux pertes

Les prescriptions relatives aux pertes des condensateurs peuvent faire l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur.

La valeur des pertes est celle qui est mesurée dans les conditions du paragraphe 8.1.

Note. — Sur accord, le constructeur devra fournir les courbes ou tableaux indiquant la variation des pertes du condensateur (ou de $\tan \delta$) dans les conditions d'état stable à la puissance assignée en fonction de la température ambiante dans les limites de la catégorie de température.

9. Essai de tenue en tension (essai individuel)

Chaque condensateur doit être soumis pendant 10 s aux conditions de l'essai du paragraphe 9.1 ou à celles du paragraphe 9.2. En l'absence d'un accord, le choix est laissé au constructeur. Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni perforation, ni contournement.

9.1 Essai en courant alternatif

L'essai en courant alternatif doit être exécuté avec une tension pratiquement sinusoïdale de valeur:

$$U_t = 2,15 U_N$$

Les Etats-Unis d'Amérique utilisent $U_t = 2,0 U_N$

Notes 1. — Les autres pays ne peuvent utiliser $U_t = 2,0 U_N$ que sur accord entre constructeur et acheteur.

2. — Si l'on procède à un second essai après livraison des condensateurs, une tension égale à 75% de U_t est recommandée pour ce second essai.
3. — Avec les condensateurs polyphasés, la tension d'essai doit être réglée pour avoir la valeur appropriée aux bornes de chaque élément.
4. — Les unités munies de coupe-circuit à fusibles internes et qui demeurent dans les tolérances de capacité malgré l'ouverture d'un ou de plusieurs de ces coupe-circuit ne peuvent être livrés qu'après accord entre constructeur et acheteur.
5. — Quand l'impédance des condensateurs unitaires ou des batteries, dont le neutre est raccordé à la terre, est trop élevée pour modifier sensiblement les surtensions du réseau et que les batteries ne sont pas protégées conformément aux dispositions des paragraphes 31.2 et 34.2, la tension d'essai à appliquer aux unités doit être égale à la tension de tenue appropriée à fréquence industrielle prise dans les tableaux IIIA, IIIB, et IV. Si les unités qui constituent la batterie sont connectées en série, la tension d'essai doit être proportionnée.

The capacitance value is that measured under the conditions of Sub-clause 7.1.

In three-phase units and banks, the ratio of maximum to minimum values of capacitance measured between any two line terminals shall not exceed 1.08.

Notes 1. — See also Sub-clause 31.5 concerning tolerances.

2. — A formula for the calculation of the output of a three-phase capacitor from single-phase capacitance measurements is given in Appendix A.
3. — For banks above 3 Mvar total rating, closer tolerances for output and phase capacitance ratios may be agreed between manufacturer and purchaser.
4. — Smaller ratios of maximum to minimum value of the phase capacitances may be needed in star connected banks with isolated neutral; see Sub-clause 31.5.

8. Capacitor loss tangent ($\tan \delta$) measurement (routine test)

8.1 Measuring procedure

The capacitor losses ($\tan \delta$) shall be measured at 0.9 to 1.1 times rated voltage using a method that excludes errors due to harmonics. The accuracy of the measuring method and the correlation with the values measured at rated voltage and frequency shall be given.

- Notes 1.* — For polyphase capacitors the measuring voltage shall be adjusted to give 0.9 to 1.1 times rated voltage across each element.
2. — The $\tan \delta$ value of certain types of dielectric is a function of the energization time before the measurement.

8.2 Loss requirements

The requirements regarding capacitor losses may be agreed upon between manufacturer and purchaser.

The value of capacitor losses is that measured under the conditions of Sub-clause 8.1.

Note. — The manufacturer should, by agreement, provide curves or tables showing the capacitor losses (or $\tan \delta$) under steady-state condition at rated output as a function of ambient temperature within the temperature category.

9. Voltage test between terminals (routine test)

Every capacitor shall be subjected for 10 s to either the test of Sub-clause 9.1 or that of Sub-clause 9.2. In the absence of an agreement, the choice is left to the manufacturer. During the test, neither puncture nor flashover shall occur.

9.1 A.C. test

The a.c. test shall be carried out with a substantially sinusoidal voltage of:

$$U_t = 2.15 U_N$$

In the United States of America the value $U_t = 2.0 U_N$ is used.

- Notes 1.* — Other countries may use the value $U_t = 2.0 U_N$ only if agreed between purchaser and manufacturer.
2. — If the capacitors are to be re-tested after delivery a voltage of 75% of U_t is recommended for the second test.
 3. — For polyphase capacitors, the test voltage shall be adjusted to give the appropriate voltage across each element.
 4. — Units having internal element fuses, and within the capacitance tolerances in spite of one or more operated element fuses, may only be delivered after agreement between purchaser and manufacturer.
 5. — When the impedance of capacitor units or banks having earthed neutrals is too high to effectively modify system overvoltages and the banks are not protected in accordance with Sub-clauses 31.2 and 34.2, the test voltages for units shall be equal to the appropriate power frequency withstand test voltage from Tables IIIA, IIIB and IV. If the units in the bank are connected in series the test voltage shall be in proportion.

9.2 Essai en courant continu

La tension d'essai doit avoir la valeur:

$$U_t = 4,3 U_N$$

Notes 1. — Voir paragraphe 9.1, note 2.

2. — Voir paragraphe 9.1, note 3.

3. — Voir paragraphe 9.1, note 4.

4. — Voir paragraphe 9.1, note 5, la tension d'essai étant néanmoins continue avec une valeur égale à 2,0 fois (4,3/2,15) la valeur servant dans les conditions de la note 5 du paragraphe 9.1.

10. Essai diélectrique en courant alternatif entre bornes et cuve (essai individuel)

Les condensateurs unitaires dont toutes les bornes sont isolées de la cuve doivent être soumis pendant une durée de 10 s à une tension d'essai appliquée entre les bornes (raccordées entre elles) et la cuve.

La valeur de la tension d'essai doit être choisie suivant les dispositions de l'article 18.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni perforation, ni contournement.

Cet essai doit être exécuté même dans le cas où l'une des bornes est prévue pour être raccordée en service à la cuve.

Les unités pourvues d'une borne reliée en permanence à la cuve ne sont pas soumises à cet essai.

Les unités avec phases séparées doivent être soumises à des essais de tension entre phases dont la valeur est la même que pour l'essai entre bornes et la cuve.

11. Essai du dispositif interne de décharge (essai individuel)

La résistance du dispositif interne de décharge éventuellement prévu doit être vérifiée par la mesure de cette résistance (article 21 et annexe A).

La méthode peut être choisie par le constructeur.

L'essai doit être exécuté après l'essai de tension de l'article 9.

12. Essai de l'étanchéité (essai individuel)

Le condensateur hors tension doit être chauffé complètement de sorte que, pendant au moins 2 h, toutes ses parties atteignent une température supérieure d'au moins 20 °C à la valeur maximale du tableau I.

Il ne doit se produire aucune fuite.

Il est recommandé d'utiliser un détecteur de fuites approprié.

13. Essai de stabilité thermique (essai de type)

13.1 Généralités

Cet essai est destiné à:

- a) montrer la stabilité thermique du condensateur en régime de surcharge;
- b) mettre le condensateur dans les conditions qui permettent d'effectuer la mesure des pertes de manière reproductible.

13.2 Modalités de la mesure

Le condensateur unitaire soumis à l'essai doit être placé entre deux autres unités ayant les mêmes valeurs assignées et chargées à la même tension que le condensateur à essayer. En variante, on peut utiliser deux condensateurs factices contenant des résistances. La puissance dissipée par ces résistances doit être réglée de manière que la température de la cuve des condensateurs factices au voisinage du sommet des faces en regard soit égale ou supérieure à

9.2 D.C. test

The test voltage shall be:

$$U_t = 4.3 U_N$$

Notes 1. — See Sub-clause 9.1, Note 2.

2. — See Sub-clause 9.1, Note 3.

3. — See Sub-clause 9.1, Note 4.

4. — See Sub-clause 9.1, Note 5, the test voltage, however, being d.c. and having a value of 2.0 (4.3/2.15) times the value according to Note 5 of Sub-clause 9.1.

10. A.C. voltage test between terminals and container (routine test)

Units having all terminals insulated from the container shall be subjected for 10 s to a test voltage applied between the terminals (joined together) and the container.

The value of the test voltage shall be chosen according to Clause 18.

During the test, neither puncture nor flashover shall occur.

The test shall be performed, even if one of the terminals in service is intended to be connected to the container.

Units having one terminal permanently connected to the container shall not be subjected to this test.

Units with separate phases shall be subjected to voltage tests between phases of the same value as for the terminals to container test.

11. Test of internal discharge device (routine test)

The resistance of the internal discharge device, if any, shall be checked by a resistance measurement (Clause 21 and Appendix A).

The method may be selected by the manufacturer.

The test shall be made after the voltage test of Clause 9.

12. Sealing test (routine test)

Unenergized capacitor units shall be heated throughout so that, for at least 2 h, all parts reach a temperature not lower than 20 °C above the maximum value in Table I.

No leakage shall occur.

It is recommended that a suitable leakage indicator be used.

13. Thermal stability test (type test)

13.1 General

This test is intended to:

- a) determine the thermal stability of the capacitor under overload conditions;
- b) condition the capacitor to enable a reproducible loss measurement to be made.

13.2 Measuring procedure

The capacitor unit subjected to the test shall be placed between two other units of the same rating which shall be energized at the same voltage as the test capacitor. Alternatively, two dummy capacitors each containing resistors may be used. The dissipation in the resistors shall be adjusted to a value such that the case temperature of the dummy capacitors near the top opposing faces are equal to or greater than those of the test capacitor. The separation between