

# Commission Electrotechnique Internationale

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

# International Electrotechnical Commission

(affiliated to the International Organization for Standardization - ISO)

## Spécification pour condensateurs de réseau

Première édition (1ère Partie)

## Specification for capacitors for power systems

First edition (Part I)



Publiée par le  
Bureau Central de la C E I  
Genève (Suisse)  
1954

*Droits de reproduction réservés*

Published by the  
Central Office of the I E C  
Geneva (Switzerland)  
1954

*Copyright All rights reserved*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60070-1:1954

# Withdrawn

**Commission Electrotechnique Internationale**  
(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation - ISO)

---

**International Electrotechnical Commission**  
(affiliated to the International Organization for Standardization - ISO)

---

**Spécification  
pour  
condensateurs de réseau**

Première édition (1<sup>ère</sup> Partie)

**Specification  
for capacitors  
for power systems**

First edition (Part I)



Publiée par le  
Bureau Central de la C E I  
Genève (Suisse)  
1954

*Droits de reproduction réservés*

Published by the  
Central Office of the I E C  
Geneva (Switzerland)  
1954

*Copyright All rights reserved*

## SOMMAIRE

|                                                | Pages |
|------------------------------------------------|-------|
| Préambule                                      | 4     |
| Préface                                        | 4     |
| <b>A — GÉNÉRALITÉS</b>                         |       |
| Articles                                       |       |
| 1 Domaine d'application                        | 6     |
| 2 Objet de la spécification                    | 6     |
| 3 Terminologie                                 | 6     |
| <b>B — RÈGLES DE SÉCURITÉ</b>                  |       |
| 4 Dispositif de décharge                       | 8     |
| 5 Connexion de terre                           | 10    |
| 6 Autres prescriptions de sécurité             | 10    |
| <b>C — RÈGLES DE QUALITÉ ET ESSAIS</b>         |       |
| 7 Nature des essais                            | 10    |
| 8 Capacité et puissance                        | 10    |
| 9 Pertes                                       | 12    |
| 10 Essai de stabilité                          | 12    |
| 11 Essais diélectriques de la classe d'essai I | 12    |
| 12 Essais diélectriques de la classe d'essai E | 14    |
| 13 Tableau des tensions d'essai                | 16    |

Une deuxième partie traitant les caractéristiques nominales, ainsi que l'installation et l'exploitation, est en cours de préparation

## INDEX

|                                          | Page |
|------------------------------------------|------|
| Foreword                                 | 5    |
| Preface                                  | 5    |
| <i>A — GENERAL</i>                       |      |
| Clause                                   |      |
| 1 Scope                                  | 7    |
| 2 Object of the specification            | 7    |
| 3 Definitions                            | 7    |
| <i>B — SAFETY REGULATIONS</i>            |      |
| 4 Discharge device                       | 9    |
| 5 Earth connection                       | 11   |
| 6 Other safety regulations               | 11   |
| <i>C — QUALITY REGULATIONS AND TESTS</i> |      |
| 7 Nature of tests                        | 11   |
| 8 Capacitance and output                 | 11   |
| 9 Capacitor losses                       | 13   |
| 10 Stability test                        | 13   |
| 11 Voltage tests for test class 1        | 13   |
| 12 Voltage tests for test class E        | 15   |
| 13 Table of test voltages                | 17   |

A second part dealing with ratings and with installation and operation, is in course of preparation

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## SPÉCIFICATION POUR CONDENSATEURS DE RÉSEAU

Première édition (1<sup>ère</sup> partie)

## PRÉAMBULE

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

## PRÉFACE

La présente publication est le premier résultat des travaux du Comité d'Etudes N° 33, Condensateurs de puissance, de la C E I

La « Spécification pour Condensateurs de réseau » comprendra deux parties, qui seront éventuellement réunies en une seule publication. Dans le but de satisfaire à la demande urgente qui existe pour des règles relatives aux condensateurs de puissance, il a été décidé de ne pas retarder la publication de la première partie jusqu'à ce que la deuxième partie soit prête, mais de publier les deux séparément.

Le Comité N° 33 fut constitué en 1946. Il s'est réuni à Stockholm en 1948, à Paris en 1950, à Montreux en 1951 et à Scheveningen en 1952.

Soumis une première fois aux Comités nationaux après la réunion de Montreux, pour approbation sous la Règle des Six Mois, le texte de la spécification fut modifié à Scheveningen de façon à tenir compte des observations qui avaient été présentées par un certain nombre de pays et, en janvier 1953, un projet modifié fut soumis à l'accord des Comités nationaux, cette fois suivant la Procédure des Deux Mois.

Les 11 pays suivants ont explicitement donné leur accord à cette publication :

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| Allemagne (République Fédérale) | Norvège     |
| Autriche                        | Pays-Bas    |
| Etats-Unis d'Amérique           | Royaume-Uni |
| Finlande                        | Suède       |
| France                          | Suisse      |
| Italie                          |             |

Il ressort de l'article 1, Domaine d'application, que la présente spécification n'est pas applicable aux conditions extrêmes d'utilisation que l'on peut rencontrer par exemple dans les pays tropicaux. On envisage de publier ultérieurement un additif traitant de ces conditions.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR CAPACITORS FOR POWER SYSTEMS**

First edition (Part I)

FOREWORD

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

PREFACE

This publication is the first result of work in I E C Technical Committee No 33, Power Capacitors. The "Specification for capacitors for power systems" will consist of two parts, which will be combined in future. In order to meet an urgent demand for international rules for power capacitors, it was decided not to hold up the first part of the specification until the second part was ready, but to publish the two parts separately.

Technical Committee No 33 was formed in 1946 and met in Stockholm, 1948, in Paris, 1950, in Montreux, 1951, and in Scheveningen, 1952.

After having been submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule after the Montreux meeting, the text of the specification was amended at the Scheveningen meeting to take into account the comments which had been made by several countries. The revised text was submitted for approval to the National Committees in January, 1953, under the Two Months' Procedure.

The following 11 countries voted explicitly in favour of the publication

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Austria                    | Norway                   |
| Finland                    | Sweden                   |
| France                     | Switzerland              |
| Germany (Federal Republic) | United Kingdom           |
| Italy                      | United States of America |
| Netherlands                |                          |

From Clause 1, Scope, it follows that this specification does not cover extreme conditions of use which may occur, for example, in tropical countries. The issue of a supplement dealing with such conditions will be considered in the future.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATION POUR CONDENSATEURS DE RÉSEAU

1<sup>ère</sup> PARTIE

A GÉNÉRALITÉS

**1 Domaine d'application**

1 1 Cette spécification est applicable

- a) aux condensateurs destinés à être raccordés à un réseau alternatif basse ou haute tension de fréquence inférieure ou égale à 100 Hz et servant
  - à l'amélioration du facteur de puissance,
  - au couplage avec d'autres systèmes électriques, à la protection contre les sursensions et autres applications en courant alternatif à basse fréquence

b) aux batteries de condensateurs avec leurs accessoires formant une installation complète

*Note* — Des règles spéciales concernant les condensateurs série pourront être établies ultérieurement

1 2 Cette spécification est applicable aux condensateurs devant être utilisés dans les conditions suivantes

- température ambiante ne dépassant pas 40° C,
- moyenne journalière de la température ambiante ne dépassant pas 30° C,
- moyenne annuelle de la température ambiante ne dépassant pas 20° C,
- altitude ne dépassant pas 1 000 m

1 3 Cette spécification n'est pas applicable aux condensateurs dont les conditions de service, d'une façon générale, sont incompatibles avec les règles énoncées ci-après, à moins d'un accord spécial entre le constructeur et l'acheteur

**2 Objet de la spécification**

L'objet de cette spécification est

- a) de formuler des règles de sécurité,
- b) de formuler des règles uniformes en ce qui concerne les performances, les essais et les caractéristiques nominales,
- c) de donner un guide pour l'installation et l'exploitation

**3 Terminologie**

3 1 *Élément de condensateur* (ou élément) — Partie indivisible du condensateur constituée par des armatures métalliques séparées par un diélectrique

3 2 *Condensateur unitaire* (ou unité) — Ensemble d'un ou plusieurs éléments placés dans une cuve, et dont les armatures sont reliées à des bornes de sortie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR CAPACITORS FOR POWER SYSTEMS**

PART I

A — GENERAL

**1 Scope**

1 1 This specification applies to

- a) capacitor units for connection to A C low and high voltage power systems having a frequency up to 100 Hz, which are intended to be used
  - for power factor correction
  - for coupling with other electric systems, for over-voltage protection and other low-frequency A C applications

b) assemblies of capacitor units with accessories to form complete capacitor equipments

*Note* — For series capacitors special requirements may be drawn up later

1 2 This specification applies to capacitors intended to be used under the following conditions:

- ambient temperature not exceeding 40° C,
- mean value of ambient temperature over 24 hours not exceeding 30° C,
- mean value of ambient temperature over a year not exceeding 20° C,
- altitude not exceeding 1 000 m (3 300 ft)

1 3 This specification does not apply to capacitors the service conditions of which, in general, are incompatible with the rules of the specification, unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser

**2 Object of the specification**

The object of this specification is

- a) to formulate safety rules,
- b) to formulate uniform rules regarding performance, testing and rating,
- c) to give a guide for the installation and operation

**3 Definitions**

3 1 *Capacitor element* (or element) — An indivisible part of a capacitor consisting of metal foils separated by a dielectric

3 2 *Capacitor unit* (or unit) — An assembly of one or more capacitor elements in a single container with terminals brought out

- 3 3 *Batterie de condensateurs* (ou batterie) — Groupement de condensateurs unitaires réunis électriquement les uns aux autres  
*Exemple:* Une batterie triphasée peut être constituée par trois unités monophasées
- 3 4 *Condensateur* — Dans la présente spécification, 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
- 3 5 *Installation de condensateurs* — Ensemble constitué par des condensateurs unitaires et les accessoires nécessaires à leur raccordement
- 3 6 *Dispositif de décharge* — Dispositif branché entre les bornes ou entre les barres, ou incorporé au condensateur unitaire, et capable de ramener à zéro la tension résiduelle lorsque le condensateur a été séparé de l'alimentation
- 3 7 *Bornes de ligne* — Bornes qui doivent être connectées aux conducteurs d'alimentation. Toutefois, la borne qui doit être connectée au conducteur neutre, s'il existe, n'est pas considérée comme une borne de ligne
- 3 8 *Tension nominale  $U_n$*  — Valeur efficace de la tension sinusoïdale pour laquelle le diélectrique et toute autre isolation entre bornes de ligne sont prévus. Dans le cas des condensateurs polyphasés,  $U_n$  est la plus grande des tensions existant dans les conditions normales entre les bornes de ligne prises deux à deux
- 3 9 *Tension nominale d'isolement  $U_i$*  — Valeur efficace de la tension sinusoïdale pour laquelle l'isolement entre bornes de ligne et masse est prévu
- 3 10 *Puissance nominale* — Puissance réactive à la tension nominale et à la fréquence nominale pour laquelle le condensateur est prévu
- 3 11 *Courant nominal* — Courant traversant une borne de ligne lorsque le condensateur fournit sa puissance nominale
- 3 12 *Pertes du condensateur* — Puissance active consommée par le condensateur
- 3 13 *Tangente de l'angle de pertes ( $\tan \delta$ )* — Quotient des pertes du condensateur par la puissance réactive de celui-ci
- 3 14 *Classes d'essai* — Cette spécification comporte deux classes d'essai en ce qui concerne l'isolement. Ces classes sont appelées I et E, elles correspondent à des essais diélectriques différents, précisés dans les articles 11 et 12
- Note* — La classe d'essai I correspond, en principe, aux condensateurs établis en vue de fonctionner en service normal avec toutes leurs bornes isolées de la terre  
La classe d'essai E correspond, en principe, aux condensateurs établis en vue de fonctionner avec une borne reliée en permanence à la terre  
Des recommandations pour le choix de la classe d'essai seront données dans la seconde partie de cette spécification

## B RÈGLES DE SÉCURITÉ

### 4 Dispositif de décharge

- 4 1 On doit considérer comme déchargés d'une façon convenable les condensateurs réunis à un autre équipement électrique constituant un circuit de décharge sans interposition d'interrupteur, de fusible ou d'un moyen de coupure quelconque
- 4 2 Si ces conditions ne sont pas réalisées, les installations de condensateurs doivent comporter un dispositif capable de réduire la tension à 50 V ou moins, dans un temps donné après la séparation du condensateur de sa source. Ce temps doit être de 1 minute dans le cas des condensateurs de tension nominale inférieure ou égale à 660 V et de 5 minutes dans le cas des condensateurs de tension nominale supérieure à 660 V

- 3 3 *Capacitor bank* (or bank) — A group of units, connected electrically to each other  
*Example* A three-phase bank may be composed of three single-phase units
- 3 4 *Capacitor* — In this specification the word “capacitor” is used when it is not necessary to lay particular stress upon the different meanings of the words “capacitor unit” or “capacitor bank”
- 3 5 *Capacitor equipment* — An assembly of capacitor units and accessories suitable for connection to a circuit
- 3 6 *Discharge device* — A device connected across the terminals or bus-bars or built into the capacitor unit, capable of reducing the residual voltage to zero after the capacitor has been disconnected from the supply
- 3 7 *Line terminals* — Terminals intended to be connected to the lines. A terminal intended to be connected to a possible neutral line, however, is not considered as a line terminal.
- 3 8 *Rated voltage*  $U_n$  — The R M S value of the sinusoidal voltage for which the dielectric and any other insulation between terminals are designed. In the case of polyphase capacitors,  $U_n$  is the highest voltage existing between any two line terminals under normal conditions.
- 3 9 *Rated insulation voltage*  $U_i$  — The R M S value of the sinusoidal voltage for which the insulation between line terminals and metallic parts which are intended to be earthed, is designed.
- 3 10 *Rated output* — The reactive power at rated voltage and rated frequency for which the capacitor is designed.
- 3 11 *Rated current* — The current through one line terminal at the rated output.
- 3 12 *Capacitor losses* — The active power consumed by a capacitor.
- 3 13 *Tangent of the loss angle* ( $\tan \delta$ ) — The capacitor losses divided by the output of the capacitor.
- 3 14 *Test classes* — This specification contains two insulation test classes, namely I and E. These test classes correspond to the different voltage tests given in Clauses 11 and 12.
- Note* — *Test class I* is principally intended for capacitors to be used with all terminals insulated from earth during normal service.
- Test class E* is principally intended for capacitors to be used with one terminal permanently earthed. Recommendations for the choice of the test class will be given in the second part of this specification.

## B — SAFETY REGULATIONS

### 4 Discharge device

- 4 1 Capacitors connected directly to other electrical equipment, providing a discharge path without having a disconnecting switch, fuse or cut-out interposed, shall be considered properly discharged.
- 4 2 If these conditions are not complied with, capacitors shall be provided with a means of reducing the residual voltage to 50 V or less within a given time after the capacitor is disconnected from the source of supply. This time is 1 minute for capacitors of rated voltage up to and including 660 V, and 5 minutes for capacitors of rated voltage above 660 V.

- 4 3 Les condensateurs mis en service automatiquement doivent être munis d'un dispositif de décharge capable de réduire la tension à 10 % de la tension nominale ou moins entre une coupure et un réenclenchement, à moins qu'un autre dispositif donnant des résultats équivalents soit recommandé par le constructeur. Toutefois, les prescriptions énoncées au paragraphe précédent doivent être respectées en vue d'assurer la sécurité du personnel.
- 4 4 L'utilisation d'un dispositif de décharge ne dispense pas de mettre les bornes en court-circuit et à la terre avant toute manipulation.

## 5 Connexion de terre

Si la cuve métallique des condensateurs de la classe d'essai I est normalement au potentiel de la terre, il doit être possible de réunir cette cuve à la terre d'une manière sûre.

## 6 Autres prescriptions de sécurité

Les condensateurs doivent être conformes aux prescriptions générales de sécurité concernant les installations électriques.

# C RÈGLES DE QUALITÉ ET ESSAIS

## 7 Nature des essais

7 1 Les essais prévus dans cette spécification sont de deux sortes:

### a) les essais de type

Pertes, si cet essai est effectué (article 9)

Essais de stabilité (article 10)

Classe d'essai I: Essai de choc entre bornes de ligne et cuve (paragraphe 11 1 3)

Classe d'essai E: Essai de choc ou essai de décharge (paragraphe 12 2a ou 12 2b)

### b) les essais individuels

Capacité et puissance (article 8)

Classe d'essai I: Essai diélectrique sous tension continue ou alternative entre bornes (paragraphe 11 1 1)

Essai entre bornes de ligne et cuve sous tension alternative (paragraphe 11 1 2)

Essais entre bornes et terre de batteries de condensateurs (paragraphe 11 2 1)

Classe d'essai E: Essai diélectrique sous tension alternative (paragraphe 12 1)

7 2 Les essais de type sont destinés à prouver que le mode de construction est convenable et que les appareils pourraient être utilisés dans les conditions précisées dans cette spécification. Les essais de type doivent être effectués sur au moins une unité pour chaque commande de condensateurs identiques, de puissance inférieure ou égale à 50 kvar. Toutefois, lorsque les essais de type ont déjà été effectués sur une unité d'une construction identique ou d'une construction qui n'a pas été modifiée dans une mesure susceptible d'influencer les caractéristiques à vérifier par les essais de type, il n'est pas obligatoire de répéter ces essais, mais à la demande de l'acheteur, un certificat relatif aux essais antérieurs doit être produit par le constructeur. La répétition ne devra être faite que si elle est prévue par un accord spécial entre constructeur et acheteur.

7 3 Les essais individuels sont effectués sur chaque condensateur à la livraison.

## 8 Capacité et puissance (essai individuel)

8 1 La capacité doit être mesurée à une température de  $20 \pm 10^\circ \text{C}$  suivant une méthode permettant d'éliminer les erreurs dues aux harmoniques et aux accessoires tels que résistances, réactances et circuits bouchons. La capacité peut être mesurée sous une tension inférieure à la tension nominale et à toute fréquence comprise entre 15 et 100 Hz.

*Note* — Il est recommandé de mesurer la capacité sous une tension approximativement égale à la tension nominale avant et après l'essai diélectrique.

- 4 3 Capacitors which are automatically controlled shall be provided with a discharge device which will reduce the residual voltage to 10 % of the rated voltage or less between switching off and on, unless alternative arrangements which give equivalent results are recommended by the manufacturer. For the sake of personal safety, however, the requirements of Clause 4 2 remain in force.
- 4 4 The use of a discharge device is not intended as a substitute for short-circuiting the capacitor terminals together and to earth before handling.

## 5 Earth connection

If the metal container of capacitors of test class I is at earth potential in normal service, it must be possible to connect it to earth in a reliable way.

## 6 Other safety regulations

Capacitors shall comply with the relevant general safety regulations for power installations.

## C — QUALITY REGULATIONS AND TESTS

### 7 Nature of tests

7 1 The tests specified are of two kinds

a) *type tests*, viz

Capacitor losses, if required (Clause 9)

Stability test (Clause 10)

Test class I: Impulse voltage test between terminals and container (Clause 11 1 3)

Test class E: Impulse test or discharge test (Clause 12 2a or 12 2b)

b) *routine tests*, viz

Capacitance and output (Clause 8)

Test class I: D.C. or A.C. voltage test between terminals (Clause 11 1 1)

A.C. voltage test between terminals and container (Clause 11 1 2)

Tests between terminals and earth for capacitor banks (Clause 11 2 1)

Test class E: A.C. voltage test (Clause 12 1)

7 2 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 specification. The type tests should be carried out on at least one capacitor unit on each contract incorporating identical units and of an output not exceeding 50 kvar. Where, however, type tests have already been carried out on a unit of an identical design or of a design which has not been altered in a way which may influence the properties to be checked by the type tests, the tests need not be repeated, but on request of the purchaser a certificate containing the results of earlier tests shall be provided. The tests need be repeated only if agreed between manufacturer and purchaser.

7 3 Routine tests are carried out on completion, on every capacitor.

### 8 Capacitance and output (routine test)

8 1 The capacitance shall be measured at a temperature of  $20 \pm 10^\circ \text{C}$ , applying a method which excludes errors due to harmonics and to accessories such as resistors, reactors and block circuits. It is permissible to measure the capacitance at a voltage lower than the rated voltage and at any frequency between 15 and 100 Hz.

*Note* — It is recommended to measure the capacitance with approximately rated voltage, before and after the voltage test.

- 8 2 La puissance calculée d'après la capacité mesurée, la tension nominale et la fréquence nominale, ne doit pas différer de la puissance nominale de plus de:
- 5 ou + 15 % pour les condensateurs unitaires,
  - 0 ou + 15 % pour les batteries de condensateurs
- 8 3 Dans les unités polyphasées, soumises à un système symétrique de tensions, les valeurs des courants des différentes phases ne doivent pas différer de plus de 10 % de la plus forte d'entre elles

## 9 Pertes (essai de type)

Cet article s'applique à un essai de type qui n'est à effectuer qu'après accord entre le constructeur et l'acheteur. Si possible, l'essai devra être effectué à la tension nominale et à la fréquence nominale, l'accord doit préciser les méthodes de mesure, la valeur de la température ambiante et les résultats à obtenir

## 10 Essai de stabilité (essai de type)

- 10 1 Le condensateur est placé dans une enceinte où la température est maintenue à  $35 \pm 3^\circ \text{C}$ , les conditions de refroidissement étant normales. Il est soumis, pendant un temps  $T$  de 48 heures ou plus, au choix du constructeur, à une tension pratiquement sinusoïdale égale à 1,2 fois la tension nominale, et de fréquence égale à la fréquence nominale. La tangente de l'angle de pertes ( $\text{tg } \delta$ ) est mesurée aux temps  $T/3$ ,  $T/2$  et  $T$ . Les valeurs mesurées  $\text{tg } \delta_1$ ,  $\text{tg } \delta_2$  et  $\text{tg } \delta_3$  doivent satisfaire soit aux conditions:
- $$\text{tg } \delta_1 + \text{tg } \delta_3 \leq 2 \text{ tg } \delta_2 < 2,1 \text{ tg } \delta_1,$$
- soit aux conditions:
- $$\text{tg } \delta_1 \geq \text{tg } \delta_2 \geq \text{tg } \delta_3$$
- 10 2 Si la mesure de  $\text{tg } \delta$  sur le condensateur complet présente des difficultés, il est permis de mesurer  $\text{tg } \delta$  sur ceux des éléments du condensateur qui ont la plus haute température
- 10 3 Les essais de stabilité doivent, si possible, être effectués aussi sur les condensateurs de plus de 50 kvar ou sur des parties suffisamment représentatives de ces condensateurs. Pour les unités de plus de 50 kvar, la mesure de  $\text{tg } \delta$  peut être remplacée par la mesure de l'échauffement de la cuve

## 11 Essais diélectriques de la classe d'essai I

### 11 1 CONDENSATEURS UNITAIRES

#### 11 1 1 Essai entre bornes (essai individuel)

Chaque unité doit être soumise, pendant au moins 10 secondes, indifféremment à l'un ou l'autre des essais a) et b) définis ci-dessous

##### a) Essai sous tension continue

$$U_t = 4,3 U_o$$

*Note* — Le courant de charge et le courant de décharge doivent être limités à cinq fois le courant nominal

##### b) Essai sous tension alternative de valeur efficace

$$U_t = 2,15 U_o$$

La tension alternative doit être pratiquement sinusoïdale, sa fréquence doit être comprise entre 15 et 100 Hz, mais de préférence aussi voisine que possible de la fréquence nominale

*Note 1* —  $U_o$  est la valeur efficace de la tension entre bornes qui donne les mêmes contraintes diélectriques dans les éléments avec le montage de l'essai que la tension nominale  $U_n$  avec le montage normal

*Note 2* — Pour les condensateurs polyphasés, le montage de l'essai doit être tel que  $U_o$  soit au moins égale à  $U_n$ , afin d'obtenir un essai suffisant de l'isolement entre connexions

- 8 2 The output computed from the measured capacitance, the rated voltage and the rated frequency, shall not differ from the rated output by more than
- 5 or + 15 % for capacitor units,
  - 0 or + 15 % for capacitor banks
- 8 3 In polyphase units the value of the line currents, with symmetrical supply voltage, shall not differ by more than 10 % from the highest value

## 9 Capacitor losses (type test)

This clause applies to a type test to be agreed upon between manufacturer and purchaser. If possible, the test should be carried out at rated voltage and frequency, and the agreement should include details of the method of measurement, ambient temperature and the results to be obtained

## 10 Stability test (type test)

- 10 1 The capacitor is placed under normal cooling conditions in an enclosure where the temperature is maintained at  $35 \pm 3^\circ \text{C}$ , and is subjected to a voltage at rated frequency and of substantially sinusoidal form, of 1.2 times the rated voltage, for a time  $T$  of 48 hours or more at the discretion of the manufacturer
- The tangent of the loss angle ( $\tan \delta$ ) is measured at the points of time  $T/3$ ,  $T/2$  and  $T$
- The measured values  $\tan \delta_1$ ,  $\tan \delta_2$  and  $\tan \delta_3$  shall satisfy either the condition
- $$\tan \delta_1 + \tan \delta_3 \leq 2 \tan \delta_2 < 2.1 \tan \delta_1$$
- or the condition
- $$\tan \delta_1 \geq \tan \delta_2 \geq \tan \delta_3$$
- 10 2 If difficulties arise in measuring  $\tan \delta$  on the whole capacitor, it is permissible to measure  $\tan \delta$  of those elements of the complete capacitor which have the highest temperature
- 10 3 The stability test should, where practicable, also be carried out on capacitor units of more than 50 kvar or on representative parts of them. For capacitor units of more than 50 kvar, the measurement of  $\tan \delta$  may be replaced by the measurement of the temperature-rise of the container

## 11 Voltage tests for test class 1

### 11 1 CAPACITOR UNITS

#### 11 1 1 Test between terminals (routine test)

Every unit shall be subjected for not less than 10 seconds to either test *a*) or *b*) below

*a*) A D C test, the test voltage being:

$$U_t = 4.3 U_o$$

*Note* -- The charging and discharging currents shall be limited to five times the rated current

*b*) An A C test, the test voltage being:

$$U_t = 2.15 U_o$$

The A C test shall be carried out with a substantially sinusoidal voltage at a frequency between 15 and 100 Hz and preferably as near as possible to the rated frequency

*Note 1* —  $U_o$  is the R M S value of the voltage between terminals which in the test connection gives the same dielectric stress in the capacitor elements as the rated voltage  $U_n$  gives in normal service

*Note 2* — With polyphase capacitors the test connection shall be such that  $U_o$  is at least equal to  $U_n$ , in order to obtain adequate testing of all insulation between connections

11 1 2 *Essai entre bornes de ligne et cuve sous tension alternative* (essai individuel)

Chaque unité doit être soumise pendant au moins 10 secondes à un essai entre les bornes de ligne réunies entre elles et la cuve, sous une tension alternative pratiquement sinusoïdale, de fréquence comprise entre 15 et 100 Hz et de valeur efficace égale à la valeur indiquée dans la deuxième colonne du tableau donné sous l'article 13

*Note* — Les tensions d'essai du tableau donné sous l'article 13 s'appliquent aux condensateurs dont toutes les bornes sont isolées de la cuve. Si l'une des bornes est réunie en permanence à la cuve, il n'y a pas lieu d'effectuer cet essai

11 1 3 *Essai de choc entre bornes de ligne et cuve* (essai de type)

Les unités qui risquent d'être utilisées en situation exposée doivent être soumises à un essai de choc avant l'essai en courant alternatif défini sous 11 1 2

Cet essai doit être effectué avec une onde de choc de 1/40 ou 1/50 microseconde (selon la définition du Fascicule 60 de la C E I) et de la valeur de crête indiquée dans la troisième colonne du tableau de l'article 13. Cinq ondes de choc de chaque polarité sont appliquées entre les bornes de ligne réunies entre elles et la cuve. L'absence de défaut pendant l'essai est vérifiée à l'aide de l'oscillographe cathodique qui est utilisé pour enregistrer la tension et pour vérifier la forme de l'onde

11 2 BATTERIES DE CONDENSATEURS

11 2 1 *Essais entre bornes et terre* (essais individuels)

Si une batterie de condensateurs comporte des unités ou des isolateurs dont la tension d'isolement est inférieure à la tension d'isolement  $U_i$  de la batterie, des essais complémentaires doivent être effectués pour vérifier que l'installation complète peut supporter les essais d'isolement avec les valeurs correspondant à  $U_i$  indiquées au tableau de l'article 13

12 Essais diélectriques de la classe d'essai E

12 1 *Essai sous tension alternative* (essai individuel)

Chaque condensateur doit être soumis pendant au moins 10 secondes à un essai entre borne de ligne et borne de terre, sous une tension pratiquement sinusoïdale de fréquence comprise entre 15 et 100 Hz et de valeur efficace égale à la valeur indiquée dans la deuxième colonne du tableau de l'article 13. La fréquence doit être de préférence aussi voisine que possible de la fréquence nominale

*Note* — Si l'essai sous tension alternative est difficile à réaliser, il pourra être remplacé par un essai en courant continu, à condition de doubler les valeurs données dans la deuxième colonne du tableau de l'article 13. Le courant de charge et le courant de décharge doivent être limités à cinq fois le courant nominal

12 2 *Essai de choc et essai de décharge* (essai de type)

Le condensateur doit être soumis à l'essai de choc défini sous a) ci-après. Toutefois, après accord entre le constructeur et l'acheteur, l'essai de choc peut être remplacé par l'essai de décharge défini sous b). Ces essais doivent être effectués avant l'essai sous tension alternative défini en 12 1

a) *Essai de choc*

Le condensateur doit être soumis à un essai de choc entre borne de ligne et borne de terre. L'onde de choc appliquée doit avoir une durée de demi-amplitude de 40 à 50 microsecondes, sa valeur de crête est indiquée dans la troisième colonne du tableau du paragraphe 13. Cinq ondes de chaque polarité sont appliquées

L'absence de défaut pendant l'essai est vérifiée à l'aide de l'oscillographe cathodique qui est utilisé pour enregistrer la tension et pour vérifier la forme de l'onde

11 1 2 *A C test between line terminals and container* (routine test)

Every unit shall be subjected for not less than 10 seconds to a test between line terminals (joined together) and the container with a substantially sinusoidal A C voltage of a frequency between 15 and 100 Hz and of the R M S value indicated in the second column of the table in Clause 13

*Note* — The A C voltages of the table in Clause 13 apply to capacitors with all terminals insulated from the container. If one terminal is connected permanently to the container, this test need not be made

11 1 3 *Impulse voltage test between line terminals and container* (type test)

Units intended for use where they may be exposed to surge conditions shall be subjected to an impulse test before the alternating current test specified in Clause 11 1 2

This impulse test shall be made with a wave of 1/40 or 1/50 microsecond (as defined in I E C Publication 60) having the crest value shown in the third column of the table in Clause 13. Five impulses of each polarity shall be applied between the line terminals (joined together) and the container

The absence of failure during the test shall be verified by the cathode-ray oscillograph which is used to record the voltage and to check the wave shape

11 2 CAPACITOR BANKS

11 2 1 *Tests between terminals and earth* (routine tests)

If a bank contains units or insulating supports of a smaller insulation voltage than the insulation voltage  $U_i$  of the bank, additional tests shall be carried out to ascertain that the complete bank will withstand the tests with voltage corresponding to  $U_i$  as indicated in the table in Clause 13

12 Voltage tests for test class E

12 1 *A C voltage test* (routine test)

Every capacitor shall be subjected for not less than 10 seconds to a test between line terminal and earth terminal with a substantially sinusoidal A C test voltage of a frequency between 15 and 100 Hz, the R M S value of which is indicated in the second column of the table in Clause 13. The frequency shall be preferably as near as possible to the rated frequency

*Note* — If difficulties arise with respect to the A C test, it may be replaced by a test with D C of twice the values in the second column of the table in Clause 13. The charging and discharging currents shall be limited to five times the rated current

12 2 *Impulse test and discharge test* (type test)

The capacitor shall be subjected to the impulse test specified under *a*) below. However, if agreed between manufacturer and purchaser, the impulse test may be replaced by the discharge test specified under *b*). These tests shall be carried out before the A C test specified in Clause 12 1

*a) Impulse test*

The capacitor shall be subjected to an impulse test between line terminal and earth terminal. The wave shall only be required to have a half-amplitude duration of 40 to 50 microseconds. Five impulses of each polarity, having the crest value shown in the third column of the table in Clause 13, shall be applied

The absence of failure during the test shall be verified by the cathode-ray oscillograph which is used to record the voltage and to check the wave shape