

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 358

Première édition — First edition

1971

Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs

Coupling capacitors and capacitor dividers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60358:1971

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 358

Première édition — First edition

1971

Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs

Coupling capacitors and capacitor dividers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	8
3. Définitions	8
SECTION DEUX — RÈGLES DE SÉCURITÉ	
4. Réglementations nationales	12
5. Connexion de terre	12
SECTION TROIS — RÈGLES DE QUALITÉ ET ESSAIS	
6. Températures normales d'essais	12
7. Nature des essais	14
8. Capacité et tangente de l'angle de pertes (essais individuels)	16
9. Essais diélectriques (essais individuels)	16
10. Essais à haute fréquence (essais de type, uniquement pour les condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs destinés aux télécommunications à haute fréquence)	18
11. Essais diélectriques (essais de type)	20
12. Essai de décharges partielles (essai de type)	22
13. Détermination du coefficient de température (essai de type)	24
14. Essai de bruit parasite (essai de type)	24
15. Essai d'étanchéité (essai individuel)	24
16. Niveau d'isolement et tension d'essai entre bornes	24
SECTION QUATRE — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES	
17. Plaque signalétique	26
SECTION CINQ — GUIDE D'INSTALLATION ET D'EXPLOITATION	
18. Choix de la tension nominale	28
19. Choix du niveau d'isolement	28
20. Essai de décharge ou de choc	30
21. Choix de la catégorie de température	30
22. Ligne de fuite	30
23. Contraintes mécaniques	32
ANNEXE A — Schémas des condensateurs	34
ANNEXE B — Caractéristiques en haute fréquence des condensateurs de couplage pour circuits porteurs de lignes de transport d'énergie	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Object	9
3. Definitions	9
SECTION TWO — SAFETY REQUIREMENTS	
4. National regulations	13
5. Earth connection	13
SECTION THREE — QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS	
6. Standard temperatures for testing	13
7. Nature of tests	15
8. Capacitance and tangent of the loss angle (routine tests)	17
9. Voltage tests (routine tests)	17
10. High-frequency tests (type tests, only for coupling capacitors and capacitor dividers intended for high-frequency telecommunication)	19
11. Voltage tests (type tests)	21
12. Partial discharge test (type test)	23
13. Determination of the temperature coefficient (type test)	25
14. Radio noise test (type test)	25
15. Sealing test (routine test)	25
16. Insulation level and test voltages between terminals	25
SECTION FOUR — RATINGS	
17. Nameplate	27
SECTION FIVE — GUIDE FOR INSTALLATION AND OPERATION	
18. Choice of the rated voltage	29
19. Choice of the insulation level	29
20. Discharge or impulse test	31
21. Choice of the temperature category	31
22. Length of leakage path	31
23. Mechanical stress	33
APPENDIX A — Capacitor diagrams	34
APPENDIX B — High-frequency characteristics of coupling capacitors for power line carrier circuits	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS DE COUPLAGE ET DIVISEURS CAPACITIFS

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 cette unification internationale, la CEI 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 CEI 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 recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 33 de la CEI : Condensateurs de puissance.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Londres en 1963. Des projets successifs furent discutés lors des réunions tenues à Paris en 1966, à Prague en 1967 et à Oslo en 1969. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1969.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Afrique du Sud	Israël
Allemagne	Italie
Australie	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie

Le Comité national japonais a émis un vote négatif, ne pouvant accepter la prescription qui se rapporte au domaine de température ambiante normale pour les essais.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COUPLING CAPACITORS AND CAPACITOR DIVIDERS

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 33, Power Capacitors.

A first draft was discussed at the meeting held in London in 1963. Further drafts were discussed at the meetings held in Paris in 1966, in Prague in 1967, and in Oslo in 1969. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication :

Australia	Netherlands
Belgium	Norway
Canada	Poland
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

The Japanese National Committee cast a negative vote because of the unacceptability of the stated standard ambient temperature range for testing.

CONDENSATEURS DE COUPLAGE ET DIVISEURS CAPACITIFS

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

1.1 La présente recommandation s'applique :

- a) aux condensateurs utilisés à des fins de couplage pour les télécommunications à haute fréquence sur des lignes aériennes à haute tension, la fréquence du réseau étant comprise entre 15 Hz et 100 Hz, et la gamme haute fréquence allant de 40 kHz à 500 kHz ;
- b) aux diviseurs capacitifs faisant partie de transformateurs-condensateurs de tension.

Elle s'applique également, d'une manière plus générale, aux condensateurs dont une borne est soit à la terre en permanence, soit sous une faible tension, tels que ceux utilisés pour la protection contre les surtensions, ou pour d'autres applications analogues.

Lorsque les condensateurs sont utilisés comme élément d'un transformateur-condensateur de tension, les caractéristiques de fonctionnement applicables à ce dernier sont celles spécifiées dans la Publication 186 de la CEI : Transformateurs de tension.

Note. — L'annexe A donne, sur les figures 1 à 4, pages 34 et 36, les schémas des condensateurs auxquels s'applique la présente recommandation.

1.2 La présente recommandation s'applique aux condensateurs destinés à être utilisés dans un domaine de température ambiante de -40 °C à $+50\text{ °C}$ et à une altitude ne dépassant pas 1 000 m. En ce qui concerne le domaine de température, les condensateurs sont classés en catégories de température, chacune de ces catégories étant caractérisée par l'indication à la fois de la température la plus basse à laquelle peut être effectuée la mise sous tension du condensateur, prise parmi les trois valeurs de -40 °C , -25 °C , -10 °C , et de la limite supérieure à laquelle le condensateur peut fonctionner, définie dans le tableau I.

TABLEAU I

Limite supérieure de température de l'air ambiant

Limite supérieure de la catégorie de température °C	Température ambiante maximale °C		
	Moyenne sur 1 h	Moyenne sur 24 h	Moyenne sur 1 an
40	40	30	20
45	45	40	30
50	50	45	35

Les catégories normales de température sont : $-40/+40\text{ °C}$, $-25/+40\text{ °C}$, $-10/+40\text{ °C}$ et $-10/+45\text{ °C}$.

Note. — Les condensateurs peuvent être en fonction à des températures inférieures à la température ambiante minimale correspondant à leur catégorie, à condition que la mise sous tension du condensateur à ces températures soit évitée.

Il est entendu, toutefois, que les condensateurs doivent pouvoir supporter des commutations fréquentes aux températures comprises dans le domaine de la catégorie de température.

COUPLING CAPACITORS AND CAPACITOR DIVIDERS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

1.1 This Recommendation applies to :

- a) capacitors used as coupling devices for high-frequency telecommunication transmission systems on high-voltage overhead lines, the power frequency range being 15 Hz to 100 Hz, and the high-frequency range being 40 kHz to 500 kHz ;
- b) the capacitor dividers of capacitor voltage transformers.

It is also applicable more generally to capacitors with one terminal either permanently earthed or at low voltage as used for overvoltage protection and other similar uses.

When the capacitors are used as part of a capacitor voltage transformer, the performance requirements applicable to the latter, as specified in IEC Publication 186, Voltage Transformers, apply.

Note. — Diagrams of capacitors to which this Recommendation applies are shown schematically in Appendix A, Figures 1 to 4, pages 34 and 35.

1.2 This Recommendation applies to capacitors intended for use within ambient temperature limits of $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, and at altitudes not exceeding 1 000 m (3 300 ft).

With regard to the temperature range, capacitors are classified in temperature categories, each category being characterized by both the lowest temperature at which the capacitor may be energized, chosen from the three values $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the upper limit at which the capacitor may be operated, as defined in Table I.

TABLE I
Upper limits of ambient air temperature

Upper limit of temperature category $^{\circ}\text{C}$	Maximum ambient temperature $^{\circ}\text{C}$		
	mean over 1 h	mean over 24 h	mean over 1 year
40	40	30	20
45	45	40	30
50	50	45	35

Standard temperature categories are : $-40/+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-25/+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10/+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $-10/+45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Note. — Capacitors may be in operation at temperatures below the minimum ambient temperature corresponding to their category, on condition that energizing of the capacitors at such temperatures is avoided.

It is, however, understood that the capacitors should withstand frequent switching at temperatures within the range of the temperature category.

2. **Objet**

- La présente recommandation a pour objet :
- de formuler des règles de sécurité ;
 - de formuler des règles uniformes en ce qui concerne les caractéristiques de fonctionnement, les essais et les caractéristiques nominales ;
 - de servir de guide pour l'installation et l'exploitation.

3. **Définitions**

3.1 *Élément de condensateur (ou élément)*

Partie indivisible du condensateur constitué par des électrodes séparées par un diélectrique.

3.2 *Unité de condensateur (ou unité)*

Ensemble d'un ou plusieurs éléments placés dans la même cuve munie de connexions accessibles.

Note. — Un type usuel d'unité pour les condensateurs de couplage est celui qui comporte une enveloppe cylindrique en matière isolante et des brides d'extrémité métalliques, utilisées comme bornes.

Les unités en cuves métalliques ont généralement une borne connectée à la cuve et l'autre borne sortie par une traversée.

3.3 *Empilage de condensateurs*

Unité ou ensemble d'unités (généralement connectées en série), disposé pour être connecté à une ligne de transport d'énergie.

3.4 *Condensateur*

Dans la présente recommandation, le mot « condensateur » est employé lorsqu'il n'est pas jugé nécessaire de préciser s'il s'agit d'une unité ou d'un empilage de condensateurs.

3.5 *Borne haute tension (ou de ligne)*

Borne destinée à être reliée à la ligne de transport d'énergie.

3.6 *Borne basse tension*

Borne destinée à être reliée au circuit de transmission à haute fréquence ou à la borne de terre.

3.7 *Borne de terre*

Borne destinée à être reliée à la terre.

3.8 *Diviseur capacitif*

Empilage de condensateurs, composé de deux condensateurs connectés en série de façon à former un dispositif diviseur de tension capacitif (voir figures 3 et 4, page 35, de l'annexe A).

Un diviseur capacitif fait habituellement partie d'un transformateur-condensateur de tension.

3.8.1 *Borne intermédiaire*

Borne destinée à être connectée à un circuit intermédiaire, tel que l'élément électromagnétique d'un transformateur-condensateur de tension.

3.8.2 *Condensateur haute tension (C_1)*

Condensateur connecté entre la borne haute tension et la borne intermédiaire.

3.8.3 *Condensateur à tension intermédiaire (C_2)*

Condensateur connecté entre la borne intermédiaire et la borne basse tension ou de terre.

2. Object

The object of this Recommendation is :

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

3. Definitions

3.1 Capacitor element (or element)

An indivisible part of a capacitor consisting of electrodes separated by a dielectric.

3.2 Capacitor unit (or unit)

An assembly of capacitor elements in a single container with accessible connections.

Note. — A common type of unit for coupling capacitors is the type with a cylindrical housing of insulating material and metal end flanges, which serve as terminals.

Units in metal containers usually have one terminal connected to the container and the other brought out through a bushing.

3.3 Capacitor stack (or stack)

A unit or an assembly of units (usually connected in series) ready for connecting to a power line.

3.4 Capacitor

In this Recommendation, 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 stack".

3.5 High-voltage (or line-) terminal

Terminal to be connected to the power line.

3.6 Low-voltage terminal

Terminal to be connected to the high-frequency transmission circuit or to the earth terminal.

3.7 Earth terminal

Terminal to be connected to earth.

3.8 Capacitor divider

A capacitor stack, composed of two capacitors connected in series so as to form a capacitive voltage dividing device (see Figures 3 and 4, page 35, of Appendix A). A capacitor divider usually forms part of a capacitor voltage transformer.

3.8.1 Intermediate voltage terminal

Terminal to be connected to an intermediate circuit, such as the electromagnetic unit of a capacitor voltage transformer.

3.8.2 High-voltage capacitor (C_1)

Capacitor connected between the high-voltage and intermediate voltage terminals.

3.8.3 Intermediate voltage capacitor (C_2)

Capacitor connected between the intermediate voltage terminal and the low-voltage or earth terminal.

3.8.4 Rapport de transformation (de tension)

Rapport entre la somme des capacités des condensateurs haute tension et à tension intermédiaire et la capacité du condensateur haute tension :

$$\frac{C_1 + C_2}{C_1}$$

Note. — C_1 et C_2 comprennent les capacités parasites qui sont généralement négligeables.

3.8.5 Tension intermédiaire à circuit ouvert

Tension apparaissant aux bornes du condensateur à tension intermédiaire lorsqu'une tension est appliquée entre les bornes haute et basse tension ou haute tension et de terre, aucune impédance n'étant branchée en parallèle avec le condensateur à tension intermédiaire.

Note. — Cette tension est égale au rapport entre la tension appliquée et le rapport de transformation.

3.8.6 Tension intermédiaire nominale à circuit ouvert

Tension apparaissant aux bornes du condensateur à tension intermédiaire lorsque la tension nominale est appliquée entre les bornes haute et basse tension ou haute tension et de terre et que chacun des condensateurs haute tension et à tension intermédiaire a la valeur de la capacité pour laquelle il a été établi.

3.9 Tension nominale (U_N)

Valeur efficace de la tension sinusoïdale entre les bornes que le condensateur doit pouvoir supporter en permanence. Cette définition s'applique, pour un empilage de condensateurs, à la tension entre bornes haute tension et basse tension ou entre bornes haute tension et de terre et, pour une unité, à la tension entre ses bornes.

Pour le choix de la tension nominale, voir l'article 18.

3.10 Capacité nominale (C_N)

Valeur de la capacité sous la tension nominale et à la fréquence nominale pour laquelle le condensateur est établi. Cette définition s'applique :

- dans le cas d'une unité de condensateur, à la capacité entre les bornes de l'unité ;
- dans le cas d'un empilage de condensateurs, à la capacité entre les bornes haute tension et basse tension ou entre les bornes haute tension et de terre de l'empilage ;
- dans le cas d'un diviseur capacitif, à la capacité résultante :

$$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

3.11 Fréquence nominale

Fréquence du réseau sur lequel le condensateur est destiné à fonctionner.

3.12 Tangente de l'angle de perte ($\operatorname{tg} \delta$)

Tangente de l'angle δ dont diffère par rapport à $\frac{\pi}{2}$ radians le déphasage entre la tension appliquée au condensateur et le courant qui en résulte.

3.13 Coefficient de température de la capacité

Rapport de la variation relative $\frac{\Delta C}{C_{20}}$ de la capacité à la variation de température correspondante, où :

ΔC représente la variation observée de la capacité pour la variation de température

C_{20} représente la valeur de référence de la capacité à 20 °C.

Le coefficient de température s'exprime habituellement en pour-cent par degré Celsius.

Note. — Si la valeur de la capacité est une fonction linéaire de la température dans le domaine considéré, le coefficient de température peut être représenté par une seule valeur. Si la fonction n'est pas linéaire, le coefficient de température doit être représenté par un graphique ou par un tableau.

3.8.4 Voltage ratio

Ratio between the sum of the capacitances of the high-voltage and intermediate voltage capacitors and the capacitance of the high-voltage capacitor :

$$\frac{C_1 + C_2}{C_1}$$

Note. — C_1 and C_2 include the stray capacitances, which are generally negligible.

3.8.5 Open circuit intermediate voltage

Voltage across the intermediate voltage capacitor when a voltage is applied between the high-voltage and low-voltage terminals or high-voltage and earth terminals, no impedance being connected in parallel with the intermediate voltage capacitor.

Note. — This voltage is equal to the applied voltage divided by the voltage ratio.

3.8.6 Rated open circuit intermediate voltage

Voltage across the intermediate voltage capacitor when the rated voltage is applied between the high-voltage and low-voltage terminals or high-voltage and earth terminals and both the high-voltage and the intermediate voltage capacitors have the capacitance values for which they have been designed.

3.9 Rated voltage (U_N)

The r.m.s. value of the sinusoidal voltage between terminals which the capacitor is intended to withstand continuously. The definition is applicable to a capacitor stack for the voltage between high-voltage and low-voltage terminals, or high-voltage and earth terminals and to a unit for the voltage between its terminals.

For the choice of the rated voltage, see Clause 18.

3.10 Rated capacitance (C_N)

The value of the capacitance at rated voltage and rated frequency for which the capacitor is designed. This definition applies :

- for a capacitor unit to the capacitance between the terminals of the unit ;
- for a capacitor stack to the capacitance between high-voltage and low-voltage terminals or high-voltage and earth terminals of the stack ;
- for a capacitor divider to the resultant capacitance :

$$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

3.11 Rated frequency

The frequency of the power system with which the capacitor is designed to operate.

3.12 Tangent of the loss angle ($\tan \delta$)

Tangent of the angle δ , by which the phase difference between the voltage applied to the capacitor and the resulting current deviates from $\frac{\pi}{2}$ radians.

3.13 Temperature coefficient of capacitance

The rate of change $\frac{\Delta C}{C_{20}}$ of the capacitance for the corresponding change in temperature, where:

ΔC represents the observed change in capacitance over the temperature interval

C_{20} represents the reference value of the capacitance at 20 °C.

The temperature coefficient is usually expressed in per cent per Celsius degree.

Note. — If the value of the capacitance is a linear function of the temperature in the range under consideration, the temperature coefficient can be represented by one figure. If the function is non linear, the temperature coefficient should be shown in a graph or a table.

3.14 *Capacité à haute fréquence*

Valeur de la capacité pour une fréquence donnée de la gamme de hautes fréquences. Cette capacité résulte de l'action combinée de la capacité intrinsèque et de l'inductance propre du condensateur.

3.15 *Résistance équivalente série*

Valeur d'une résistance fictive, en série avec un condensateur parfait de capacité égale à celle du condensateur considéré, et dont les pertes seraient égales à la puissance active absorbée par le condensateur pour une fréquence donnée de la gamme de hautes fréquences.

3.16 *Capacité parasite de la borne basse tension*

Capacité entre la borne basse tension et la borne de terre.

3.17 *Conductance parasite de la borne basse tension*

Conductance entre la borne basse tension et la borne de terre.

3.18 *Niveau d'isolement*

Ensemble des valeurs des tensions d'essai (à la fois à fréquence industrielle et au choc) qui caractérise l'isolation entre les bornes haute tension et basse tension ou entre les bornes haute tension et de terre d'une unité ou d'un empilage de condensateurs.

Pour le choix du niveau d'isolement, voir l'article 19.

3.19 *Tension la plus élevée d'un réseau (U_m)*

Valeur la plus élevée de la tension efficace entre phases qui peut se présenter à tout instant et en un point quelconque du réseau dans les conditions normales d'exploitation. Cette valeur ne tient pas compte des variations temporaires de tension dues aux défauts et à la suppression brusque des charges importantes.

3.20 *Température de l'air ambiant*

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

SECTION DEUX — RÈGLES DE SÉCURITÉ

4. **Réglementations nationales**

L'acheteur doit spécifier au moment de la commande les prescriptions spéciales concernant les règles de sécurité qui s'appliquent au pays dans lequel le condensateur doit être installé.

5. **Connexion de terre**

Il doit être possible de relier à la terre, de façon sûre, toutes les parties métalliques ou bornes du condensateur qui sont au potentiel de la terre en service normal.

SECTION TROIS — RÈGLES DE QUALITÉ ET ESSAIS

6. **Températures normales d'essais**

Le domaine de température ambiante normale pour les essais s'étend de 15 °C à 35 °C ; lorsque des corrections doivent être effectuées, la température de référence est de 20 °C.

3.14 *High-frequency capacitance*

The capacitance at a given frequency in the high-frequency range. This capacitance is given by the joint effect of the internal capacitance and of the self-inductance of the capacitor.

3.15 *Equivalent series resistance*

A fictitious resistance which, if connected in series with an ideal capacitor of capacitance value equal to that of the capacitor in question, would have a power loss equal to the active power dissipated in that capacitor at a given frequency in the high-frequency range.

3.16 *Stray capacitance of the low-voltage terminal*

The capacitance between the low-voltage terminal and the earth terminal.

3.17 *Stray conductance of the low-voltage terminal*

The conductance between the low-voltage terminal and the earth terminal.

3.18 *Insulation level*

That combination of test voltage values (both power frequency and impulse) which characterizes the insulation between the high-voltage and the low-voltage terminals or the high-voltage and earth terminals of a capacitor unit or a capacitor stack.

For the choice of the insulation level, see Clause 19.

3.19 *Highest system voltage (U_m)*

The highest r.m.s. line-to-line voltage which can be sustained under normal operating conditions at any time and at any point of the system. It excludes temporary voltage variations due to fault conditions and the sudden disconnection of large loads.

3.20 *Ambient air temperature*

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

SECTION TWO — SAFETY REQUIREMENTS

4. **National regulations**

The purchaser shall specify, at the time of ordering, any special requirements with regard to safety regulations which apply to the country in which the capacitor is to be installed.

5. **Earth connection**

It shall be possible to connect to earth in a reliable way any metal parts or terminations of the capacitor which are at earth potential in normal service.

SECTION THREE — QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS

6. **Standard temperatures for testing**

The standard ambient temperature range for testing is from 15 °C to 35 °C; if corrections have to be made, the reference temperature is 20 °C.

7. Nature des essais

7.1 Les essais spécifiés sont de deux sortes et doivent être effectués dans l'ordre suivant :

a) *Essais individuels*, à savoir :

- mesure de la capacité avant les essais diélectriques (paragraphe 8.1);
- essai diélectrique entre bornes en courant continu ou alternatif (paragraphe 9.1);
- mesure de la capacité et de la tangente de l'angle de pertes après les essais diélectriques (paragraphe 8.2);
- essai diélectrique en courant alternatif entre borne basse tension et borne de terre (paragraphe 9.2);
- essai d'étanchéité (article 15).

Les essais individuels sont effectués sur chaque condensateur ou unité de condensateur dès achèvement.

b) *Essais de type*, à savoir :

- mesure de la capacité et de la résistance équivalente série à haute fréquence dans le domaine de la catégorie de température (paragraphe 10.1) (uniquement pour les condensateurs utilisés comme condensateurs de couplage);
- mesure de la capacité parasite et de la conductance parasite de la borne basse tension (paragraphe 10.2) (uniquement pour les condensateurs utilisés comme condensateurs de couplage);
- essai diélectrique à sec en courant alternatif (uniquement pour les condensateurs de type intérieur et seulement lorsque l'essai diélectrique individuel entre bornes a été exécuté en courant continu) (paragraphe 11.1);
- essai diélectrique de 1 min en courant alternatif sous pluie entre bornes (uniquement pour les condensateurs de type extérieur) (paragraphe 11.2);
- essai de décharge ou essai de choc (paragraphe 11.3a) et b));
- essai de décharges partielles (article 12);
- détermination du coefficient de température (article 13) (uniquement pour les diviseurs capacitifs);
- essai de bruit parasite (article 14).

7.2 Les essais de type ont pour but de démontrer que le condensateur est d'une conception saine et qu'il est apte à fonctionner dans les conditions précisées dans la présente recommandation.

Le constructeur doit avoir effectué les essais de type avant de fournir les condensateurs et il doit délivrer à l'acheteur, sur sa demande, un certificat donnant le détail des résultats de ces essais.

Ces essais doivent avoir été effectués sur un condensateur de construction identique à celle du condensateur fourni ou d'une construction dont les différences avec celles du condensateur fourni ne sont pas de nature à influencer les propriétés à contrôler par l'essai de type. Les essais de type, ou certains d'entre eux, ne doivent être répétés par le constructeur, dans le cadre d'un contrat particulier, qu'avec l'accord de l'acheteur et lorsque le contrat de fourniture des condensateurs le demande. Le nombre de condensateurs à soumettre à ces essais répétés doit également faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur et être indiqué dans le contrat.

7.3 Chaque condensateur prévu pour subir des essais de type doit avoir d'abord satisfait à tous les essais individuels. Il n'est pas nécessaire d'effectuer tous les essais de type sur le même condensateur, à condition d'utiliser des condensateurs du même type de construction et qui ont subi des traitements identiques en cours de fabrication.

7. Nature of tests

7.1 The tests specified are of two kinds to be carried out in the following order :

a) *Routine tests*, viz. :

- capacitance measurement before the voltage tests (Sub-clause 8.1) ;
- d.c. or a.c. voltage test between terminals (Sub-clause 9.1) ;
- capacitance and tangent of the loss angle measurements after the voltage tests (Sub-clause 8.2) ;
- a.c. voltage test between the low-voltage terminal and the earth terminal (Sub-clause 9.2) ;
- sealing test (Clause 15).

Routine tests are carried out on every capacitor on completion.

b) *Type tests*, viz. :

- high-frequency capacitance and equivalent series resistance measurements in the range of the temperature category (Sub-clause 10.1) (only for capacitors acting as coupling capacitors) ;
- stray capacitance and stray conductance measurements of the low-voltage terminal (Sub-clause 10.2) (only for capacitors acting as coupling capacitors) ;
- a.c. voltage test, dry (only for indoor capacitors and only when the routine voltage test between terminals is carried out using d.c.) (Sub-clause 11.1) ;
- a.c. voltage test, 1 min, wet between terminals (only for outdoor capacitors) (Sub-clause 11.2) ;
- discharge or impulse test (Sub-clause 11.3a) and b)) ;
- partial discharge test (Clause 12) ;
- determination of the temperature coefficient (Clause 13) (only for capacitor dividers) ;
- radio noise test (Clause 14).

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 Recommendation.

The type tests shall have been carried out by the manufacturer before the delivery of the capacitors, and a certificate detailing the results of such tests shall be furnished to the purchaser at his request. These tests shall have been made upon a capacitor, the design of which is identical with that of the capacitor offered or does not differ from it in any way which might influence the properties to be checked by the type tests. The type tests, or certain of them, shall be repeated by the manufacturer in connection with any particular contract only by agreement with the purchaser and when so requested on the contract for the supply of the capacitors. The number of capacitor samples to be subjected to such repeat tests shall also be agreed between manufacturer and purchaser, and shall be stated on the contract.

7.3 Every capacitor to which it is intended to apply type tests shall first have withstood satisfactorily the application of all the routine tests. It is not required that all type tests be carried out on the same capacitor, provided that samples of identical design and processing during manufacture are used.

- 7.4 Les essais doivent être effectués de préférence sur un condensateur complet. Toutefois, si le condensateur est constitué de plusieurs unités, il est permis, sauf spécification contraire, d'essayer séparément les unités. Toutefois, lors de l'exécution des essais diélectriques sur des unités, on doit augmenter la valeur de la tension d'essai (comme spécifié au paragraphe 9.1) pour tenir compte du manque d'uniformité de la répartition de la tension dû à la tolérance sur la capacité.

8. Capacité et tangente de l'angle de pertes (essais individuels)

8.1 Capacité à fréquence industrielle, avant les essais diélectriques

Cet essai peut être effectué soit sur un empilage de condensateurs complet, soit sur des unités séparées. On doit mesurer la capacité dans la gamme de température normale, en employant une méthode éliminant les erreurs dues aux harmoniques et aux accessoires. Les conditions d'essai sont la fréquence nominale (voir toutefois le paragraphe 8.2, note 3) et une tension suffisamment faible pour qu'il ne se produise pas de claquage interne. La valeur de la capacité doit être notée. Lorsqu'il existe une borne intermédiaire encore accessible lorsque le condensateur-transformateur de tension est complètement assemblé, on doit mesurer :

- a) la capacité entre les bornes haute tension et basse tension ou entre les bornes haute tension et de terre ;
- b) la capacité entre les bornes intermédiaire et basse tension ou entre les bornes intermédiaire et de terre.

8.2 Capacité et tangente de l'angle de pertes après les essais diélectriques

La capacité et la tangente de l'angle de pertes se mesurent suivant la même méthode que celle indiquée au paragraphe 8.1, et à une température aussi voisine que possible de celle de la mesure effectuée alors. Les conditions d'essai sont la fréquence nominale et la tension nominale.

La capacité mesurée ne doit pas différer de la valeur nominale de plus de -5% ou $+10\%$. Le rapport des capacités de deux unités quelconques faisant partie d'un empilage de condensateurs ne doit pas différer de plus de 5% de l'inverse du rapport des tensions nominales des unités.

S'il existe une différence avec la valeur mesurée avant les essais diélectriques (paragraphe 8.1), cette différence ne doit pas être telle qu'elle puisse indiquer un claquage d'un ou plusieurs éléments.

Notes 1 — Si le nombre des éléments en série dans les unités essayées est important, la variation de capacité due au claquage d'un élément pourrait être du même ordre que la variation de capacité provoquée par les forces mécaniques exercées sur les éléments pendant les essais diélectriques ou par une différence de température du condensateur avant et après les essais diélectriques. En pareil cas, le constructeur doit apporter la preuve que la variation de capacité n'est pas due à un claquage. Etant donné l'incertitude qui règne dans le cas où les mesures sont effectuées sur un empilage, il peut être préférable d'effectuer les mesures sur chaque unité séparément.

2. — La mesure de la tangente de l'angle de pertes a pour objet de contrôler la régularité de la production. Des limites de la variation admissible peuvent être l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

3. — La mesure de la capacité et de l'angle de pertes peut être effectuée à des fréquences qui diffèrent de la fréquence nominale, à condition qu'un facteur de correction approprié ait fait l'objet d'un accord.

4. — Dans le cas des diviseurs capacitifs, des tolérances étroites sur le rapport de transformation peuvent être exigées ; ces valeurs devront alors être spécifiées par accord entre le constructeur et l'acheteur dans chaque cas particulier.

9. Essais diélectriques (essais individuels)

9.1 Essai diélectrique entre bornes

Chaque condensateur doit être soumis pendant 1 min à l'un des essais *a)* ou *b)*, la tension d'essai étant appliquée entre les bornes haute tension et de terre pour l'essai d'un empilage de condensateurs, et entre les bornes pour l'essai d'une unité. Quand il existe une borne basse tension, elle doit être connectée à la borne de terre pendant cet essai. En l'absence d'accord, le choix entre les essais *a)* et *b)* est laissé au constructeur.

7.4 The tests shall preferably be carried out on a complete capacitor. However, if the capacitor consists of several capacitor units, these may be tested separately unless otherwise specified. When voltage tests are carried out on units, the test voltage should be increased (as specified in Sub-clause 9.1) to cater for the non-uniformity of the voltage distribution due to capacitance tolerance.

8. Capacitance and tangent of the loss angle (routine tests)

8.1 *Capacitance at power frequency, before the voltage tests*

This test may be carried out either on a complete capacitor stack or on separate units. The capacitance shall be measured in the standard temperature range for testing, using a method that excludes errors due to harmonics and to accessories. The test conditions are rated frequency (see however Sub-clause 8.2, Note 3) and a sufficiently low voltage to ensure that no internal breakdown will occur. The value of capacitance shall be recorded. When an intermediate voltage terminal is fitted, which is still accessible when the capacitor voltage transformer is completely assembled, both :

- a) the capacitance between high and low-voltage terminals or high-voltage and earth terminals ; and
- b) the capacitance between the intermediate and low-voltage terminals or intermediate voltage and earth terminals shall be measured.

8.2 *Capacitance and tangent of the loss angle after the voltage tests*

The capacitance and tangent of the loss angle shall be measured using the same method, and at a temperature as close as possible to that of the measurement of Sub-clause 8.1. The test conditions are rated frequency and rated voltage.

The measured capacitance shall not differ from the rated value by more than -5% or $+10\%$. The ratio of the capacitances of any two units forming part of a capacitor stack shall not differ by more than 5% from the reciprocal ratio of the rated voltages of the units.

Any difference from the value measured before the voltage tests (Sub-clause 8.1) shall not be such as would indicate a breakdown of one or more elements.

Notes 1. — If the number of elements in series in the tested units is large, the capacitance change due to breakdown of one element might be of the same order as the capacitance change caused by the mechanical forces on the elements during the voltage tests or by a difference in temperature of the capacitor before and after the voltage tests. In this case, it should be proved by the manufacturer that the capacitance change is not caused by a breakdown. In view of the uncertainty in the case of the measurement of a complete stack, it may be preferable to carry out these measurements on each unit separately.

2. — The purpose of the measurement of the tangent of the loss angle is to check the uniformity of the production. Limits for the permissible variation may be the subject of an agreement between manufacturer and purchaser.
3. — Measurement of the capacitance and the loss angle may be made at frequencies differing from the rated frequency, provided an appropriate correction factor is agreed upon.
4. — In the case of capacitor dividers, close tolerances for the divider ratio may be required ; they should be settled by agreement between manufacturer and purchaser for each particular case.

9. Voltage tests (routine tests)

9.1 *Voltage test between terminals*

Every capacitor shall be subjected for 1 min to either test *a)* or test *b)*, the test voltage being applied between the high-voltage and the earth terminals when testing a capacitor stack and between the terminals when testing a unit. When a low-voltage terminal is provided, it shall be connected to the earth terminal during this test. If no agreement has been made, the choice between tests *a)* and *b)* is left to the manufacturer.

a) *Essai en courant alternatif*, la valeur de la tension d'essai étant :

- dans le cas d'un empilage de condensateurs complet (même s'il n'est constitué que d'une unité), la valeur correspondant au niveau d'isolement de l'empilage (voir l'article 16) ;
- dans le cas d'une simple unité, faisant partie d'un empilage, une valeur égale à :

$$1,05 \times \text{tension d'essai de l'empilage} \times \frac{\text{tension nominale de l'unité}}{\text{tension nominale de l'empilage}}$$

b) *Essai en courant continu*, la tension d'essai étant égale à deux fois la tension efficace d'essai en courant alternatif.

9.2 *Essai diélectrique entre la borne basse tension et la borne de terre*

Les condensateurs munis d'une borne basse tension sont soumis pendant 1 min à une tension d'essai appliquée entre la borne basse tension et la borne de terre.

La tension d'essai alternative doit avoir une valeur efficace de 10 kV.

Si la borne basse tension n'est pas exposée à l'atmosphère, une valeur plus basse de la tension d'essai peut être l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

10. **Essais à haute fréquence (essais de type, uniquement pour les condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs destinés aux télécommunications à haute fréquence)**

10.1 *Capacité et résistance équivalente série à haute fréquence*

Les mesures doivent être effectuées sur un empilage de condensateurs complet.

Les capacités et les résistances équivalentes série doivent être mesurées aux températures limites de la catégorie de température et à une température comprise dans le domaine des températures normales d'essai (15 °C à 35 °C), cela à plusieurs fréquences dans toute la gamme de fréquences spécifiée au paragraphe 1.1a).

Les valeurs mesurées de la capacité entre les bornes haute et basse tension ne doivent pas différer de plus de -20% ou +50% de la capacité nominale. Les valeurs mesurées de la résistance équivalente série entre les mêmes bornes ne doivent pas dépasser 40 Ω à toute fréquence ou température.

Pour les basses fréquences de mesure (par exemple 40 kHz à 100 kHz) et des températures voisines de la limite inférieure, ou pour des empilages de condensateurs, de capacité égale ou inférieure à 2 000 pF, ou pour U_m supérieure à 420 kV, la résistance équivalente série peut être supérieure à 40 Ω. Dans ce cas, sa valeur doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

Pour les propriétés en haute fréquence et les méthodes de mesure, voir également l'annexe B. Les essais peuvent être également effectués comme essais individuels, les modalités d'essai devant faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

Note — En cas de difficultés pratiques pour effectuer les essais aux limites de la catégorie de température, l'acheteur et le constructeur peuvent se mettre d'accord sur un domaine plus faible de températures pour ces essais, ou sur des essais effectués sur un modèle ayant un nombre limité d'éléments.

10.2 *Capacité parasite et conductance parasite de la borne basse tension*

Les mesures doivent être effectuées soit sur une unité, soit sur un modèle représentatif de la partie inférieure du condensateur considéré.

Ce modèle doit comprendre la borne de terre et les parties métalliques (par exemple, les brides) qui lui sont reliées en permanence, ainsi que la borne basse tension avec au moins un élément qui lui est relié et placé dans la position correcte. Si un modèle est utilisé, il doit être rempli du liquide isolant employé pour le condensateur.

Les valeurs de la capacité parasite et de la conductance parasite, mesurées à une fréquence quelconque de la gamme de hautes fréquences, ne doivent pas dépasser 200 pF et 20 μS respectivement.

a) *An a.c. test*, the value of the test voltage being :

- in the case of a complete capacitor stack (including one composed of a single unit), the value corresponding to the insulation level of the stack (see Clause 16) ;
- in the case of a single unit, forming part of a stack, a value equal to :

$$1.05 \times \text{test voltage of the stack} \times \frac{\text{rated voltage of the unit}}{\text{rated voltage of the stack}}$$

b) A d.c. test, the test voltage being twice the r.m.s. value of the a.c. test voltage.

9.2 *Voltage test between the low-voltage terminal and the earth terminal*

Capacitors with a low-voltage terminal shall be subjected for 1 min to a test voltage between the low-voltage terminal and the earth terminal.

The test voltage shall be an a.c. voltage of 10 kV r.m.s.

If the low-voltage terminal is not exposed to the weather, a lower value of the test voltage can be agreed between manufacturer and purchaser.

10. **High-frequency tests (type tests, only for coupling capacitors and capacitor dividers intended for high-frequency telecommunication)**

10.1 *High-frequency capacitance and equivalent series resistance*

The measurements shall be carried out on a complete capacitor stack.

The capacitances and the equivalent series resistance shall be measured at temperatures equal to the limits of the temperature category and at a temperature within the standard range for testing (15 °C to 35 °C), at several frequencies over the whole frequency range specified in Sub-clause 1.1a).

The measured values of the capacitance between the high and low-voltage terminals shall not deviate by more than -20% or $+50\%$ from the rated capacitance. The measured values of the equivalent series resistance between the same terminals shall not exceed 40 Ω at any frequency or temperature.

For the lower measuring frequencies (e.g. 40 kHz to 100 kHz) and temperatures close to the lower limit of the category, or for capacitor stacks with a capacitance equal to or less than 2 000 pF, or U_m greater than 420 kV, the equivalent series resistance may be higher than 40 Ω . In this case, the value shall be agreed upon between manufacturer and purchaser.

For high-frequency properties and measuring methods, see also Appendix B. The tests may alternatively be carried out as routine tests, the test procedure to be agreed upon between purchaser and manufacturer.

Note. — In the case of practical difficulties in carrying out the tests at the limits of the temperature category, the purchaser and the manufacturer may agree on tests over a smaller temperature range, or on tests performed on a model capacitor containing a limited number of elements.

10.2 *Stray capacitance and stray conductance of the low-voltage terminal*

The measurements shall be carried out either on a unit or on a model representative of the bottom part of the capacitor under consideration.

This model should include the earth terminal, and the metal parts (e.g. flanges) permanently connected to it, and the low-voltage terminal with at least one element connected to it and placed in its proper position. If a model is used, it shall be filled with the insulating liquid used for the capacitor.

The values of the stray capacitance and the stray conductance, measured at any frequency in the high-frequency range, shall not exceed 200 pF and 20 μS respectively.

Ces prescriptions sont traitées plus en détail dans l'annexe B.

Note. — Lorsque les condensateurs sont destinés à constituer des diviseurs capacitifs, les valeurs de la capacité et de la conductance parasites de la borne basse tension peuvent être l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur.

11. Essais diélectriques (essais de type)

11.1 Essais diélectriques en courant alternatif à sec

L'essai à sec est destiné aux condensateurs de type intérieur et n'a à être effectué que si l'essai spécifié au paragraphe 9.1 a été exécuté en courant continu.

Il est préférable d'effectuer l'essai sur un empilage de condensateurs, mais dans le cas où les installations d'essai ne le permettent pas, on peut convenir d'un essai sur les unités.

La tension d'essai en courant alternatif correspondant au niveau d'isolement de l'empilage doit être appliquée pendant 1 min entre les bornes haute tension et de terre pour l'essai d'un empilage de condensateurs, et entre les bornes pour l'essai d'une unité. Quand il existe une borne basse tension, elle doit être connectée à la borne de terre pendant cet essai.

Aucun contournement ou claquage ne doit se produire.

Dans le cas où il a été convenu de faire un essai sur les unités, la tension d'essai de chacune d'elles sera égale à :

$$1,05 \times \text{tension d'essai de l'empilage} \times \frac{\text{tension nominale de l'unité}}{\text{tension nominale de l'empilage}}$$

Note. — Les condensateurs ayant une capacité différente de la valeur nominale peuvent être utilisés pour cet essai, à condition que la cuve soit la même et que la même répartition de tension soit obtenue.

11.2 Essais diélectriques en courant alternatif, sous pluie

Les condensateurs utilisés à l'extérieur doivent supporter l'essai spécifié au paragraphe 9.1 en courant alternatif sous pluie artificielle. La durée de l'essai est de 1 min. Les conditions de pluie artificielle doivent être conformes à la Publication 60 de la CEI : Essais à haute tension.

L'essai doit être effectué sur un empilage de condensateurs complet.

11.3 Essais de décharge et de choc

Le condensateur est soumis à l'un des essais a) ou b).

Le choix entre ces essais est laissé, sauf spécification contraire, au constructeur.

a) Essai de décharge

Cet essai peut être effectué soit sur un empilage de condensateurs, soit sur des unités. Le condensateur doit être chargé à la tension appropriée indiquée dans les colonnes 4 et 5 du tableau II, puis déchargé par l'intermédiaire d'un éclateur situé aussi près que possible du condensateur, sans qu'il soit introduit d'impédance extérieure dans le circuit. Pour un empilage de condensateurs, l'essai doit être effectué entre les bornes haute tension et de terre, et pour une unité entre ses bornes. Quand il existe une borne basse tension, elle doit être connectée à la borne de terre pendant cet essai. L'essai doit être effectué deux fois en cinq minutes. L'absence de défaillance au cours de l'essai se vérifie par une mesure de la capacité des unités séparées, effectuée sous la tension nominale avant et après l'essai (voir paragraphe 8.2, note 1).

Note. — Si l'essai de décharge est effectué sur les unités, il est recommandé d'effectuer un essai de choc supplémentaire sur un empilage de condensateurs.

b) Essai de choc

L'essai doit être effectué sur un empilage de condensateurs.

Le condensateur doit être soumis à un essai de choc entre les bornes de ligne et de terre. Quand il existe une borne basse tension, elle doit être connectée à la borne de terre pendant cet essai.

La valeur de crête doit correspondre au niveau d'isolement du condensateur (voir article 16).

These requirements are further dealt with in Appendix B.

Note. — When the capacitors are used as part of a capacitor voltage transformer, the values of stray capacitance and stray conductance of the low-voltage terminal may be agreed between manufacturer and purchaser.

11. Voltage tests (type tests)

11.1 A.C. voltage test, dry

The dry test is intended for capacitors of the indoor type and need only be carried out if the routine test according to Sub-clause 9.1 has been carried out with d.c. voltage.

The test should preferably be carried out on a complete capacitor stack but, in case of limited test facilities, a test on units may be agreed upon.

An a.c. test voltage corresponding to the insulation level of the stack shall be applied for 1 min between the high-voltage and earth terminals when testing a capacitor stack and between terminals when testing a unit. When a low-voltage terminal is provided, it shall be connected to the earth terminal during this test.

No flashover or puncture shall occur.

In the case where a test on units has been agreed upon, the test voltage of each unit shall be equal to :

$$1.05 \times \text{test voltage of the stack} \times \frac{\text{rated voltage of the unit}}{\text{rated voltage of the stack}}$$

Note. — Capacitors with a capacitance different from the rated value may be used for this test provided the housing is the same, and the same voltage distribution is obtained.

11.2 A.C. voltage test, wet

Capacitors for outdoor use shall withstand a test as specified in Sub-clause 9.1 with a.c. voltage under artificial rain conditions. The duration of the test shall be 1 min. The artificial rain conditions shall be in accordance with IEC Publication 60, High-voltage Test Techniques.

The test shall be carried out on a complete capacitor stack.

11.3 Discharge and impulse tests

The capacitor shall be subjected to either test a) or test b).

The choice between the tests is left to the manufacturer if no agreement has been made to the contrary.

a) Discharge test

This test may be carried out either on a complete capacitor stack or on separate units. The capacitor shall be charged to the appropriate voltage indicated in Columns 4 and 5 of Table II and then discharged through a gap situated as close as possible to the capacitor, no external impedance being introduced into the circuit. For a capacitor stack, the test shall be applied between the high-voltage and earth terminals, and for a unit between its terminals. When a low-voltage terminal is provided, it shall be connected to the earth terminal during this test. This test shall be made twice within five minutes. The absence of failure during the test shall be verified by measurement of the capacitance of the separate units at rated voltage before and after the test (see Sub-clause 8.2, Note 1).

Note. — If the discharge test is carried out on units, it is recommended that an additional impulse test be carried out on a complete capacitor stack.

b) Impulse test

This test shall be carried out on a complete capacitor stack.

The capacitor shall be subjected to an impulse test applied between the line terminal and the earth terminal. When a low-voltage terminal is provided, it shall be connected to the earth terminal during this test. The crest value shall correspond to the insulation level of the capacitor (see Clause 16).

La forme d'onde des chocs appliqués doit être la forme normale conforme à la Publication 60 de la CEI, mais la durée de front peut être portée à 5 μ s maximum. On applique cinq chocs de chaque polarité. S'il se produit plus d'un amorçage, le condensateur est considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai. S'il se produit un amorçage dans une série de cinq chocs de la même polarité, on applique dix chocs supplémentaires de même polarité et il ne doit se produire d'autre amorçage pour aucun de ces chocs. L'absence de défaillance intérieure au cours de l'essai se vérifie par enregistrement oscillographique de l'onde de choc et par la mesure de la capacité des unités séparées, effectuée sous la tension nominale avant et après l'essai (voir paragraphe 8.2, note 1).

Note. — Il est admis que l'essai de décharge et l'essai de choc ne sont pas équivalents ; l'essai de décharge est plus sévère, tant du point de vue électrique que du point de vue mécanique (voir article 20).

12. Essai de décharges partielles (essai de type)

Cet essai peut être effectué soit sur un empilage de condensateurs, soit sur une unité séparée (voir également la note 2).

Les tensions d'essai appliquées au cours de cet essai doivent être pratiquement sinusoïdales et leur fréquence voisine de la fréquence nominale du condensateur. Le circuit d'essai doit être suffisamment amorti pour réduire autant que possible les surtensions dues aux phénomènes transitoires. Pendant tout l'essai, la température ambiante doit être comprise dans le domaine normal pour les essais.

On applique une seule fois au condensateur, pendant 1 s, une tension d'essai dont la valeur est égale à 75% de la valeur de la tension de l'essai diélectrique 1 min en courant alternatif.

La tension est alors réduite à 45% de la valeur de la tension de l'essai diélectrique 1 min, et maintenue à cette valeur pendant 10 min, puis portée à 55% de la valeur de la tension de l'essai diélectrique 1 min, et maintenue à cette valeur pendant 10 min. On ne doit observer à aucun moment, au cours de cette dernière période de 10 min, d'augmentation du niveau de décharges partielles.

L'essai de décharges partielles doit être effectué par l'une des méthodes décrites dans la Publication 270 de la CEI : Mesure des décharges partielles ; il doit être démontré que le circuit peut parfaitement détecter une décharge de 10 pC se produisant à chaque demi-période.

Avant et après l'essai, la capacité doit être mesurée conformément aux paragraphes 8.1 et 8.2 dans des conditions identiques pour les deux mesures de capacité. Ces mesures ne doivent pas faire apparaître de variation significative de la capacité. En interprétant les résultats de ces mesures, on doit tenir compte des deux facteurs suivants :

- la reproductibilité de la mesure ;
- le fait qu'une modification interne du diélectrique peut entraîner une légère variation de la capacité sans perforation d'aucun élément du condensateur.

Notes 1. — Cet essai doit être effectué conformément au cycle d'essai ci-dessus, sans interruption de la tension d'essai.

2. — La mesure de l'intensité de décharges partielles peut ne pas être probante si la capacité de l'unité soumise à l'essai est trop élevée par rapport à celle pour laquelle le dispositif a une sensibilité suffisante. En pareil cas, il convient que le constructeur et l'acheteur se mettent d'accord pour effectuer l'essai sur un modèle ayant une valeur nominale plus faible de tension, de capacité, ou des deux, mais de même conception et de même construction que l'unité fournie.
3. — Le circuit d'essai doit être tel que la mesure de l'intensité de décharges partielles ne soit pas affectée par l'effet de couronne.
4. — Lorsqu'on utilise un appareil de mesure donnant l'intensité de décharges en grandeurs autres que des picocoulombs, on doit consulter la Publication 270 de la CEI.

The waveform of the applied impulses shall be the standard wave according to IEC Publication 60, but the front time may be increased to a maximum of 5 μ s. Five impulses of each polarity shall be applied. If more than one flashover occurs, the capacitor shall be deemed as not having passed the test. If one flashover occurs in a series of five impulses of the same polarity, ten additional impulses of the same polarity shall be applied and there shall be no further flashover at any of these impulses. The absence of internal failure during the test shall be verified by oscillograph records of the impulse wave and a measurement of the capacitance of the separate units at rated voltage before and after the test (see Sub-clause 8.2, Note 1).

Note. — It is recognized that the discharge test and the impulse test are not equivalent; the discharge test is more severe both electrically and mechanically (see Clause 20).

12. Partial discharge test (type test)

This test may be carried out either on a complete capacitor stack or on a separate unit (see also Note 2).

The test voltages applied during this test shall be substantially sinusoidal at approximately the rated frequency of the capacitor. The test circuit shall be suitably damped to reduce, as much as possible, overvoltages due to transients. Throughout the test, the ambient temperature shall be within the standard range for testing.

A test voltage, the value of which is equal to 75% of the 1 min a.c. test voltage, shall be applied once only to the capacitor for 1 s.

The voltage shall then be reduced to 45% of the 1 min a.c. test voltage and maintained for a period of 10 min, after which the voltage shall be raised to 55% of the 1 min a.c. test voltage and maintained for a period of 10 min. At no time during this latter 10 min period shall an increase in the magnitude of the partial discharges be observed.

The measurement of partial discharges shall be carried out according to one of the methods described in IEC Publication 270, Partial Discharge Measurements; it shall be proved that the measuring circuit can clearly detect a discharge of 10 pC, occurring once every half cycle.

Before and after the test, the capacitance shall be measured in accordance with Sub-clauses 8.1 and 8.2 under identical conditions for the two capacitance measurements. No significant capacitance change shall be apparent from these measurements. When interpreting the results of these measurements, two factors shall be taken into account:

- the reproducibility of the measurement;
- the fact that an internal change in the dielectric may cause a small change of capacitance without breakdown of any element of the capacitor.

Notes 1. — This test must be made in accordance with the above test cycle, without interruption of the test voltage.

2. — The measurement of the magnitude of partial discharges may be insensitive if the capacitance of the unit to be tested is too large in relation to that for which the test apparatus has adequate sensitivity. In this case, agreement should be reached between the manufacturer and purchaser to the test being carried out on a model unit of a smaller voltage and/or capacitance rating but of the same design and construction as that being supplied.
3. — The test circuit shall be arranged so that the measurement of the partial discharge intensity is not affected by corona discharges.
4. — When using instrumentation which gives the discharge intensity in quantities other than picocoulombs, IEC Publication 270 should be consulted.

13. Détermination du coefficient de température (essai de type)

Cet essai ne concerne que les diviseurs capacitifs et n'a à être effectué qu'après accord entre l'acheteur et le constructeur.

L'essai peut être effectué sur une unité de condensateur ou sur un modèle constitué des mêmes éléments et ayant, du point de vue de leur fixation, la même construction que le condensateur considéré. Le condensateur soumis à l'essai doit être placé dans une enceinte dont la température de l'air peut être réglée à une valeur quelconque comprise entre la limite inférieure de la catégorie de température et une température dépassant de 15 deg C la limite supérieure de la catégorie de température.

En variante, on peut utiliser un bain d'huile avec les mêmes limites de température. La valeur de la capacité (et, à titre d'information, la tangente de l'angle de pertes) est mesurée à tension réduite (sans toutefois descendre au-dessous de $0,25 U_N$) et à la fréquence nominale, à des intervalles de température de 15 deg C environ. Avant chaque mesure, on doit s'assurer que l'équilibre thermique du condensateur est atteint.

Le coefficient de température, déduit de ces mesures, ne doit pas dépasser la valeur spécifiée par l'acheteur ou, en l'absence de cette dernière, la valeur garantie par le constructeur.

La tension d'essai doit être appliquée au condensateur seulement pendant le temps nécessaire pour effectuer la mesure.

Notes 1. — Si un condensateur modèle est utilisé pour cet essai, le nombre d'éléments doit être choisi suffisamment grand pour donner l'assurance que, avec leur dispositif de serrage, ils constituent un modèle vraiment représentatif, tant mécaniquement qu'électriquement, du condensateur considéré.

2. — Si le constructeur peut fournir un certificat d'un essai antérieur couvrant tout le domaine des températures indiquées dans cet article, la répétition de l'essai dans un domaine plus étroit de température peut être acceptée.

14. Essai de bruit parasite (essai de type)

Le bruit parasite doit être mesuré conformément à la Publication 1A du C.I.S.P.R. : Complément à la Publication 1 du C.I.S.P.R. (1961), paragraphe 4.4, la tension d'essai étant égale à $U_m/\sqrt{3}$. Les modalités de cet essai sont à l'étude.

15. Essai d'étanchéité (essai individuel)

L'étanchéité du condensateur se vérifie par une méthode faisant l'objet d'un accord entre l'acheteur et le constructeur. L'essai peut être effectué à un moment quelconque après la fermeture du condensateur.

16. Niveau d'isolement et tension d'essai entre bornes

Le tableau II donne le niveau d'isolement normalisé en fonction de la tension U_m la plus élevée du réseau. Le niveau d'isolement est défini par la valeur efficace de la tension d'essai à fréquence industrielle et la valeur de crête de la tension d'essai au choc.

13. **Determination of the temperature coefficient (type test)**

This test applies only to capacitor dividers and need only be carried out if agreed between purchaser and manufacturer.

The test may be carried out on a capacitor unit or on a model capacitor composed of the same elements and having the same clamping construction as the capacitor under consideration. The test capacitor shall be placed in an enclosure in which the air temperature can be adjusted to any value between the lower limit of the temperature category and 15 deg C in excess of the upper limit of the temperature category.

Alternatively, an oil bath which can be adjusted within the same temperature limits may be used. The value of the capacitance (and, for information, the tangent of the loss angle) shall be measured at reduced voltage (but not less than $0.25 U_N$) and rated frequency at temperature intervals of approximately 15 deg C. Before each measurement, thermal equilibrium of the capacitor shall be established.

The temperature coefficient, derived from these measurements shall not exceed either the value specified by the purchaser or, in the absence of a specified value, the value guaranteed by the manufacturer.

The test voltage shall only be applied to the capacitor for the period of time necessary for taking the measurement.

Notes 1. — If a model capacitor is used for this test, the number of elements employed shall be sufficiently large to ensure that, together with their clamping devices, they constitute a model which is truly representative, both mechanically and electrically, of the capacitor under consideration.

2. — If the manufacturer can provide a test certificate of an earlier test, covering the whole of the temperature range mentioned in this clause, a repetition of the test over a smaller temperature range may be agreed upon.

14. **Radio noise test (type test)**

The radio noise shall be measured in accordance with C.I.S.P.R. Publication 1A, Supplement to C.I.S.P.R. Publication 1 (1961), Sub-clause 4.4, the test voltage being $U_m/\sqrt{3}$. The requirement for this test is under consideration.

15. **Sealing test (routine test)**

The enclosure of the capacitor shall be tested by a method agreed upon between purchaser and manufacturer. The test may be performed at any time after the sealing.

16. **Insulation level and test voltages between terminals**

Table II shows the standard insulation levels with the corresponding highest system voltages U_m . The insulation level is defined by the r.m.s. value of the power frequency test voltage and the crest value of the impulse test voltage.

TABLEAU II
Gamme de tensions à partir de $U_m = 100 \text{ kV}$

Tension U_m la plus élevée du réseau (entre phases) kV (valeur efficace)	Niveau d'isolement			
	Tension d'essai à fréquence industrielle kV (valeur efficace)		Tension d'essai de tenue au choc kV (valeur de crête)	
	Isolement complet	Isolement réduit	Isolement complet	Isolement réduit
100	185	150	450	380
123	230	185	550	450
145	275	230	650	550
170	325	275	750	650
245	460	395	1 050	900
		360		825
300		510		1 175
		460		1 050
362		570		1 300
		510		1 175
420		680		1 550
		630		1 425
525		740		1 675
		680		1 550

Notes 1. — Pour les valeurs U_m inférieures à 100 kV, le niveau d'isolement doit être pris dans les tableaux de la Publication 71 de la CEI: Coordination de l'isolement.

2. — L'article 19 donne des directives pour le choix du niveau d'isolement.

SECTION QUATRE — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES

17. Plaque signalétique

Les indications suivantes doivent figurer sur la plaque signalétique :

17.1 Pour les unités

- 1) Numéro d'identification.
- 2) Capacité mesurée.
- 3) Tension nominale.
- 4) Année de fabrication.

17.2 Pour l'empilage de condensateurs

- 1) Nom du constructeur.
- 2) Numéro d'identification.
- 3) Capacité nominale.
- 4) Tension nominale U_N , en kilovolts.
- 5) Fréquence nominale, en hertz.
- 6) Catégorie de température.
- 7) Schéma indiquant le marquage des bornes (s'il est nécessaire).
- 8) Niveau d'isolement (voir note).

Note. — Le niveau d'isolement doit être indiqué par deux nombres séparés par une barre oblique, le premier nombre donnant la valeur efficace de la tension d'essai à fréquence industrielle, en kilovolts, et le second, la valeur de crête de la tension d'essai au choc, en kilovolts (par exemple 460/1 050).

TABLE II
Range of voltages from $U_m = 100$ kV upwards

Highest system voltage (line-to-line) U_m kV r.m.s.	Insulation level			
	Power frequency test voltage kV r.m.s.		Impulse test voltage kV crest	
	Full insulation	Reduced insulation	Full insulation	Reduced insulation
100	185	150	450	380
123	230	185	550	450
145	275	230	650	550
170	325	275	750	650
245	460	395	1 050	900
		360		825
300		510		1 175
		460		1 050
362		570		1 300
		510		1 175
420		680		1 550
		630		1 425
525		740		1 675
		680		1 550

Notes 1. — For values of U_m below 100 kV, the insulation level should be chosen from the tables in IEC Publication 71, Insulation Co-ordination.

2. — Guidance for the choice of the insulation level is given in Clause 19.

SECTION FOUR — RATINGS

17. Nameplate

The following information shall be given on the nameplate :

17.1 For individual units

- 1) Identification number.
- 2) Measured capacitance.
- 3) Rated voltage.
- 4) Year of manufacture.

17.2 For complete capacitor stacks

- 1) Manufacturer.
- 2) Identification number.
- 3) Rated capacitance.
- 4) Rated voltage U_N , in kilovolts.
- 5) Rated frequency, in hertz.
- 6) Temperature category.
- 7) Diagram, showing the terminal markings (if necessary).
- 8) Insulation level (see Note).

Note. — The insulation level shall be given by means of two numbers separated by a stroke, the first number giving the r.m.s. value of the power frequency test voltage, in kilovolts, and the second number giving the crest value of the impulse test voltage, in kilovolts (for example 460/1 050).

Pour les diviseurs capacitifs, en plus

Seulement dans les cas où on a des bornes à tension intermédiaire accessibles même sur le transformateur-condensateur de tension complet :

- 9) Tension intermédiaire à circuit ouvert, en volts ou kilovolts.
- 10) Le rapport de tension mesuré.

SECTION CINQ — GUIDE D'INSTALLATION ET D'EXPLOITATION

18. Choix de la tension nominale

Dans les réseaux triphasés, la tension nominale U_N d'un condensateur de couplage doit être, en général, prise égale à $U_m/\sqrt{3}$. Si un empilage de condensateurs est constitué de plusieurs unités, la tension nominale de chaque unité est égale à la valeur de la tension qui s'établit aux bornes de l'unité lorsque la tension nominale est appliquée à l'empilage, en admettant que tant l'empilage complet que l'unité ont la capacité nominale. Cette valeur de la tension doit être indiquée sur la plaque signalétique de l'unité.

Note. — En raison de la tolérance sur la capacité, spécifiée au paragraphe 8.2, on a choisi la tension d'essai, pour l'essai des unités séparées, supérieure de 5% à la tension calculée d'après la valeur sans tolérance.

Dans le cas d'un diviseur capacitif, destiné à être utilisé comme partie d'un transformateur-condensateur de tension, il est recommandé de fixer pour l'empilage de condensateurs complet une valeur de U_N égale à la tension primaire nominale du transformateur-condensateur de tension. La valeur de la tension nominale des unités doit être définie de la même façon que dans le cas d'un condensateur de couplage, comme il est indiqué au début de cet article.

Ainsi, par exemple, dans un réseau ayant une valeur de U_m égale à 245 kV, un condensateur de couplage aura une tension $U_N = 245/\sqrt{3}$ kV, alors qu'un diviseur capacitif pourra avoir par exemple une tension $U_N = 220/\sqrt{3}$ kV. Cette différence n'a pas d'influence sur les tensions d'essai qui sont dérivées du niveau d'isolement; dans les deux cas, ce dernier peut avoir par exemple la valeur 460/1 050.

19. Choix du niveau d'isolement

Le tableau II donne le choix entre deux niveaux d'isolement dans la gamme de U_m allant de 100 kV à 170 kV inclus, trois niveaux pour $U_m = 245$ kV et deux niveaux pour $U_m = 300$ kV et plus.

En général, la valeur recommandée pour le niveau d'isolement dépend de deux facteurs :

- a) les conditions de mise à la terre du réseau ;
- b) le niveau de protection des appareils de protection.

Les valeurs d'isolement complet s'appliquent aux appareils utilisés sur les réseaux à neutre isolé ou munis de bobines de Petersen ou encore qui ne sont pas effectivement à la terre. Les valeurs d'isolement réduit s'appliquent seulement si le réseau est effectivement à la terre. (Voir la Publication 71 de la CEI.)

Dans le cas des réseaux qui ne sont pas convenablement protégés contre les surtensions, la limite supérieure des surtensions qui peuvent apparaître sur les bornes haute tension des condensateurs ne peut être déterminée avec certitude, bien que la présence du condensateur puisse réduire dans une certaine mesure l'amplitude d'une surtension transitoire de très courte durée. En conséquence, en l'absence d'une protection convenable contre les surtensions, on doit choisir le niveau d'isolement le plus élevé figurant dans le tableau II pour une valeur donnée de U_m , et il peut néanmoins se produire des dommages dans des conditions défavorables.

Si une protection contre les surtensions est prévue au voisinage immédiat du condensateur, on doit adapter la valeur de crête de la tension d'essai au choc au niveau de protection des dispositifs de protection. A titre d'indication approximative, le niveau de tenue du condensateur doit être

For capacitor dividers, in addition

Only in the cases where an intermediate terminal is still accessible when the capacitor voltage transformer is completely assembled :

- 9) Open-circuit intermediate voltage, in volts or kilovolts.
- 10) The measured voltage ratio.

SECTION FIVE — GUIDE FOR INSTALLATION AND OPERATION

18. Choice of the rated voltage

In three-phase systems, the rated voltage U_N of a coupling capacitor should, as a general rule, be chosen equal to $U_m/\sqrt{3}$. If a capacitor stack is composed of several units, the rated voltage of each unit is that value of the voltage which appears across the unit when rated voltage is applied to the stack, assuming that both the complete stack and the units have rated capacitance. This value of the voltage should be shown on the nameplate of the unit.

Note. — Due to the capacitance tolerance, allowed in Sub-clause 8.2, the test voltage, when testing separate units, has been chosen 5% in excess of the voltage calculated on the assumption of zero capacitance tolerance.

In the case of a capacitor divider, intended to operate as part of a capacitor voltage transformer, it is recommended to assign to the complete capacitor stack a value of U_N equal to the rated primary voltage of the capacitor voltage transformer and the rated voltage of the units should have a value derived in the same way as in the case of the coupling capacitor, treated earlier in this clause.

So, for example, in a network with a value of U_m equal to 245 kV, a coupling capacitor should have $U_N = 245/\sqrt{3}$ kV, whilst a capacitor divider could have $U_N = 220/\sqrt{3}$ kV. This difference has no influence on the test voltages, which are derived from the insulation level ; the latter could in both cases be 460/1 050.

19. Choice of the insulation level

Table II provides a choice between two insulation levels in the range of U_m from 100 kV to 170 kV inclusive, three levels for $U_m = 245$ kV and two levels for $U_m = 300$ kV and upwards.

In general, the value to be recommended for the insulation level is governed by two main factors :

- a) the system earthing conditions ;
- b) the protective level of the protective equipment.

The full insulation values apply to apparatus used on isolated neutral or resonant earthed systems or non-effectively earthed systems. The reduced insulation values may only be used if the system is effectively earthed. (See IEC Publication 71.)

In the case of systems without proper overvoltage protection, the upper limit of overvoltage which can appear on the high-voltage terminals of the capacitors is uncertain, even though the presence of the capacitor may reduce the magnitude of transient overvoltages of very short duration to some extent. Therefore, if no proper overvoltage protection is present, the highest insulation level appearing in Table II for a given value of U_m should be chosen, but nevertheless, damage may still occur under unfavourable conditions.

If overvoltage protection is provided close to the capacitor, the impulse test voltage crest value should be matched to the protective level of the protective equipment. As a rough guide, the withstand level of the capacitor should be 1.2 times the protective level in the case of a lightning

égal à 1,2 fois le niveau de protection en cas d'emploi d'un parafoudre et à 1,25 fois la tension d'amorçage au choc 50% (pour la polarité donnant la plus grande valeur) en cas de protection par éclateur. L'emploi de parafoudre donne la possibilité, dans les réseaux à neutre effectivement à la terre, d'utiliser des parafoudres dont la tension nominale est de l'ordre de 80% de la tension composée, ce qui permet une nouvelle réduction du niveau de tenue au choc.

Le choix du niveau d'isolement est donc largement une question de corrélation entre le niveau de tenue au choc et le niveau de protection des dispositifs de protection ; les valeurs de tension d'essai à fréquence industrielle résulteront automatiquement des valeurs du tableau de l'article 16, une fois que le niveau de tenue au choc aura été choisi.

Il peut se présenter un cas spécial lorsque l'on utilise des condensateurs de couplage dans un réseau dans lequel un défaut à la terre peut se prolonger pendant une durée considérable, par exemple jusqu'à 8 h consécutives, ce qui peut être le cas dans certains réseaux mis à la terre à l'aide de dispositifs résonnants. La Publication 186 de la CEI a spécifié pour les transformateurs de tension (y compris les transformateurs-condensateurs de tension), utilisés entre phase et terre dans ces réseaux, un essai sous 1,9 fois la tension nominale pendant 8 h. Cette exigence augmente l'échauffement du condensateur, étant donné que ses pertes sont 3,6 fois plus élevées que sous la tension nominale, et le problème de stabilité thermique risque de se poser. Dans ce cas particulier, il y a lieu de consulter le constructeur pour savoir si l'on peut être astreint à réduire le gradient électrique à la tension nominale, ce qui équivaut pratiquement à augmenter le niveau d'isolement. En cas de doute, on doit prendre accord sur un essai qui simule les conditions de fonctionnement avec un défaut à la terre prolongé.

20. **Essai de décharge ou de choc** (paragraphe 11.3)

Il est universellement admis que, parmi les deux solutions du paragraphe 11.3, l'essai de décharge est beaucoup plus sévère pour le condensateur que l'essai de choc. Cela tient à la contrainte électrique oscillante au cours de la décharge et aux courants de grande intensité qui l'accompagnent. L'essai de décharge simule la condition remplie lorsqu'une surtension provoque un amorçage à proximité du condensateur, par exemple l'amorçage d'un éclateur. Si ces conditions sont probables à l'emplacement envisagé pour le condensateur, il peut être recommandé de choisir l'essai de décharge.

Dans d'autres cas, par exemple avec une protection adéquate par parafoudres, c'est l'essai de choc qui peut valablement être choisi.

21. **Choix de la catégorie de température** (paragraphe 1.2)

La limite inférieure de la catégorie de température doit manifestement être choisie en fonction des plus faibles températures ambiantes que l'on s'attend à rencontrer à l'emplacement envisagé pour le condensateur.

En choisissant la limite supérieure de la catégorie de température, on doit tenir compte de l'accroissement possible de la température sous l'effet du rayonnement solaire. Les condensateurs montés à l'extérieur ne peuvent pas en général être protégés contre le rayonnement solaire et s'ils sont constitués d'unités en boîtiers de couleur foncée (soit en matière céramique, soit en métal), on doit prévoir une marge supplémentaire en choisissant la limite supérieure de la catégorie de température si l'on s'attend à de fréquentes expositions à un rayonnement solaire intense. Des valeurs de 45 °C ou 50 °C peuvent être nécessaires, même si les températures de l'air ambiant n'exigent pas des valeurs si élevées.

22. **Ligne de fuite**

La ligne de fuite des isolateurs doit être dimensionnée de façon à satisfaire aux conditions relatives à l'isolement au lieu d'installation, en portant une attention particulière au niveau de pollution atmosphérique. On considère que ces conditions sont remplies lorsque la valeur de la ligne

arrester and 1.25 times the 50% impulse flashover voltage (for the polarity which gives the highest value) in the case of protection with an air gap. The use of lightning arresters in systems with effectively earthed neutral opens the possibility of using lightning arresters with a rated voltage of about 80% of the line-to-line system voltage and may allow a further reduction of the impulse withstand level.

The choice of the insulation level is therefore largely a question of the correlation of the impulse withstand level with the protective level of the protective equipment, and the power frequency test voltages will automatically result from the figures in the table of Clause 16, once the impulse withstand level has been chosen.

A special case may arise when coupling capacitors are used in a network where a sustained earth fault can occur for a considerable time, e.g. up to 8 consecutive hours, which may be the case in some resonant earthed networks. IEC Publication 186 specifies for voltage transformers (including capacitor voltage transformers), used between line and earth in such networks, a test with 1.9 times rated voltage for 8 h. This requirement increases the temperature rise of the capacitor, as its losses are 3.6 times as high as at rated voltages and the problem of thermal stability may arise. For this special case, the manufacturer should be consulted in order to decide on the possible necessity of decreasing the electric stress at rated voltage, which in fact is equivalent to increasing the insulation level. In case of doubt, a test simulating the conditions under prolonged earth fault operation should be agreed upon.

20. **Discharge or impulse test (Sub-clause 11.3)**

It is generally recognized that of the alternatives in Sub-clause 11.3, the discharge test is far more onerous on the capacitor than the impulse test. This is because of the oscillating electric stress during the discharge and heavy currents accompanying it. The discharge test simulates the condition where an overvoltage causes a flashover in the proximity of the capacitor, e.g. of a protective air gap. Should such conditions be likely at the proposed location of the capacitor, it may be recommended to choose the discharge test.

In other cases, e.g. with adequate protection by lightning arresters, an impulse test may be the correct choice.

21. **Choice of the temperature category (Sub-clause 1.2)**

The lower limit of the temperature category should obviously be chosen in accordance with the lowest ambient air temperature expected at the proposed location of the capacitor.

When selecting the upper limit of the temperature category, the possible increase in temperature by radiation from the sun should be taken into account. Capacitors in outdoor positions can generally not be protected from radiation from the sun, and if they are composed of units with dark-coloured housings (either ceramic or metal), an extra margin should be provided when selecting the upper limit of the temperature category if frequent exposure to brilliant sunshine is expected. Values of 45 °C or 50 °C may be required, even if the ambient air temperature would not call for such high figures.

22. **Length of leakage path**

The length of the leakage path of the insulators shall be designed to meet the insulation requirements at the site of erection with special regard to possible atmospheric pollution. It is considered that these requirements are met when the length of the leakage path is 23/1.5 mm per kV of the highest

de fuite est de 23/1,5 mm par kV de tension la plus élevée du réseau dans des zones propres et de 23 mm par kV en atmosphères normalement polluées. Pour des atmosphères très fortement polluées, la valeur de 23 mm par kV peut même être insuffisante et des mesures supplémentaires doivent être prises.

23. **Contraintes mécaniques**

Les condensateurs destinés à être montés à l'extérieur doivent pouvoir supporter les contraintes mécaniques résultant de vents de 150 km/h. Dans le cas de conditions plus sévères, telles que la formation de glace ou les tremblements de terre, il y a lieu d'en avertir le constructeur de façon à permettre de prendre des mesures spéciales pour assurer une résistance suffisante.

En principe, les condensateurs ne doivent pas avoir à supporter une charge à la partie supérieure (telle que des circuits-bouchons). Toutefois, si l'utilisateur demande que la pile puisse supporter une telle charge, il doit en informer le constructeur au préalable et obtenir son approbation.

Les condensateurs doivent être reliés aux conducteurs de ligne d'une façon telle qu'ils ne soient pas soumis à une traction latérale excessive. Cela doit être notamment pris en considération lorsque des circuits-bouchons doivent être installés à la partie supérieure du condensateur.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60350:1971

Withdrawn

system voltage in clean areas and 23 mm per kV in normally polluted atmospheres. For extremely heavily polluted atmospheres, the figure of 23 mm per kV may even prove to be insufficient and further measures should then be considered.

23. **Mechanical stress**

Capacitors intended for outdoor mounting must withstand the mechanical stresses resulting from gales of 150 km/h. In the case of more stringent conditions, such as ice formation or the possibility of earth tremors, notice should be given to the manufacturer so that special measures can be taken to ensure adequate strength.

In principle, capacitors should not be required to carry a load on the top (such as line traps). However, should the user require the stack to carry such a load, he should inform the manufacturer beforehand and obtain his approval.

Capacitors should be connected to the line conductors in such a way as to ensure that the capacitor is not subjected to excessive lateral pull, especially when line traps are to be mounted on top of the capacitor.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60358:1994
Withdram