

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

Withdrawn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 35, 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 $+50^{\circ}\text{C}$ 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 $^{\circ}\text{C}$	Température ambiante maximale $^{\circ}\text{C}$		
	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 : $-40/+40^{\circ}\text{C}$, $-25/+40^{\circ}\text{C}$, $-10/+40^{\circ}\text{C}$ et $-10/+45^{\circ}\text{C}$.

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°C and $+50^{\circ}\text{C}$, 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°C , -25°C , -10°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 : $-40/+40^{\circ}\text{C}$, $-25/+40^{\circ}\text{C}$, $-10/+40^{\circ}\text{C}$ and $-10/+45^{\circ}\text{C}$.

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 ($\tan \delta$)

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.