

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 110

Deuxième édition — Second edition

1973

**Recommandation concernant les condensateurs
pour les installations de génération de chaleur par induction
soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz**

**Recommendation for capacitors for inductive heat generating plants
operating at frequencies between 40 and 24 000 Hz**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Revision of this publication

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

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

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

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 110

Deuxième édition — Second edition

1973

**Recommandation concernant les condensateurs
pour les installations de génération de chaleur par induction
soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz**

**Recommendation for capacitors for inductive heat generating plants
operating at frequencies between 40 and 24 000 Hz**



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 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
 Articles	
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	8
3. Définitions	8
 SECTION DEUX — RÈGLES DE SÉCURITÉ	
4. Dispositif de décharge	12
5. Connexion de masse	12
6. Appareils de signalisation et de contrôle	14
7. Canalisations de l'eau de refroidissement	14
 SECTION TROIS — RÈGLES DE QUALITÉ ET ESSAIS	
8. Règles d'essais	14
9. Essais individuels	16
10. Essais de type	18
 SECTION QUATRE — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES	
11. Plaque signalétique	24
12. Surcharges admissibles	26
 SECTION CINQ — DIRECTIVES POUR L'INSTALLATION ET L'UTILISATION	
13. Généralités	28
14. Dispositions permettant d'obtenir un refroidissement convenable	28
15. Choix de la tension nominale, du courant nominal et de la puissance nominale	30
16. Condensateurs pour commutations fréquentes en charge	30
17. Choix des interrupteurs et des méthodes d'interruption pour commutations en charge	30
18. Commutation des condensateurs munis de fusibles	32
19. Fonctionnement en fréquence variable	32
20. Choix du niveau d'isolement nominal d'une batterie de condensateurs	32
21. Condensateurs shunt raccordés en série	32
22. Condensateurs série	34
23. Conducteurs de raccordement	34
24. Parties conductrices des conduites d'eau à l'extérieur des condensateurs à refroidissement par eau	34
25. Supports isolants	34
26. Danger de gel pour les condensateurs à refroidissement par eau	34
ANNEXE A — Proposition d'une méthode de mesure des pertes sur les condensateurs à circulations d'air naturelle et forcée	36
FIGURE 1	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1. Scope	7
2. Object	9
3. Definitions	9
SECTION TWO — SAFETY REQUIREMENTS	
4. Discharge device	13
5. Container connection	13
6. Signalling and control equipment	15
7. Cooling ducts	15
SECTION THREE — QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS	
8. Requirements for tests	15
9. Routine tests	17
10. Type tests	19
SECTION FOUR — RATING	
11. Nameplate	25
12. Permissible overloads	27
SECTION FIVE — GUIDE FOR INSTALLATION AND OPERATION	
13. General	29
14. Measures to obtain adequate cooling	29
15. Choice of rated voltage, current and output	31
16. Capacitors for frequent switching on load	31
17. Choice of switchgear and switching methods for switching on load	31
18. Switching of capacitors with fuses	33
19. Operation with varying frequency	33
20. Choice of rated insulation voltage of the capacitor bank	33
21. Shunt capacitors connected in series	33
22. Series capacitors	35
23. Connecting leads	35
24. Electrical leakage along water supply	35
25. Post insulators	35
26. Danger of freezing for water-cooled capacitors	35
APPENDIX A — Proposed method of measuring the losses on air-cooled self- and forced-ventilated capacitors	37
FIGURE 1	38

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RECOMMANDATION CONCERNANT LES CONDENSATEURS
POUR LES INSTALLATIONS DE GÉNÉRATION DE CHALEUR PAR
INDUCTION SOUMIS À DES FRÉQUENCES COMPRISES
ENTRE 40 ET 24 000 Hz**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

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

Cette deuxième édition de la Publication 110 de la CEI remplace et annule l'édition précédente de 1959.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bruxelles en juin 1971. A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 33(Bureau Central)52, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1972.

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

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Bulgarie	Portugal
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie
Israël	Union des Républiques
Italie	Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RECOMMENDATION FOR CAPACITORS FOR
INDUCTIVE HEAT GENERATING PLANTS OPERATING AT FREQUENCIES
BETWEEN 40 AND 24 000 Hz**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

This second edition of IEC Publication 110 revises and supersedes the first edition published in 1959. A first draft was discussed at the meeting held in Brussels in June 1971. As a result of this meeting, a final draft, document 33(Central Office)52, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Norway
Belgium	Poland
Bulgaria	Portugal
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

RECOMMANDATION CONCERNANT LES CONDENSATEURS POUR LES INSTALLATIONS DE GÉNÉRATION DE CHALEUR PAR INDUCTION SOUMIS À DES FRÉQUENCES COMPRISES ENTRE 40 ET 24 000 Hz

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

- 1.1 La présente recommandation s'applique tant aux condensateurs unitaires de type intérieur qu'aux batteries de condensateurs de type intérieur, avec leurs accessoires, qui sont destinés à:
- être connectés à un circuit à tension alternative réglable;
 - fonctionner dans une gamme de fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz;
 - améliorer le facteur de puissance du circuit en particulier pour les installations de génération de chaleur par induction, ou à modifier certaines caractéristiques telles que la tension ou la fréquence.

Note. — La présente recommandation n'est pas applicable aux condensateurs qui sont raccordés directement à un réseau de distribution. De tels condensateurs sont prévus et essayés conformément à la Publication 70 de la CEI: Condensateurs de puissance, ou à la Publication 143 de la CEI: Condensateurs-série destinés à être installés sur des réseaux.

- 1.2 La présente recommandation est applicable aux condensateurs destinés à être utilisés à des altitudes ne dépassant pas 1 000 m et dans le domaine prescrit pour la température du fluide de refroidissement.

A cet effet, les condensateurs sont classés en catégories de températures, chaque catégorie étant caractérisée par la température minimale du condensateur à laquelle celui-ci peut être mis sous tension, choisie parmi les trois valeurs de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la température maximale du fluide de refroidissement dont la valeur est choisie dans le tableau ci-dessous:

Mode de refroidissement	Température maximale du fluide de refroidissement en régime permanent ($^{\circ}\text{C}$)			
	Température de l'air de refroidissement (paragraphe 3.18)	Température d'entrée du fluide de refroidissement	Température de sortie du fluide de refroidissement	Température de l'air autour du condensateur (paragraphe 3.17)
Par air circulation naturelle AN	40 45	— —	— —	— —
Par air circulation forcée AF	— —	35 40	40 45	— —
Par eau EF	— —	30 35	40 —	50 —

Deux méthodes sont proposées pour spécifier la température supérieure du fluide de refroidissement: « température d'entrée » ou « température de sortie ».

Sauf accord différent, le choix de la méthode est laissé au constructeur de condensateurs.

RECOMMENDATION FOR CAPACITORS FOR INDUCTIVE HEAT GENERATING PLANTS OPERATING AT FREQUENCIES BETWEEN 40 AND 24 000 Hz

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

1.1 This recommendation applies to indoor capacitor units and indoor capacitor banks complete with accessories which are intended:

- for connection to adjustable a.c. voltage systems;
- to operate in a frequency range from 40 to 24 000 Hz;
- for power factor correction, especially for inductive heating; and also for otherwise modifying the characteristics of a circuit, such as voltage and frequency.

Note. — This recommendation does not apply to capacitors which are directly connected to a distribution network. Such capacitors shall be designated and tested according to IEC Publication 70, Power Capacitors, or IEC Publication 143, Series Capacitors for Power Systems.

1.2 This recommendation applies to capacitors intended to be used at altitudes not exceeding 1 000 m and within the prescribed temperature range of the cooling-medium.

For this purpose, capacitors are classified in temperature categories, each category being characterized by the lowest temperature of the capacitor at which it may be energized, chosen from the three values -25°C , -10°C , 0°C and the upper limit of the temperature of the cooling-medium, being the value selected from the table below

Type of cooling	Maximum temperature of the cooling-medium for unlimited time ($^{\circ}\text{C}$)			
	Cooling-air temperature (Sub-clause 3.18)	Inlet temperature of the cooling-medium	Outlet temperature of the cooling-medium	Air temperature around the capacitor (Sub-clause 3.17)
AN air-cooled self-ventilated	40 45	— —	— —	— —
AF air-cooled forced-ventilated	— —	35 40	40 45	— —
WF water-cooled	— —	30 35	40 —	50 —
There are two methods of specifying the upper temperature of the cooling-medium, using either the “inlet temperature” or the “outlet temperature”. Unless otherwise agreed, the choice of the method shall be left to the capacitor manufacturer.				

2. **Objet**

La présente recommandation a pour objet:

- de formuler des règles de sécurité;
- de formuler des règles uniformes en ce qui concerne les performances, les essais et les caractéristiques nominales;
- de fournir des directives pour l'installation et l'exploitation.

3. **Définitions**

3.1 *Elément de condensateur (ou élément)*

Partie indivisible d'un condensateur constituée d'électrodes séparées par un diélectrique.

3.2 *Condensateur unitaire (ou unité)*

Ensemble d'un ou plusieurs éléments de condensateur placés dans une seule enveloppe et reliés à des bornes de sortie.

3.3 *Batterie de condensateurs (ou batterie)*

Ensemble d'unités raccordées électriquement les unes aux autres.

3.4 *Condensateur*

Dans la présente recommandation, le terme « condensateur » est utilisé lorsqu'il n'est pas nécessaire de préciser les différentes significations attachées aux expressions « condensateur unitaire » ou « batterie de condensateurs ».

3.5 *Condensateur autorégénérateur à diélectrique métallisé*

Condensateur dont les électrodes sont constituées par un dépôt métallique sur le diélectrique (par exemple, par évaporation); en cas de perforation du diélectrique, le condensateur se régénère de lui-même.

3.6 *Installation de condensateurs*

Ensemble constitué par des condensateurs unitaires et les accessoires nécessaires à leur raccordement.

3.7 *Dispositif de décharge*

Dispositif branché entre les bornes ou entre les barres ou incorporé au condensateur unitaire et capable de ramener effectivement à zéro la tension résiduelle lorsque le condensateur a été séparé de l'alimentation.

3.8 *Tension nominale U_N*

Valeur efficace de la tension entre les bornes, que le condensateur est destiné à supporter de façon continue, à la fréquence nominale.

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 one or more capacitor elements in a single container with terminals brought out.

3.3 *Capacitor bank (or bank)*

A group of units connected electrically to each other.

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 bank”.

3.5 *Self-healing metallized dielectric capacitor*

A capacitor, the electrodes of which are deposited on the dielectric (e.g. by evaporation); if there is a breakdown of the dielectric, the capacitor restores itself.

3.6 *Capacitor equipment*

An assembly of capacitor units and accessories suitable for connection to a circuit.

3.7 *Discharge device*

A device connected across the terminals or bus-bars, or built into the capacitor unit, capable of reducing the residual voltage effectively to zero after the capacitor has been disconnected from the supply.

3.8 *Rated voltage U_N*

The r.m.s. value of the voltage between terminals which the capacitor is intended to withstand continuously at rated frequency.

3.9 *Tension nominale d'isolement U_p*

Valeur efficace de la tension sinusoïdale pour laquelle l'isolation entre les bornes raccordées entre elles et l'enveloppe est prévue.

3.10 *Capacité nominale C_N*

Valeur prévue de la capacité entre les bornes du condensateur à la tension nominale, à la fréquence nominale et à une température du diélectrique de 20 °C.

3.11 *Fréquence nominale f_N*

Valeur de la fréquence de service pour laquelle le condensateur est prévu.

3.12 *Puissance nominale Q_N*

Puissance réactive à la tension nominale de forme sinusoïdale, à la capacité nominale et à la fréquence nominale, pour laquelle le condensateur est prévu.

3.13 *Courant nominal I_N*

Valeur efficace du courant à la tension nominale de forme sinusoïdale, à la capacité nominale et à la fréquence nominale.

3.14 *Pertes du condensateur*

Puissance active consommée par toutes les parties d'un condensateur à l'intérieur de l'enveloppe.

Note. — Sauf stipulation autre, on considère que les pertes du condensateur comprennent les pertes dans les fusibles et les résistances de décharge formant partie intégrante du condensateur.

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

Quotient des pertes du condensateur par la puissance réactive de celui-ci.

3.16 *Équilibre thermique*

Condition de fonctionnement atteinte lorsque la quantité de chaleur dissipée par le condensateur, dans des conditions constantes de refroidissement, est égale à la quantité de chaleur produite par les pertes du condensateur, à une tension et à une fréquence données, de façon que la température du diélectrique ait une valeur constante.

3.17 *Température de l'air autour des condensateurs refroidis à l'eau*

La température de l'air autour des condensateurs refroidis à l'eau est la température de l'air mesurée au point le plus chaud, 0,05 m au-dessus des condensateurs lorsque ceux-ci sont en service.

3.18 *Température de l'air de refroidissement pour les condensateurs à circulation naturelle*

Température de l'air de refroidissement mesurée au point le plus chaud de la batterie, à mi-chemin entre deux condensateurs unitaires. S'il ne s'agit que d'un seul condensateur unitaire, ce sera la température mesurée à un point distant d'environ 0,3 m de l'enveloppe du condensateur et aux deux tiers de la hauteur au-dessus de sa base.

3.9 *Rated insulation voltage U_p*

The r.m.s. value of the sinusoidal voltage for which the insulation between the terminals, joined together, and the container is designed.

3.10 *Rated capacitance C_N*

The design value of the capacitance between the terminals of the capacitor at rated voltage, rated frequency and a dielectric temperature of 20 °C.

3.11 *Rated frequency f_N*

The value of the operating frequency for which the capacitor is designed.

3.12 *Rated output Q_N*

The reactive power at rated voltage of sinusoidal form, rated capacitance and rated frequency for which the capacitor is designed.

3.13 *Rated current I_N*

The r.m.s. current at rated voltage of sinusoidal form, rated capacitance and rated frequency.

3.14 *Capacitor losses*

The active power consumed by all parts of a capacitor in the interior of the container.

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

3.15 *Tangent of the loss angle ($\tan \delta$)*

The capacitor losses divided by the reactive output of the capacitor.

3.16 *Thermal equilibrium*

An operating condition during which the quantity of heat dissipated from the capacitor under constant cooling conditions is equal to the heat generated by the losses of the capacitor at a definite voltage and frequency, so that the temperature of the dielectric remains constant.

3.17 *Air temperature around water-cooled capacitors*

The air temperature around water-cooled capacitors is the air temperature measured at the hottest point 0.05 m above the capacitors, when the capacitors are in operation.

3.18 *Cooling-air temperature for self-ventilated capacitors*

The temperature of the cooling-air measured at the hottest position in the bank, midway between two units. If only one unit is involved, it is the temperature measured at a point approximately 0.3 m away from the capacitor container and at two-thirds of the height from its base.