

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60594

Première édition
First edition
1977-01

**Coupe-circuit internes et déconnecteurs
internes à surpression pour condensateurs
pour installations de génération de chaleur
par induction**

**Internal fuses and internal overpressure
disconnectors for capacitors for inductive
heat generating plants**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60594: 1977

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60594

Première édition
First edition
1977-01

**Coupe-circuit internes et déconnecteurs
internes à surpression pour condensateurs
pour installations de génération de chaleur
par induction**

**Internal fuses and internal overpressure
disconnectors for capacitors for inductive
heat generating plants**

© IEC 1977 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Définitions	6

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES PERFORMANCES

4. Généralités	8
5. Prescriptions concernant le fonctionnement	8
6. Prescriptions concernant la tenue	10

SECTION TROIS — ESSAIS

7. Essais individuels	12
8. Essais de type	12
9. Essai de décharge	12
10. Essai de fonctionnement des coupe-circuit	12
11. Essai de fonctionnement du déconnecteur	14

ANNEXE A — Guide pour la coordination de la protection par coupe-circuit et déconnecteurs	18
---	----

ANNEXE B — Méthodes d'essai pour l'essai de fonctionnement des coupe-circuit internes	22
---	----

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE — GENERAL

Clause

1. Scope	7
2. Object	7
3. Definitions	7

SECTION TWO — PERFORMANCE REQUIREMENTS

4. General	9
5. Disconnecting requirements	9
6. Withstand requirements	11

SECTION THREE — TESTS

7. Routine tests	13
8. Type tests	13
9. Discharge test	13
10. Disconnecting test on fuses	13
11. Disconnecting test on disconnector	15

APPENDIX A — Guide for co-ordination of fuse and disconnector protection	19
--	----

APPENDIX B — Test procedures for the disconnecting test on internal fuses	23
---	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COUPE-CIRCUIT INTERNES ET DÉCONNECTEURS INTERNES
À SURPRESSION POUR CONDENSATEURS POUR INSTALLATIONS
DE GÉNÉRATION DE CHALEUR PAR INDUCTION**

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 norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 33 de la CEI, Condensateurs de puissance.

Cette norme traite des coupe-circuit internes et des déconnecteurs internes à surpression destinés à protéger les condensateurs couverts par la Publication 110 de la CEI.

Des projets concernant les coupe-circuit internes et les déconnecteurs internes pour la protection des différents types de condensateurs furent discutés aux réunions de Bruxelles en 1971 et de Paris en 1972. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 33(Bureau Central)55, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1973.

A l'occasion de la réunion tenue à Helsinki en 1974, il fut décidé que les coupe-circuit internes et les déconnecteurs internes à surpression liés à la Publication 110 de la CEI seraient traités par leur propre publication comprenant le guide d'application pour les coupe-circuit externes.

Au cours de la réunion tenue à Nice en 1976, il fut enfin décidé que cette norme serait publiée séparément du guide d'application pour les coupe-circuit externes.

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

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Portugal
Canada	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie
Israël	

Autre publication de la CEI citée dans la présente norme :

Publication n° 110: Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24000 Hz.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTERNAL FUSES AND INTERNAL OVERPRESSURE DISCONNECTORS
FOR CAPACITORS FOR INDUCTIVE HEAT GENERATING PLANTS**

FOREWORD

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

PREFACE

This standard was prepared by IEC Technical Committee No. 33, Power Capacitors.

This standard deals with internal fuses and internal overpressure disconnectors to be used for protection of capacitors covered by IEC Publication 110.

Drafts concerning internal fuses and internal disconnectors for the protection of the different types of capacitor were discussed at the meetings held in Brussels in 1971 and in Paris in 1972. As a result of the latter meeting, a draft, Document 33(Central Office)55, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1973.

On the occasion of the meeting held in Helsinki in 1974, it was decided that internal fuses and internal overpressure disconnectors linked with IEC Publication 110 should be covered by their own publication including the application guide for external fuses.

During the meeting held in Nice in 1976 it was finally decided that this standard should be issued separately from the application guide for external fuses.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Portugal
Canada	Romania
Denmark	South Africa (Republic of)
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

Other IEC publication quoted in this standard:

Publication No. 110: Recommendation for Capacitors for Inductive Heat Generating Plants Operating at Frequencies between 40 and 24 000 Hz.

COUPE-CIRCUIT INTERNES ET DÉCONNECTEURS INTERNES À SURPRESSION POUR CONDENSATEURS POUR INSTALLATIONS DE GÉNÉRATION DE CHALEUR PAR INDUCTION

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

- 1.1 La présente norme s'applique aux coupe-circuit internes utilisés pour protéger les condensateurs pour installation de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 Hz et 60 Hz, couverts par la Publication 110 de la CEI: Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24000 Hz.
- 1.2 La présente norme s'applique également aux déconnecteurs internes à surpression utilisés pour protéger les condensateurs autorégénérateurs à diélectrique métallisé.
- 1.3 La présente norme ne s'applique pas aux coupe-circuit et aux déconnecteurs dont les conditions de service sont en général incompatibles avec les prescriptions de la norme, sauf accord différent entre constructeur et acheteur.
- 1.4 Les coupe-circuit et les déconnecteurs répondant à la présente norme sont destinés à isoler les éléments défectueux d'un condensateur ou le condensateur unitaire et permettre ainsi le maintien en service de la partie saine de l'unité et de la batterie à laquelle cette unité est raccordée. Ils ne sont pas destinés à se substituer à un dispositif de coupure, par exemple un disjoncteur, ou à une protection externe de la batterie de condensateurs ou d'une partie de celle-ci.

2. Objet

La présente norme a pour objet:

- de formuler des prescriptions uniformes en ce qui concerne les performances et les essais;
- de fournir un guide pour la coordination de la protection par coupe-circuit et par déconnecteurs.

3. Définitions

- 3.1 Les définitions des parties du condensateur et des accessoires sont conformes à la Publication 110 de la CEI.

Note. — Le mot «élément» dans la présente norme est adopté dans le sens défini par les publications de la CEI concernant les condensateurs et non par les publications de la CEI relatives aux coupe-circuit.

3.2 Coupe-circuit interne

Coupe-circuit connecté à l'intérieur d'une unité en série avec un élément ou un groupe d'éléments.

INTERNAL FUSES AND INTERNAL OVERPRESSURE DISCONNECTORS FOR CAPACITORS FOR INDUCTIVE HEAT GENERATING PLANTS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

- 1.1 This standard applies to internal fuses used to protect capacitors for inductive heat generating plants operating at frequencies between 40 Hz and 60 Hz, in accordance with IEC Publication 110, Recommendation for Capacitors for Inductive Heat Generating Plants Operating at Frequencies between 40 and 24000 Hz.
- 1.2 This standard also applies to internal overpressure disconnectors used to protect self-healing metallized dielectric capacitors.
- 1.3 This standard does not apply to fuses and disconnectors for which the service conditions, in general, are incompatible with the requirements of the standard, unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser.
- 1.4 Fuses and disconnectors conforming to this standard are designed to isolate faulted capacitor elements or capacitor unit, to allow operation of the remaining parts of that capacitor unit and the bank in which the capacitor unit is connected. Such fuses and disconnectors are not a substitute for a switching device such as a circuit-breaker, or the external protection of the capacitor bank, or part thereof.

2. Object

The object of this standard is:

- to formulate uniform requirements regarding performance and testing;
- to provide a guide for co-ordination of fuse and disconnector protection.

3. Definitions

- 3.1 Definitions of capacitor parts and accessories are in accordance with IEC Publication 110.

Note. — The word “element” in this standard is used in accordance with the definitions contained in IEC capacitor publications, and not in accordance with the IEC fuse publications.

3.2 *Internal fuse*

A fuse connected inside a capacitor unit in series with an element or group of elements.

3.3 Déconnecteur interne à surpression

Dispositif de déconnection placé à l'intérieur du condensateur et destiné à interrompre le passage du courant en cas d'augmentation excessive de la pression.

Notes 1. — Ce déconnecteur à surpression n'est pas un appareil limiteur de courant.

2. — Ce type de déconnecteur peut être également placé à l'extérieur de l'unité, mais il est toujours considéré comme faisant partie intégrante du condensateur et doit satisfaire aux mêmes prescriptions et subir avec succès les mêmes essais que le déconnecteur interne à surpression.

3. — Ce dispositif est normalement utilisé avec les condensateurs du type autorégénérateur.

3.4 Protection de la batterie

Terme général désignant tous les dispositifs qui assurent la protection d'une batterie de condensateurs ou d'une partie de celle-ci.

3.5 Protection de déséquilibre

Dispositif sensible à une différence de capacité entre des branches de batterie normalement équilibrées. Cette différence de capacité peut être due au fonctionnement de coupe-circuit ou à l'intervention du déconnecteur, ou au défaut d'isolement dans la batterie.

Note. — D'autres dispositifs de protection, la protection contre les surintensités et la protection de terre par exemple, n'ont pas à être définis car ils sont communément utilisés pour d'autres applications.

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES PERFORMANCES

4. Généralités

- 4.1 Les coupe-circuit sont connectés en série avec les éléments qu'ils doivent isoler si ces éléments deviennent defectueux. Les courant et tension nominaux des coupe-circuit dépendent donc des caractéristiques de l'unité et, dans certains cas, également de la batterie sur laquelle ils sont connectés.

Le fonctionnement des coupe-circuit internes est en général déterminé par l'un des deux facteurs ci-après ou par les deux :

- l'énergie fournie par la décharge des éléments ou des unités connectés en parallèle avec l'élément ou l'unité defectueux.
- le courant à fréquence industrielle à travers le défaut.

- 4.2 Les déconnecteurs sont destinés à interrompre le courant de tous les éléments du condensateur. Le fonctionnement correct des déconnecteurs dépend de l'étanchéité de l'enveloppe durant la vie du condensateur.

5. Prescriptions concernant le fonctionnement

- 5.1 Les coupe-circuit doivent déconnecter les éléments defectueux lorsque le claquage des éléments se produit sous une tension entre les bornes de l'unité, à l'instant du défaut, comprise entre une valeur inférieure u_1 et une valeur supérieure (instantanée) u_2 .

3.3 *Internal overpressure disconnecter*

A disconnecting device inside a capacitor, designed to interrupt the current path in cases of excessive rising pressure.

Notes 1. — This overpressure disconnecter is not a current-limiting fuse.

2. — This type of disconnecter can also be placed outside the capacitor unit, but is still considered an integral part of the capacitor unit, and shall fulfil the same requirements and pass the same tests as the internal overpressure disconnecter.

3. — This device is normally used in capacitors of the self-healing type.

3.4 *Bank protection*

A general term for all protective equipment for a capacitor bank, or part thereof.

3.5 *Unbalance protection*

A device sensitive to capacitance difference between branches of the bank normally in balance with each other. The capacitance difference may be due to a blown fuse(s), or operation of a disconnecter or insulation failure within the bank.

Note. — Other protective devices, such as overcurrent and earth fault protection, are self-explanatory, since they are commonly used for other applications.

SECTION TWO — PERFORMANCE REQUIREMENTS

4. **General**

- 4.1 The fuse is connected in series to the element(s) which the fuse is intended to isolate if the element(s) becomes faulty. The range of currents and voltages for the fuse is therefore dependent on the capacitor design, and in some cases also on the bank in which the fuse is connected.

The operation of an internal fuse is in general determined by one or both of the two following factors:

- the discharge energy from elements or units connected in parallel with the faulty element or unit;
- the power-frequency fault current.

- 4.2 The disconnecter is intended to interrupt the current to all elements of the capacitor. The proper operation of the disconnecter is dependent on the leak-tightness of the container during the life of the capacitor.

5. **Disconnecting requirements**

- 5.1 The fuse shall enable the faulty element to be disconnected when electrical breakdown of elements occurs in a voltage range, in which u_1 is the lowest, and u_2 the highest (instantaneous) value of the voltage between the terminals of the unit at the instant of fault.

Les valeurs recommandées de u_1 et u_2 sont les suivantes :

$$u_1 = 0,8 \sqrt{2} U_N$$

$$u_2 = 2,0 \sqrt{2} U_N$$

Notes 1. — Les valeurs u_1 et u_2 sont basées sur les tensions qui peuvent normalement exister entre les bornes des condensateurs à l'instant où l'élément claque.

Les valeurs u_2 sont de nature transitoire.

L'acheteur doit indiquer si les valeurs u_1 et u_2 diffèrent de celles définies ci-dessus. S'il en est ainsi, les valeurs données aux paragraphes 10.1 et 10.4 doivent être modifiées en conséquence.

2. — Ces prescriptions sont valables pour les batteries équipées de disjoncteurs fonctionnant sans réamorçage. Si les disjoncteurs sont sujets à réamorçage, d'autres prescriptions doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

5.2 Les déconnecteurs doivent isoler les condensateurs défectueux pour des tensions inférieures ou égales à u_3 .

La valeur efficace recommandée est : $u_3 = 1,2 U_N$.

Note. — L'acheteur doit spécifier si cette tension sera dépassée.

6. Prescriptions concernant la tenue

6.1 Après la coupure du circuit, l'intervalle créé par le fonctionnement du coupe-circuit ou par l'intervention du déconnecteur doit supporter respectivement la pleine tension de l'élément, ou la pleine tension entre les bornes du condensateur déconnecté, plus une tension de déséquilibre due à l'ouverture du circuit, ainsi que les surtensions transitoires de courte durée survenant normalement durant la vie du condensateur.

6.2 Au cours de la vie du condensateur, les coupe-circuit et les déconnecteurs doivent être capables de supporter en permanence un courant maximal égal à $1,25 I_N (= 1,14 \times 1,1 \times I_N)$ (voir Publication 110 de la CEI).

Note. — Ces prescriptions ne sont valables que pour les batteries équipées de disjoncteurs fonctionnant sans réamorçage.

Si les disjoncteurs sont sujets à réamorçage, d'autres prescriptions doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

6.3 Les coupe-circuit doivent être capable de supporter les courants d'appel dus aux manœuvres prévues au cours de la vie du condensateur.

En outre, les coupe-circuit doivent être capables de supporter jusqu'à 100 manœuvres d'enclenchement et de coupure par jour. (Voir Publication 110 de la CEI).

6.4 Les coupe-circuit connectés aux éléments non endommagés doivent être capables de supporter les courants de décharge dus au claquage d'éléments.

6.5 Les coupe-circuit et les déconnecteurs doivent être capables de supporter les courants de défaut par court-circuit se produisant à l'extérieur des unités, sur la batterie, dans l'intervalle de tension spécifié au paragraphe 5.1.

The recommended values for u_1 and u_2 are the following:

$$u_1 = 0.8 \sqrt{2} U_N$$

$$u_2 = 2.0 \sqrt{2} U_N$$

Notes 1. — The u_1 and u_2 values above are based on the voltage that may normally occur across the capacitor unit terminals at the instant of electrical breakdown of the element.

The u_2 values are of a transient nature.

The purchaser shall specify if the u_1 and u_2 values differ from the stated ones. If so the values stated in Sub-clauses 10.1 and 10.4 shall be changed accordingly.

2. — The requirements are valid for capacitors switched by a restrike-free circuit-breaker. If the breakers are not restrike-free, other requirements shall be agreed between manufacturer and purchaser.

- 5.2 The disconnector shall enable the faulty capacitor unit to be disconnected for voltages up to and including u_3 .

The recommended r.m.s. value is $u_3 = 1.2 U_N$.

Note. — The purchaser shall specify if this voltage will be exceeded.

6. Withstand requirements

- 6.1 After operation, the fuse assembly and the disconnector must withstand full element voltage and full voltage between the terminals of the disconnected capacitor respectively, plus any unbalance voltage due to fuse or disconnector action, and any short-time transient overvoltages normally experienced during the life of the capacitor.

- 6.2 The fuse and the disconnector shall, during the life of the capacitor, be able to carry continuously a maximum current of $1.25 I_N (= 1.14 \times 1.1 \times I_N)$ (see IEC Publication 110).

Note. — The requirements are valid if the capacitors are switched by a restrike-free circuit-breaker.

If the breakers are not restrike-free, other requirements are to be agreed between manufacturer and purchaser.

- 6.3 The fuse and the disconnector shall be capable of withstanding the inrush-currents due to the switching operation expected during the life of the capacitor.

In addition, the fuse shall be able to withstand continuously 100 switching operations daily (see IEC Publication 110).

- 6.4 The fuse connected to the undamaged element(s) must be able to carry the discharge currents due to the breakdown of element(s).

- 6.5 The fuses and disconnectors must be able to carry the currents due to short-circuit faults external to the unit(s) on the bank occurring within the voltage range in accordance with Sub-clause 5.1.

SECTION TROIS — ESSAIS

7. Essais individuels

Les essais individuels ne sont pas nécessaires.

8. Essais de type

8.1 Les essais de type sont les suivants:

- Essai de décharge (article 9).
- Essai de fonctionnement des coupe-circuit (article 10).
- Essai de fonctionnement du déconnecteur (article 11).

En outre, les coupe-circuit et les déconnecteurs doivent être capables de supporter tous les essais de type des condensateurs prévus par la Publication 110 de la CEI.

8.2 Les essais de type des coupe-circuit sont effectués, au choix du constructeur, soit sur une unité complète, soit sur deux unités, l'une d'elles étant essayée à la tension limite inférieure indiquée au paragraphe 10.1 et l'autre à la tension limite supérieure.

Ces unités doivent avoir subi avec succès tous les essais individuels prévus par la Publication 110 de la CEI.

Note. — En raison des conditions d'essai, de mesure et de sécurité, quelques modifications peuvent être apportées aux unités soumises aux essais: par exemple, celles qui sont indiquées à l'annexe B. Voir les différentes méthodes d'essai à l'annexe B.

8.3 Les essais de type des déconnecteurs sont effectués sur un condensateur unitaire qui a subi avec succès tous les essais individuels prévus par la Publication 110 de la CEI.

8.4 Les essais de type sont valables s'ils sont effectués sur un condensateur de conception identique à celle du condensateur proposé ou ne s'en écartant pas au point d'affecter les propriétés qui doivent être contrôlées par les essais de type.

9. Essai de décharge

9.1 Les coupe-circuit et les déconnecteurs doivent être soumis à cinq décharges en 10 min. Le condensateur est chargé sous une tension continue de $2,5 U_N$, et déchargé à travers un éclateur situé aussi près que possible du condensateur sans qu'une impédance additionnelle soit ajoutée au circuit.

9.2 Afin de contrôler si les coupe-circuit ou le déconnecteur n'ont pas fonctionné, on doit mesurer la capacité avant et après l'essai. On doit utiliser une méthode de mesure suffisamment sensible pour détecter la variation de capacité due au fonctionnement d'un coupe-circuit.

10. Essai de fonctionnement des coupe-circuit

10.1 Modalité d'essai

L'essai de fonctionnement des coupe-circuit est effectué à courant alternatif, d'abord à la tension de $0,8 U_N$, et, ensuite, le plus rapidement possible après le fonctionnement d'un coupe-circuit, à la tension de $2,2 U_N$ jusqu'à ce qu'un autre coupe-circuit ait fonctionné.

SECTION THREE — TESTS

7. Routine tests

No routine tests are required.

8. Type tests

8.1 The type tests comprise:

- Discharge test (Clause 9).
- Disconnecting test on fuses (Clause 10).
- Disconnecting test on disconnector (Clause 11).

In addition, the fuses and disconnectors shall be able to withstand all type tests of the capacitor units in accordance with IEC Publication 110.

8.2 Type tests of fuses are performed either on one complete capacitor unit or, at the choice of the manufacturer, on two units, one unit being tested at the lower voltage limit, in accordance with Sub-clause 10.1 and one unit at the upper voltage limit.

The unit(s) shall have passed all routine tests stated in IEC Publication 110.

Note. — Due to testing, measuring and safety circumstances, it may be necessary to make modifications to the unit(s) under test; for example, those indicated in Appendix B. See also the different test methods given in Appendix B.

8.3 Type tests of disconnectors are performed on a capacitor unit that shall have passed all routine tests stated in IEC Publication 110.

8.4 Type tests are considered valid if they are performed on capacitors of a design identical with that of the capacitor offered, or on a capacitor of a design that does not differ from it in any way that might affect the properties to be checked by the type tests.

9. Discharge test

9.1 The fuses and disconnectors shall be subjected to five discharges within 10 min from a d.c. voltage equal to $2.5 U_N$ through a gap situated as close as possible to the capacitor, without any additional impedance in the circuit.

9.2 To prove that the fuses or disconnector have not operated, a capacitance measurement shall be made before and after the test. A measuring method shall be used that is sufficiently sensitive to detect the capacitance change caused by one blown fuse.

10. Disconnecting test on fuses

10.1 Test procedure

The disconnecting test on fuses is performed first at the lower a.c. test voltage of $0.8 U_N$ and then, as soon as possible after the blowing of one fuse, at the upper a.c. test voltage of $2.2 U_N$, until the blowing of another fuse.

Quelques méthodes d'essai sont indiquées à l'annexe B.

Note. — Si l'essai est effectué sous tension continue, la tension d'essai doit être égale à $\sqrt{2}$ fois la tension d'essai alternative correspondante.

10.2 *Mesure de la capacité*

Après l'essai, la capacité doit être mesurée afin de vérifier si les coupe-circuit ont fonctionné.

On doit utiliser une méthode de mesure suffisamment sensible pour détecter la variation de capacité due au fonctionnement d'un coupe-circuit.

10.3 *Inspection de l'unité*

Avant l'ouverture de l'enveloppe, on ne doit y constater aucune déformation significative.

Après l'ouverture de l'enveloppe, on doit contrôler si la situation est bien la suivante :

- a) aucune déformation significative des coupe-circuit sains ne doit apparaître;
- b) un seul coupe-circuit supplémentaire (ou le dixième du total de ceux qui protègent des éléments directement raccordés en parallèle) a été détérioré (annexe B, note 1). Si la méthode b) de l'annexe B est utilisée, on tiendra compte de la note incluse.

Note. — Un noircissement peu marqué de l'imprégnant n'influe pas sur la qualité du condensateur.

10.4 *Essai diélectrique après l'ouverture de l'enveloppe*

Un essai diélectrique doit être effectué en appliquant pendant 10 s une tension continue égale à 3,5 fois la tension nominale de l'élément entre l'élément claqué et la borne opposée du coupe-circuit qui a fonctionné. Pendant cet essai, l'intervalle entre les bornes du coupe-circuit doit être noyé dans l'imprégnant. Aucun claquage ne doit se produire entre les bornes du coupe-circuit.

Note. — Sur accord entre le constructeur et l'acheteur, dans le cas des unités ayant tous leurs éléments en parallèle, cet essai peut être remplacé par un essai sous tension alternative exécuté avant l'ouverture de l'unité. La valeur de la tension d'essai est obtenue en divisant par $\sqrt{2}$ celle définie ci-dessus.

11. **Essai de fonctionnement du déconnecteur**

11.1 *Modalité d'essai*

Le condensateur est préchauffé dans une étuve, avant l'application de la tension d'essai, jusqu'à ce que toutes ses parties atteignent la température de 60 °C.

Une tension alternative d'essai égale à 1,6 U_N doit être appliquée, jusqu'au moment où le déconnecteur interrompt le courant à travers le condensateur.

Si le déconnecteur n'a pas fonctionné au bout de 8 h, la tension d'essai doit être élevée à 1,75 U_N .

Si, après une nouvelle période de 8 h, le déconnecteur n'a pas encore fonctionné, la tension d'essai est élevée à une valeur finale de 2 U_N jusqu'à interruption du courant.

Si l'interruption ne se produit pas, la température peut être augmentée au choix du constructeur.

Note. — Des précautions doivent être prises, durant l'exécution de l'essai, contre une explosion possible de l'unité.

11.2 *Mesure de la capacité*

Après l'essai, la capacité doit être mesurée pour contrôler si le déconnecteur a fonctionné.

Certain test methods are indicated in Appendix B.

Note. — If the test is carried out with d.c., the test voltage shall be $\sqrt{2}$ times the corresponding a.c. test voltage.

10.2 Capacitance measurement

After the test, capacitance shall be measured to prove that the fuse(s) has (have) blown.

A measuring method shall be used that is sufficiently sensitive to detect the capacitance change caused by one blown fuse.

10.3 Inspection of the unit

Before opening, no significant deformation of the container shall be apparent.

After opening the container, a check should be made to ensure that:

- a) no significant deformation of sound fuses is apparent;
- b) not more than one additional fuse (or one-tenth of fused elements directly in parallel) has been damaged (Appendix B, Note 1). If method b) in Appendix B is used, the note must be observed.

Note. — A small amount of blackening of the impregnant will not affect the quality of the capacitor.

10.4 Voltage test after opening the container

A voltage test shall be carried out by applying for 10 s a d.c. test voltage equal to 3.5 times the rated voltage of the elements across the broken down element and the gap in its blown fuse. During the test, the gap shall be in the impregnant. No breakdown over the fuse gap is allowed.

Note. — On agreement between manufacturer and purchaser this test, for units with all elements in parallel, can be replaced by an a.c. test before the opening of the unit. The test voltage shall then be the aforementioned value divided by $\sqrt{2}$.

11. Disconnecting test on disconnector

11.1 Test procedure

The capacitor is preheated in a chamber before applying the test voltage until all parts reach a temperature of 60 °C.

An a.c. test voltage of $1.6 U_N$ shall be applied until the disconnector interrupts the current through the capacitor.

If the disconnector does not operate within 8 h, the test voltage is raised to $1.75 U_N$.

If, after a further 8 h, the disconnector still has not operated, the test voltage should finally be raised to $2 U_N$, until the current is interrupted.

If no interruption is achieved, the temperature may be further raised at the option of the manufacturer.

Note. — Precautions shall be taken when performing this test against the possible explosion of a capacitor unit.

11.2 Capacitance measurement

After the test, capacitance shall be measured to prove that the disconnector has operated.

11.3 Inspection de l'unité

De légères traces d'imprégnant sur l'extérieur de l'enveloppe sont tolérées.

11.4 Essais diélectriques

On doit effectuer un essai diélectrique entre bornes en appliquant pendant une durée de 10 s une tension alternative égale à $2,15 U_N$ ou une tension continue égale à $4,3 U_N$.

En outre, on doit effectuer un essai diélectrique entre les bornes et l'enveloppe en appliquant pendant une durée de 10 s la tension d'essai fixée par la Publication 110 de la CEI.

Les tensions d'essai doivent être appliquées après refroidissement du condensateur jusqu'à la température ambiante.

Aucun claquage interne n'est toléré.

Note. — Le courant doit être enregistré durant l'essai.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60594:1977

11.3 *Inspection of the unit*

Only slight traces of impregnant on the outside of the capacitor are allowed.

11.4 *Voltage tests*

A voltage test between terminals shall be carried out by applying, for 10 s, an a.c. voltage equal to $2.15 U_N$, or a d.c. voltage equal to $4.3 U_N$.

In addition, a voltage test between terminals and container shall be made by applying, for 10 s, the test voltage given by IEC Publication 110.

The test voltage shall be applied after the capacitor has cooled to room temperature.

No internal breakdown is allowed.

Note. — The current shall be recorded during the test.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60594:1977

ANNEXE A

GUIDE POUR LA COORDINATION DE LA PROTECTION PAR COUPE-CIRCUIT ET DÉCONNECTEURS

Généralités

Le coupe-circuit est connecté en série avec l'élément qu'il doit isoler si celui-ci devient défectueux. Si un élément claque, il sera isolé, par le coupe-circuit correspondant, du reste du condensateur, ce qui permet à l'unité d'assurer son service. Le fonctionnement d'un ou de plusieurs coupe-circuit provoque des modifications de tension sur la batterie lorsque la connexion en série est utilisée.

La tension aux bornes des unités saines ne doit pas dépasser la valeur indiquée par la norme appropriée.

Par suite de la connexion interne des unités, le fonctionnement d'un ou de plusieurs coupe-circuit peut aussi provoquer une variation de la tension à l'intérieur de l'unité.

Les éléments restants de la série seront soumis à une augmentation de la tension de travail, et le constructeur devra donner, sur demande, les renseignements sur l'élévation de tension provoquée par les coupe-circuit ayant fonctionné.

Une disposition type de déconnecteurs internes à surpression, dans le cas d'une unité triphasée, est représentée sur la figure 1, page 20.

La figure 2, page 21, indique le principe de fonctionnement d'un déconnecteur interne à surpression.

Du fait des propriétés d'autorégénération du condensateur, les claquages ne sont pas dangereux et n'augmentent pas le courant de façon significative. Toutefois, en cas d'augmentation de la pression, causée par exemple par une instabilité thermique qui peut se produire à la fin de la vie du condensateur ou, dans certains cas, à la suite d'un nombre excessif de claquages autorégénérateurs dus à d'importantes surcharges, les condensateurs de puissance autorégénérateurs doivent être protégés par un déconnecteur interne à surpression.

Coordination de la protection

La protection d'une batterie de condensateurs doit agir sélectivement.

Le premier palier est assuré par les coupe-circuit de chaque élément ou par le déconnecteur.

Le second palier est assuré par le relais de protection de la batterie (par exemple: protection de déséquilibre ou de surintensité).

Le troisième palier est assuré par la protection du réseau ou de l'équipement.

Notes 1. — Compte tenu de la puissance de la batterie, du système de protection par relais, etc., les trois paliers ne sont pas nécessairement utilisés dans toutes les batteries.

2. — Dans les batteries importantes, on peut utiliser un palier avec fonctionnement d'un signal d'alarme.

3. — A moins que le fonctionnement des coupe-circuit ne soit toujours provoqué par l'énergie de décharge sous la tension définie au paragraphe 5.1, le constructeur doit fournir les caractéristiques temps/courant ainsi que les tolérances des coupe-circuit.

APPENDIX A

GUIDE FOR CO-ORDINATION OF FUSE AND DISCONNECTOR PROTECTION

General

The fuse is connected in series with the element that the fuse is designed to isolate, if the element becomes faulty. After the breakdown of an element, the fuse connected to it will blow, and isolate it from the remaining part of the capacitor, which allows the unit to continue in service. The blowing of one or more fuses will cause voltage changes within the bank, when series connection is used.

The voltage across sound unit(s) must not exceed the value given in the relevant standard.

Depending on the internal connection of the units, the blowing of one or more fuses may also cause a change of voltage within the unit.

The remaining elements in a series group will have an increased working voltage, and the manufacturer shall, on request, give details of the voltage rise caused by blown fuses.

A typical arrangement of internal overpressure disconnectors in a three-phase unit can be seen in Figure 1, page 20.

In Figure 2, page 21, the operational principle of the internal overpressure disconnector can be seen.

Because of the self-healing properties of the capacitor, breakdowns are not dangerous and do not increase the current significantly. But, in the event of rising pressure (e.g., caused by thermal instability, which may occur at the end of the life of the capacitor, or, in some cases, by an excessive number of self-healing breakdowns, caused by extreme overloads) the self-healing power capacitor should be protected by an internal overpressure disconnector.

Protection sequence

The protection of a capacitor bank must operate selectively.

The first step is the fusing of the element(s) or the operation of the disconnector.

The second step is the relay protection of the bank (e.g. overcurrent or unbalance protection).

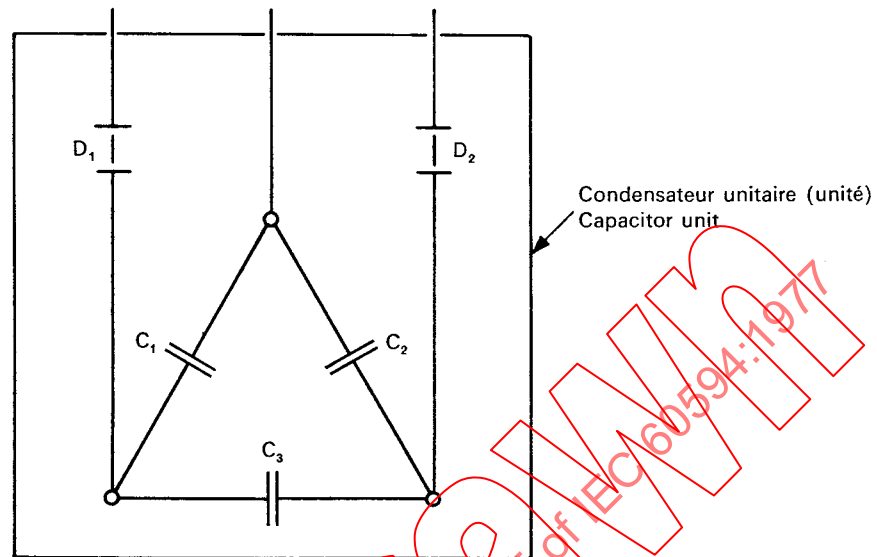
The third step is network or plant protection.

Notes 1. — Depending on the output of the bank, the design of the relay protection etc., all the three steps are not necessarily used in all capacitor banks.

2. — In large banks, an alarm stage may also be used.

3. — Unless the fuse always blows as a result of discharge energy within the voltage range in Sub-clause 5.1, the manufacturer shall provide the current/time characteristic and tolerances of the fuse.

Disposition type de déconnecteurs internes à surpression
Typical arrangement of internal overpressure disconnectors



297/77

FIG. 1. — Schéma d'une unité triphasée, connectée en triangle, avec deux déconnecteurs à surpression (D_1 et D_2).
Lay-out of a three-phase delta-connected capacitor unit, with two overpressure disconnectors (D_1 and D_2).

Principe de fonctionnement de déconnecteurs internes à surpression

Operational principle of internal overpressure disconnectors

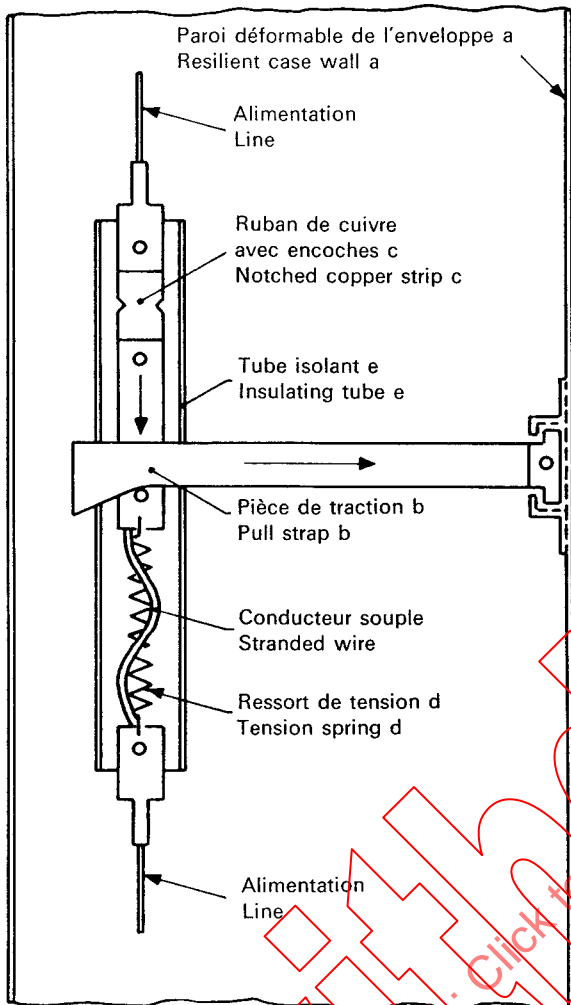


FIGURE 2a 298/77

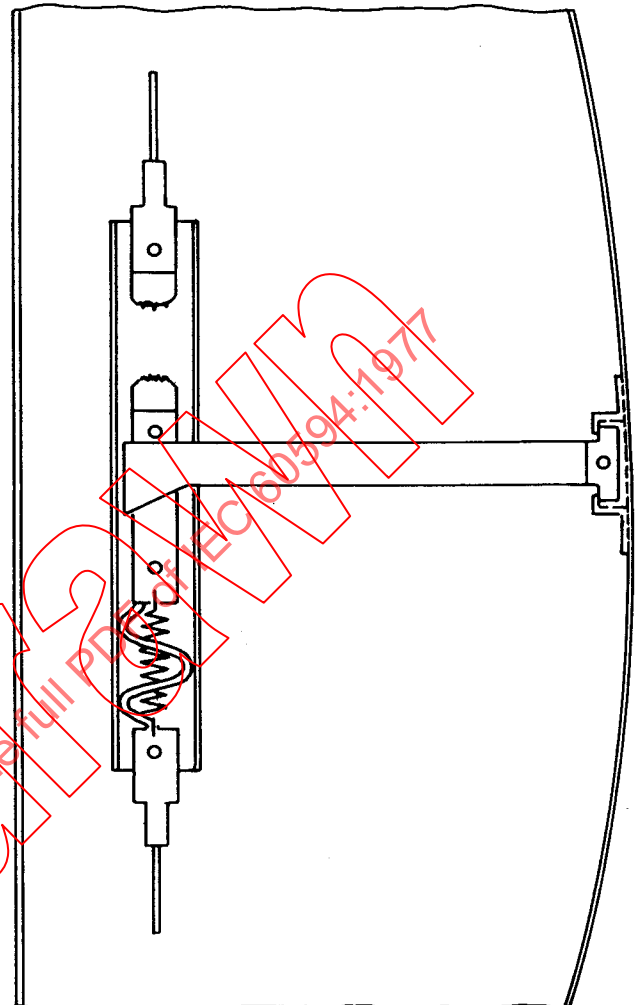


FIGURE 2b 299/77

FIG. 2. — Principe de fonctionnement d'un déconnecteur à surpression pour condensateur de puissance autorégénérateur à moyenne tension.

En cas d'augmentation de la pression, le condensateur se gonfle et la paroi de l'enveloppe a se déforme. Par l'intermédiaire de la pièce de traction b, le ruban de cuivre c est déchiré en deux parties. Grâce à l'action du ressort d, le courant est interrompu et l'arc est éteint très rapidement car le déconnecteur est installé dans un tube isolant et rempli d'huile.

Les figures 2a et 2b montrent le déconnecteur à surpression avant et après son fonctionnement.

Principle of design for an overpressure disconnector for self-healing, medium-voltage power capacitors.

In the event of rising pressure, a resilient wall a of the container bulges out. By movement of the pull strap b, the notched copper strip c is torn into two sections. By the action of the tension spring d, the current is interrupted and the arc is extinguished very quickly, because the disconnector is installed in an oil-filled insulating tube e.

Figures 2a and 2b show the overpressure disconnector before and after operation.

ANNEXE B

MÉTHODES D'ESSAI POUR L'ESSAI DE FONCTIONNEMENT DES COUPE-CIRCUIT INTERNES

Généralités

On doit utiliser l'une des méthodes *a)*, *b)*, *c)*, ou une méthode de remplacement.

A défaut d'accord, le choix est laissé au constructeur; voir la note du paragraphe 8.2.

Notes 1. — Au cours de l'essai effectué à la tension la plus élevée, un seul coupe-circuit supplémentaire (ou le dixième du total de ceux qui protègent des éléments directement raccordés en parallèle) connecté à un élément sain, peut être endommagé.

2. — La tension d'essai doit être maintenue quelques secondes après le claquage, pour avoir la certitude que le coupe-circuit a interrompu correctement le circuit sans l'aide de l'interrupteur de la source d'alimentation.
3. — Dans certains cas spéciaux, il peut être nécessaire d'effectuer des essais jusqu'à l'obtention de deux claquages (ou plus) d'éléments de condensateur. Le nombre de claquages à chaque tension limite sera, dans ce cas, fixé par accord entre le constructeur et l'acheteur. Si le nombre de claquages est trop important, il peut être nécessaire d'augmenter les valeurs des tensions données au paragraphe 10.4.
4. — Si, durant la fusion du coupe-circuit, la chute de tension aux bornes de l'unité en essai est égale ou inférieure à 20%, le nombre de condensateurs connectés en parallèle avec l'unité en essai est sans importance (prescription relative aux conditions d'essai).
5. — Si la chute de tension aux bornes du groupe d'éléments reliés en parallèle avec l'élément claqué est supérieure à 20%, des précautions doivent être prises pour s'assurer que l'énergie stockée dans les éléments reliés en parallèle et le courant à fréquence industrielle que peut fournir l'installation d'essai représentent bien les conditions de service. Des essais doivent être effectués pour montrer que le fonctionnement des coupe-circuit est satisfaisant.
6. — Des précautions doivent être prises, durant l'exécution de l'essai, contre une explosion possible du condensateur unitaire.

a) Préchauffage du condensateur

L'unité est préchauffée dans une étuve avant d'appliquer la tension alternative d'essai à la limite inférieure. La température de préchauffage (100°C à 150°C) est choisie par le constructeur de façon que le premier claquage survienne au bout d'une durée assez courte (de quelques minutes à quelques heures).

Une température de préchauffage plus basse doit être utilisée pour réaliser l'essai à la tension limite supérieure, afin d'éviter que des claquages ne se produisent avant que la tension d'essai ne soit atteinte.

L'intensité du courant à travers le condensateur doit être enregistrée durant l'essai.

Note. — Pour éviter une pression interne trop forte de l'imprégnant par suite de la température élevée, l'unité peut être équipée d'un tube d'expansion muni d'une vanne qui sera fermée lors de la mise sous tension.

b) Perçage mécanique de l'élément

Le perçage mécanique de l'élément est réalisé au moyen d'une pointe enfoncée par un trou préalablement percé dans l'enveloppe. La tension d'essai peut être continue ou alternative, le choix étant laissé au constructeur.