

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 595
Première édition — First edition
1977

Coupe-circuit internes pour condensateurs série

Internal fuses for series capacitors



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
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**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

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.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

Terminology

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.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 595

Première édition — First edition

1977

Coupe-circuit internes pour condensateurs série

Internal fuses for series capacitors



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	6
3. Définitions	6

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES PERFORMANCES

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

SECTION TROIS — ESSAIS

7. Essais individuels	10
8. Essais de type	10
9. Essai de décharge	10
10. Essai de fonctionnement	10

ANNEXE A — Guide pour la coordination de la protection par coupe-circuit	14
--	----

ANNEXE B — Méthodes d'essai pour l'essai de fonctionnement des coupe-circuit internes	16
---	----

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	9

SECTION THREE — TESTS

7. Routine tests	11
8. Type tests	11
9. Discharge test	11
10. Disconnecting test	11

APPENDIX A — Guide for co-ordination of fuse protection	15
---	----

APPENDIX B — Test procedures for the disconnecting test on internal fuses	17
---	----

WATERMARK: IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60595:1977

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COUPE-CIRCUIT INTERNES POUR CONDENSATEURS SÉRIE

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 destinés à protéger les condensateurs couverts par la Publication 143 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 liés à la Publication 143 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
Danemark	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
Finlande	Suède
France	Suisse
Israël	Turquie

Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:

Publication n° 143: Condensateurs-série destinés à être installés sur des réseaux.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INTERNAL FUSES FOR SERIES CAPACITORS

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 to be used for protection of capacitors covered by IEC Publication 143.

Drafts concerning internal fuses and internal disconnectors for the protection of the different types of capacitor were discussed at the meeting 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 linked with IEC Publication 143 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
Denmark	Romania
Finland	South Africa (Republic of)
France	Sweden
Germany	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America

Other IEC publication quoted in this standard:

Publication No. 143: Series Capacitors for Power Systems.

COUPE-CIRCUIT INTERNES POUR CONDENSATEURS SÉRIE

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

- 1.1 La présente norme s'applique aux coupe-circuit internes utilisés pour protéger les condensateurs série destinés à être installés sur des réseaux couverts par la Publication 143 de la CEI: Condensateurs-série destinés à être installés sur des réseaux.
- 1.2 La présente norme ne s'applique pas aux coupe-circuit dont les conditions de service sont en général incompatibles avec les prescriptions de la norme, sauf accord différent entre constructeur et acheteur.
- 1.3 Les coupe-circuit 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.

3. Définitions

- 3.1 Les définitions des parties du condensateur et des accessoires sont conformes à la Publication 143 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.

3.3 *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.

3.4 *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 au claquage d'éléments de 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.

INTERNAL FUSES FOR SERIES CAPACITORS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

- 1.1 This standard applies to internal fuses used to protect series capacitors for power systems in accordance with IEC Publication 143, Series Capacitors for Power Systems.
- 1.2 This standard does not apply to fuses for which the service conditions, in general, are incompatible with the requirements of the standard, unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser.
- 1.3 Fuses conforming to this standard are designed to isolate faulted capacitor elements to allow operation of the remaining parts of that capacitor unit and the bank in which the capacitor unit is connected. Such fuses 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 protection.

3. Definitions

- 3.1 Definitions of capacitor parts and accessories are in accordance with IEC Publication 143.

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 *Bank protection*

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

3.4 *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 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 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 défectueux. 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 défectueux ;
- le courant à fréquence industrielle à travers le défaut.

5. Prescriptions concernant le fonctionnement

Les coupe-circuit doivent déconnecter les éléments défectueux 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 .

Les valeurs recommandées de u_1 et u_2 sont les suivantes :

$$u_1 = 0,5 \sqrt{2} U_N$$

$$u_2 = \sqrt{2} U_{\text{lim}}$$

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. — La valeur u_2 ne peut être supérieure en raison du fonctionnement de l'éclateur. Des tensions inférieures à la valeur u_1 peuvent se produire en service mais des claquages sont improbables dans ces conditions.

6. Prescriptions concernant la tenue

- 6.1 Après la coupure du circuit, l'intervalle créé par le fonctionnement du coupe-circuit doit supporter la pleine tension de l'élément, 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 doivent être capables de supporter, en permanence, un courant maximal égal à l'intensité maximale spécifiée dans la Publication 143 de la CEI.
- 6.3 Les coupe-circuit connectés aux éléments non endommagés doivent être capables de supporter les courants de décharge dus au claquage d'éléments.
- 6.4 Les coupe-circuit 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 à l'article 5.

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.

5. Disconnecting requirements

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.

The recommended values for u_1 and u_2 are the following:

$$u_1 = 0.5 \sqrt{2} U_N$$

$$u_2 = \sqrt{2} U_{lim}$$

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 u_2 value cannot be exceeded due to the spark-gap. A lower voltage than the u_1 value can occur in service, but breakdowns are unlikely to take place under these conditions.

6. Withstand requirements

- 6.1 After operation, the fuse assembly must withstand full element voltage plus any unbalance voltage due to fuse action, and any short-time transient overvoltages normally experienced during the life of the capacitor.
- 6.2 The fuse shall, during the life of the capacitor, be able to carry continuously maximum currents equal to those stated in IEC Publication 143.
- 6.3 The fuse connected to the undamaged element(s) must be able to carry the discharge currents due to the breakdown of element(s).
- 6.4 The fuses 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 Clause 5.

SECTION TROIS — ESSAIS

7. Essais individuels

Les coupe-circuit doivent être capables de supporter une décharge non amortie à une tension d'au moins $1,7 U_N (= 1,2 \times \sqrt{2} \times U_N)$ à laquelle le condensateur doit être soumis (voir la Publication 143 de la CEI).

8. Essais de type

8.1 Les essais de type sont les suivants:

- Essai de décharge (article 9).
- Essai de fonctionnement (article 10).

En outre, les coupe-circuit doivent être capables de supporter tous les essais de type des condensateurs prévus par la Publication 143 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 143 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 aussi les différentes méthodes d'essai à l'annexe B.

8.3 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 doivent être soumis à l'essai de décharge prévu par la Publication 143 de la CEI.

Note. — L'essai de décharges partielles prévu par la publication mentionnée ci-dessus n'est pas applicable.

9.2 Afin de contrôler si les coupe-circuit 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 à la fusion d'un coupe-circuit.

10. Essai de fonctionnement

10.1 Modalités d'essai

L'essai de fonctionnement des coupe-circuit est effectué à courant alternatif, d'abord à la tension de $0,5 U_N$ et ensuite, le plus rapidement possible après le fonctionnement d'un coupe-circuit, à la tension de $1,1 U_{lim}$ jusqu'à ce qu'un autre coupe-circuit ait fonctionné.

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.

SECTION THREE — TESTS

7. Routine tests

The fuses shall be able to withstand one undamped discharge from a unit charged to a voltage of at least $1.7 U_N (= 1.2 \times \sqrt{2} \times U_N)$, (see IEC Publication 143).

8. Type tests

8.1 The type tests comprise:

- Discharge test (Clause 9).
- Disconnecting test (Clause 10).

In addition, the fuses shall be able to withstand all type tests of the capacitor units in accordance with IEC Publication 143.

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 143.

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 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 shall be subjected to the discharge test stated in IEC Publication 143.

Note. — The partial discharge test of the above-mentioned publication does not apply.

9.2 To prove that the fuses 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

10.1 Test procedure

The disconnecting test on fuses is performed first at the lower a.c. test voltage of $0.5 U_N$ and then, as soon as possible after the blowing of one fuse, at the upper a.c. test voltage of $1.1 U_{lim}$, until the blowing of another fuse.

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 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 $1,7 U_{\text{lim}}$ 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 indiquée ci-dessus.

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 d.c. test voltage equal to $1.7 U_{lim}$ shall be applied for 10 s 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 above value divided by $\sqrt{2}$.

ANNEXE A

GUIDE POUR LA COORDINATION DE LA PROTECTION PAR COUPE-CIRCUIT

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.

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.

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.

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 à l'article 5, le constructeur doit fournir les caractéristiques temps/courant ainsi que les tolérances des coupe-circuit.

APPENDIX A

GUIDE FOR CO-ORDINATION OF FUSE 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.

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.

Protection sequence

The protection of a capacitor bank must operate selectively.

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

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 Clause 5, the manufacturer shall provide the current/time characteristic and tolerances of the fuse.

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.

APPENDIX B

TEST PROCEDURES FOR THE DISCONNECTING TEST ON INTERNAL FUSES

General

One of the test procedures *a)*, *b)*, *c)*, or an alternative method, shall be used.

If no agreement has been reached, the choice is left to the manufacturer, see also the note to Sub-clause 8.2.

Notes 1. — At the upper voltage limit, one additional fuse (or one-tenth of the fused elements directly in parallel) connected to a sound element(s) is allowed to be damaged.

2. — The test voltage shall be maintained some seconds after a breakdown, to ensure that the fuse has disconnected correctly, unaided by disconnection of the power supply.
3. — In special cases, it may be necessary to extend the tests until two or more breakdowns of capacitor elements have occurred. The number of breakdowns at each voltage limit shall in such cases be subject to agreement between manufacturer and purchaser. If the number of breakdowns is exceeded, the voltages stated in Sub-clause 10.4 may have to be increased.
4. — If the fuse action is such that the voltage drop across the tested unit is equal or less than 20%, the number of capacitors in parallel with the tested unit is of no importance (test condition requirement).
5. — If the voltage drop is more than 20% across the group parallel to the faulty element, precautions must be taken to make certain that the parallel stored energy and the power-frequency fault current available from the system, are representative of service conditions. A test shall then be made to demonstrate satisfactory operation of the fuse.
6. — Precaution shall be taken when performing this test against the possible explosion of a capacitor unit.

a) Capacitor preheating

The capacitor unit is preheated in a chamber before applying the a.c. test voltage at the lower limit. Preheating temperature (100 °C to 150 °C) is chosen by the manufacturer to achieve a practical short time (some minutes to some hours) to the first breakdown.

A lower preheating temperature should be used when applying the test voltage at the higher voltage limit, to avoid breakdowns before reaching the test voltage.

Capacitor current is to be recorded during the test.

Note. — To prevent excessive internal liquid pressure due to high temperature, the unit may be equipped with a relief tube including a valve which must be closed at the instant of applying the test voltage.

b) Mechanical puncture of the element

Mechanical puncture of the element is made by a nail, which is forced into the element through a pre-drilled hole in the container. The test voltage may be d.c. or a.c., the choice being left to the manufacturer.