COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 593

Première édition — First edition

1977

Coupe-circuit internes et déconnecteurs internes à surpression pour condensateurs shunt

Internal fuses and internal overpressure disconnectors for shunt capacitors

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977

Withdrawn

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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60593:1977

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 593

Première édition — First edition

1977

Coupe-circuit internes et déconnecteurs internes à surpression pour condensateurs shunt

Internal fuses and internal overpressure disconnectors for shunt capacitors

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977

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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
1, rue de Varembé
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 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 14
11. Essai de fonctionnement du déconnecteur 16

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60093:1977
Withdrawn

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 15
11. Disconnecting test on disconnector 17

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

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

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COUPE-CIRCUIT INTERNES ET DÉCONNECTEURS INTERNES À SURPRESSION POUR CONDENSATEURS SHUNT

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 les Publications 70 et 70A 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 aux Publications 70 et 70A 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

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n^{os} 70: Condensateurs de puissance.
70A: Premier complément: Condensateurs de puissance autorégénérateurs métallisés.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60931:1977
Withdrawn

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INTERNAL FUSES AND INTERNAL OVERPRESSURE DISCONNECTORS FOR SHUNT 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 and internal overpressure disconnectors to be used for protection of capacitors covered by IEC Publications 70 and 70A.

Drafts concerning internal fuses and internal disconnectors for the protection of the different types of capacitors 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 Publications 70 and 70A 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 publications quoted in this standard:

Publications Nos. 70: Power Capacitors.
70A: First supplement: Self-healing Metallized Power Capacitors.

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

COUPE-CIRCUIT INTERNES ET DÉCONNECTEURS INTERNES À SURPRESSION POUR CONDENSATEURS SHUNT

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

1.1 La présente norme s'applique aux coupe-circuit internes utilisés pour protéger les condensateurs shunt couverts par la Publication 70 de la CEI: Condensateurs de puissance.

1.2 La présente norme s'applique également aux déconnecteurs internes à surpression utilisés pour protéger les condensateurs autorégénérateurs à diélectrique métallisé, couverts par la Publication 70A de la CEI: Premier complément: Condensateurs de puissance autorégénérateurs métallisés.

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 règles 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 aux Publications 70 et 70A 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 *Déconnecteur interne à surpression*

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60549:1977
Withdrawn

INTERNAL FUSES AND INTERNAL OVERPRESSURE DISCONNECTORS FOR SHUNT CAPACITORS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

1.1 This standard applies to internal fuses used to protect shunt capacitors in accordance with IEC Publication 70, Power Capacitors:

1.2 This standard also applies to internal overpressure disconnectors used to protect self-healing metallized dielectric capacitors in accordance with IEC Publication 70A, First supplement: Self-healing Metallized Power 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 Publications 70 and 70A.

Note. — The word "element" in this standard is used in accordance with the definitions contained in IEC capacitor publications, and not in accordance with 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 *Internal overpressure disconnector*

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

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 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.

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 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 données au tableau I.

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977

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

2. — This type of disconnector 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 disconnector.

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 disconnector 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 disconnector is intended to interrupt the current to all elements of the capacitor. The proper operation of the disconnector 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 is 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 given in Table I.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

TABLEAU I

Tension nominale de la batterie	u_1 (valeur inférieure)	u_2 (valeur supérieure)
Inférieure ou égale à 660 V	$0{,}9\sqrt{2}\,U_N$	$1{,}5\sqrt{2}\,U_N$
Supérieure à 660 V	$0{,}9\sqrt{2}\,U_N$	$2{,}0\sqrt{2}\,U_N$

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, et on a tenu compte de l'amortissement plus important des circuits à basse tension.
L'acheteur doit indiquer si les valeurs u_1 et u_2 diffèrent de celles qui figurent au tableau I. S'il en est ainsi, les valeurs données aux tableaux III et IV 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 la fusion 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 $1{,}43\,I_N$ ($= 1{,}30 \times 1{,}1 \times I_N$) (voir Publication 70 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 capables de supporter les courants d'appel dus aux manœuvres prévues au cours de la vie du condensateur.

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 tableau I.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60598-1977
Withdrawn

TABLE I

Rated bank voltage	u_1 (lower limit)	u_2 (upper limit)
Up to 660 V	$0.9\sqrt{2}\,U_N$	$1.5\sqrt{2}\,U_N$
Above 660 V	$0.9\sqrt{2}\,U_N$	$2.0\sqrt{2}\,U_N$

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, and allowance has been made for increased damping at low voltage.

The purchaser shall specify if the u_1 and u_2 values differ from those given in Table 1. If so the values in Tables III and IV shall be changed accordingly.

2. — The requirements are valid for a bank 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 $1.43\,I_N$ ($= 1.30 \times 1.1 \times I_N$) (see IEC Publication 70).

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.

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 Table I.

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977

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 les Publications 70 et 70A 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 70 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 qui a subi avec succès les essais individuels prévus par les Publications 70 et 70A 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, et déchargé à travers un éclateur situé aussi près que possible du condensateur sans qu'une impédance additionnelle soit ajoutée au circuit.

Les valeurs de la tension d'essai doivent être prises dans le tableau II.

TABLEAU II

Tension nominale de la batterie	Tension d'essai (en fonction de la tension de l'unité)
Inférieure ou égale à 660 V	2,0 U_N
Supérieure à 660 V	2,5 U_N

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60093:1977
Withdrawn

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 Publications 70 and 70A.

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 70.

Note. — Due to testing, measuring and safety circumstances, it may be necessary to make some 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 Publications 70 and 70A.

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. test voltage through a gap situated as closely as possible to the capacitor, without any additional impedance in the circuit.

The test voltage shall be taken from Table II

TABLE II

Rated bank voltage	Test voltage (times unit voltage)
Up to 660 V	2.0 U_N
Above 660 V	2.5 U_N

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

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 *Modalités d'essai*

L'essai de fonctionnement des coupe-circuit est effectué d'abord à la tension limite inférieure prévue au tableau III, et, ensuite, le plus rapidement possible après le fonctionnement d'un coupe-circuit, à la tension supérieure jusqu'à ce qu'un autre coupe-circuit ait fonctionné.

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

TABLEAU III

Tension nominale de la batterie	Tension d'essai en alternatif (en fonction de la tension de l'unité)	
	Limite inférieure	Limite supérieure
Inférieure ou égale à 660 V	0,9 U_N	1,6 U_N
Supérieure à 660 V	0,9 U_N	2,2 U_N

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 sous une tension appliquée pendant 10 s aux valeurs données par le tableau IV doit être effectué 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

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 voltage limit, in accordance with Table III, and then, as soon as possible after the blowing of one fuse, at the upper voltage limit, until the blowing of another fuse.

Certain test methods are indicated in Appendix B.

TABLE III

Rated bank voltage	A.C. test voltage (times unit voltage)	
	Lower limit	Upper limit
Up to 660 V	0.9 U_N	1.5 U_N
Above 660 V	0.9 U_N	2.2 U_N

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) No 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 the voltage given by Table IV 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

TABLEAU IV

Tension nominale de la batterie	Tension d'essai (tension continue en fonction de la tension de l'élément)
Inférieure ou égale à 660 V	2,6 U_{Ne}
Supérieure à 660 V	3,5 U_{Ne}

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. Les valeurs de la tension d'essai sont obtenues en divisant par $\sqrt{2}$ celles qui figurent au tableau IV.

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.

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 70 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60093:1977

TABLE IV

Rated bank voltage	D.C. test voltage (times element voltage)
Up to 660 V	2.6 U_{Ne}
Above 660 V	3.5 U_{Ne}

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 Table IV values 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 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 70.

The test voltages 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

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.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

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.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

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 tolerance of the fuse.

Disposition type de déconnecteurs internes à surpression

Typical arrangement of internal overpressure disconnectors

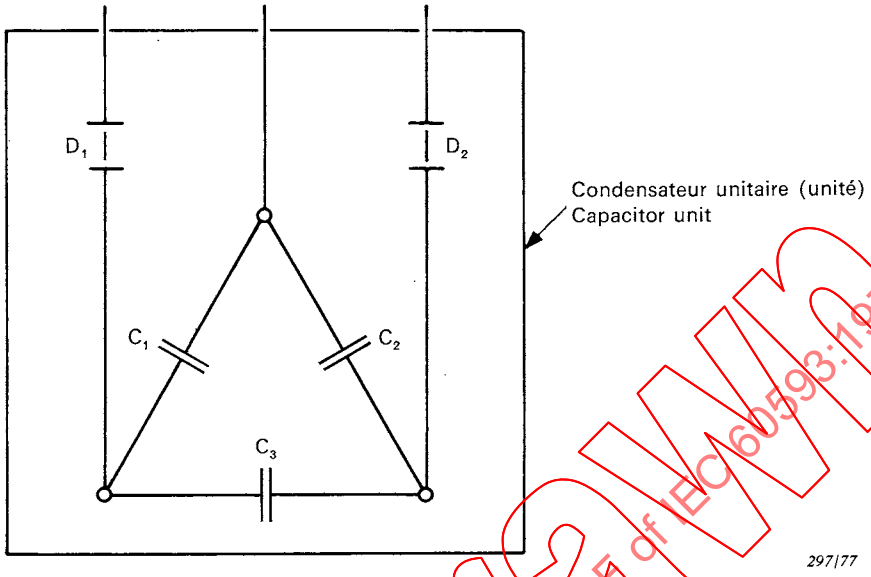

FIG. 1. — Schéma d'une unité triphasée, connectée en triangle, avec deux déconnecteurs à surpression (D_1 et D_2).

Lay-out of a three-phase delta-connected capacitor unit, with two overpressure disconnectors (D_1 and D_2).

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977

Principe de fonctionnement de déconnecteurs internes à surpression

Operational principle of internal overpressure disconnectors

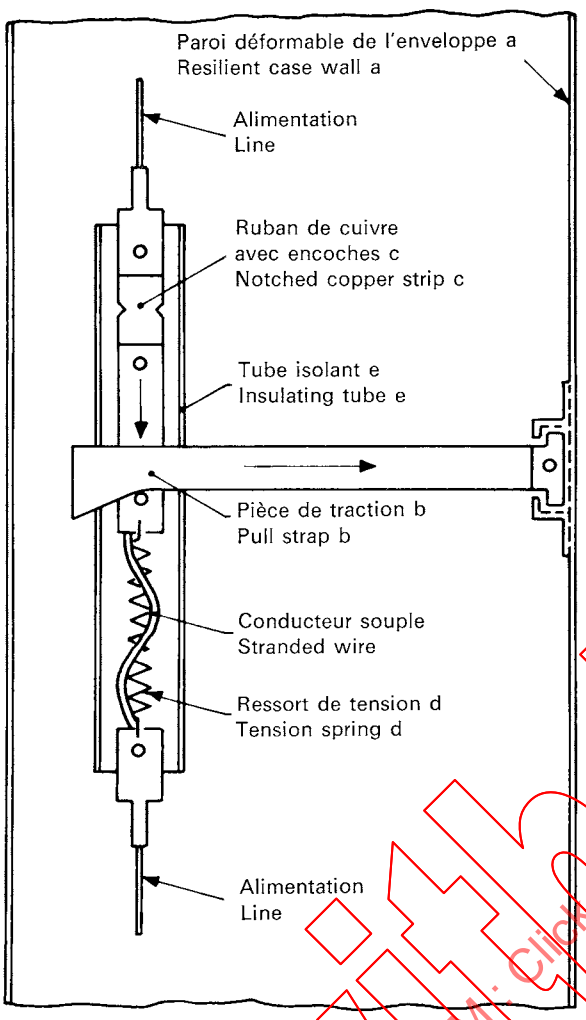

FIGURE 2a 298/77

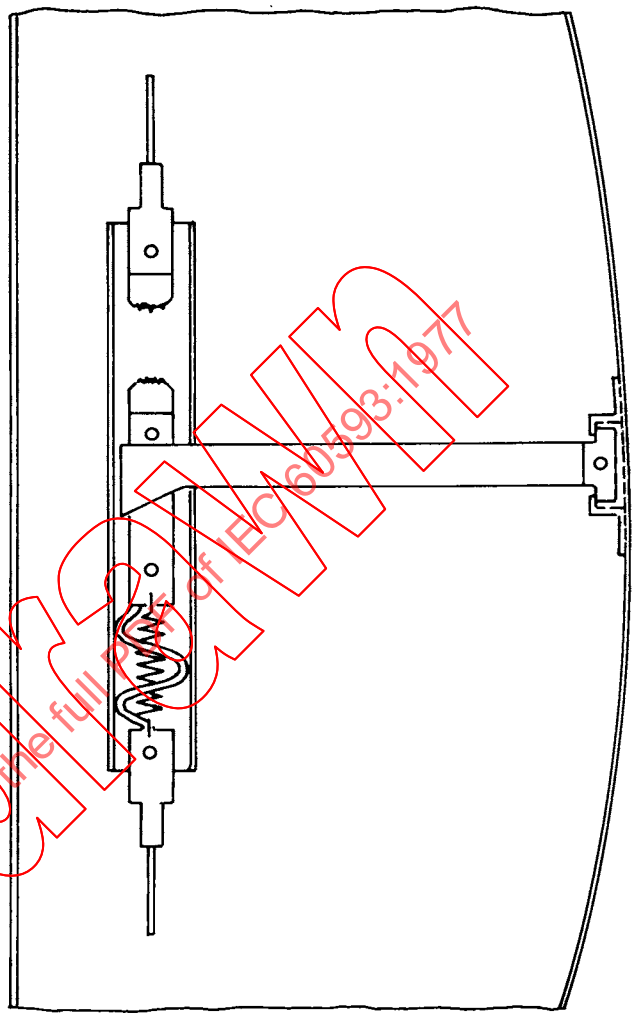

FIGURE 2b 299/77

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 e 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60593:1977
Withdrawn

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.

Si l'on utilise la tension alternative, l'intensité du courant à travers le condensateur doit être enregistrée et l'instant du perçage doit être choisi de façon que le claquage de l'élément se produise pendant une crête de tension, ou au voisinage immédiat de celle-ci.

Notes 1. — Le perçage d'un seul élément ne peut pas être garanti.

2. — Pour éviter la formation d'un arc à l'enveloppe le long de la pointe, ou à travers le trou percé par la pointe, on peut percer des éléments connectés à l'enveloppe en permanence ou pendant l'essai.

3. — La tension continue est spécialement indiquée pour les condensateurs ayant tous leurs éléments en parallèle.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60594-1:1977

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 to 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. — Precautions 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.

If a.c. voltage is used, capacitor current is to be recorded during the test and timing of puncture is to be made, to ascertain that the breakdown is triggered to take place at the instant of the peak of the a.c. test voltage, or very near to it.

Notes 1. — Puncture of only one element cannot be guaranteed.

2. — In order to limit the possibility of a flashover to the container along the nail, or through the hole caused by the nail, the punctures may be performed in the elements connected, permanently or during the test, to the container.

3. — D.C. voltage is especially suitable for capacitors having all elements in parallel.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60598:1977
Withdrawn