

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
1071-2**

Première édition
First edition
1994-04

**Condensateurs pour l'électronique
de puissance –**

Partie 2:

Prescriptions pour l'essai de déconnexion
des coupe-circuit, essai de destruction,
essai d'auto-régénération et essai d'endurance

Power electronic capacitors –

Part 2:

Requirements for disconnecting
test on fuses, destruction test,
self-healing test and endurance test



Numéro de référence
Reference number:
CEI/IEC 1071-2: 1994

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CIEI 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 CIEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CIEI**
- **Annuaire de la CIEI**
- **Catalogue des publications de la CIEI**
Publié annuellement.

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CIEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), 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 VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, 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 CIEI, le lecteur consultera:

- La Publication 27 de la CIEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- La Publication 617 de la CIEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CIEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CIEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CIEI 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**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly.

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), 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 IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV 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 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

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

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 2
TECHNICAL
REPORT – TYPE 2**

**CEI
IEC
1071-2**

Première édition
First edition
1994-04

**Condensateurs pour l'électronique
de puissance –**

Partie 2:

Prescriptions pour l'essai de déconnexion
des coupe-circuit, essai de destruction,
essai d'autorégénération et essai d'endurance

Power electronic capacitors –

Part 2:

Requirements for disconnecting
test on fuses, destruction test,
self-healing test and endurance test

© CEI 1994. 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 pro-
cédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et
les tirés à part, sans l'autorisation écrite 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 3, rue de Varemé, Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

For price, see catalogue or inquire
for price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
SECTION 1: GÉNÉRALITÉS	
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	8
1.3 Définitions	8
SECTION 2: PRESCRIPTIONS ET ESSAIS RELATIFS À LA QUALITÉ	
2.1 Classification des essais	10
2.2 Essai de déconnexion des coupe-circuit	10
2.3 Essai de destruction	14
2.4 Essai d'autorégénération	20
2.5 Essai d'endurance	22
Annexes	
A Guide sur la protection par coupe-circuit et par déconnecteur	26
B Modalités d'essai pour l'essai de fonctionnement des coupe-circuit internes	28
C Forme de la tension d'essai	30
D Equipement pouvant être utilisé pour l'essai d'autorégénération des perforations	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
SECTION 1: GENERAL	
1.1 Scope	9
1.2 Normative references	9
1.3 Definitions	9
SECTION 2: QUALITY REQUIREMENTS AND TESTS	
2.1 Classification of tests	11
2.2 Disconnecting test on fuses	11
2.3 Destruction test	15
2.4 Self-healing test	21
2.5 Endurance test	23
Annexes	
A Guide for fuse and disconnecter protection	27
B Test procedures for the disconnecting test on internal fuses	29
C Shape of test voltage	31
D Self-healing breakdown test equipment that may be used	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS POUR L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE –

Partie 2: Prescriptions pour l'essai de déconnexion
des coupe-circuit, essai de destruction,
essai d'autorégénération et essai d'endurance

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation, composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER ELECTRONIC CAPACITORS -

Part 2: Requirements for disconnecting test on fuses,
destruction test, self-healing test
and endurance test

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

La CEI 1071-2, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 33 de la CEI: Condensateurs de puissance.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
33(SEC)143	33(SEC)156

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe 3.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine des condensateurs pour l'électronique de puissance car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en œuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Les annexes B et C font partie intégrante de ce rapport technique.

Les annexes A et D sont données uniquement à titre d'information.

IEC 1071-2, which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 33: Power capacitors.

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
33(SEC)143	33(SEC)155

Full information on the voting for the approval of this technical report can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of power electronic capacitors because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annexes B and C form an integral part of this technical report.

Annexes A and D are for information only.

CONDENSATEURS POUR L'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE -

Partie 2: Prescriptions pour l'essai de déconnexion des coupe-circuit, essai de destruction, essai d'autorégénération et essai d'endurance

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application

Ce rapport technique s'applique aux condensateurs pour l'électronique de puissance conformes à la CEI 1071-1 et donne les prescriptions pour:

- l'essai de déconnexion des coupe-circuit,
 - l'essai de destruction,
 - l'essai d'autorégénération,
 - l'essai d'endurance
- de ces condensateurs.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 68: *Essais d'environnement*

CEI 1071-1: 1991, *Condensateurs pour l'électronique de puissance - Partie 1: Généralités*

1.3 Définitions

1.3.1 déconnecteur interne: Dispositif de déconnexion, à l'intérieur d'un condensateur, conçu pour couper le courant en cas de défaut du condensateur.

NOTE - Ce dispositif est normalement utilisé dans les condensateurs autorégénérateurs

1.3.2 détecteur externe de surpression: Dispositif prévu pour détecter l'accroissement anormal de la pression interne d'un condensateur par un interrupteur/signal électrique et indirectement pour couper le courant.

1.3.3 coupe-circuit interne (d'un élément): Dispositif incorporé au condensateur, qui déconnecte un élément ou un groupe d'éléments en cas de claquage.

1.3.4 coupe-circuit externe: Dispositif mis en série avec le condensateur et qui déconnecte l'unité en cas de claquage.

POWER ELECTRONIC CAPACITORS -

Part 2: Requirements for disconnecting test on fuses, destruction test, self-healing test and endurance test

Section 1: General

1.1 Scope

This technical report applies to power electronic capacitors according to IEC 1071-1 and gives the requirements for:

- disconnecting test on fuses,
 - destruction test,
 - self-healing test,
 - endurance test
- of these capacitors.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 68: *Environmental testing*

IEC 1071-1: 1991, *Power electronic capacitors - Part 1: General*

1.3 Definitions

1.3.1 Internal disconnecter: A disconnecting device inside a capacitor, designed to interrupt the current path in case of capacitor failure.

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

1.3.2 external overpressure detector: A device designed to detect abnormal increase of the internal pressure by an electrical switch/signal and indirectly interrupt the current path.

1.3.3 Internal (element) fuse: A device incorporated in the capacitor which disconnects an element or a group of elements in the event of breakdown.

1.3.4 external fuse: A device to be connected in series with the capacitor which disconnects the unit in the event of breakdown

Section 2: Prescriptions et essais relatifs à la qualité

2.1 Classification des essais

2.1.1 Essais individuels

Les unités doivent avoir satisfait à tous les essais individuels présentés dans la CEI 1071-1.

2.1.2 Essais de type

Les essais de type comprennent:

- essai de déconnexion des coupe-circuit (article 2.2);
- essai de destruction (article 2.3);
- essai d'autorégénération (article 2.4);
- essai d'endurance (article 2.5).

2.2 Essai de déconnexion des coupe-circuit

2.2.1 Généralités

Cet essai s'applique aux condensateurs non autorégénérateurs munis de coupe-circuit internes.

Le coupe-circuit est mis en série avec un ou des éléments qu'il doit isoler si le ou les éléments sont en défaut. Par conséquent, les plages de courant et de tension pour le coupe-circuit dépendent de la conception du condensateur et dans certains cas également de la batterie dans laquelle il est installé.

En général, le fonctionnement d'un coupe-circuit interne est déterminé par l'un ou les deux facteurs suivants:

- l'énergie de décharge des éléments ou des unités connectées en parallèle avec l'élément ou l'unité défectueuse,
- le courant de défaut disponible.

NOTE - Si l'unité est protégée par un coupe-circuit externe, l'essai sera effectué avec un coupe-circuit externe préconisé par le fabricant de condensateurs.

2.2.2 Prescriptions pour la déconnexion

Le coupe-circuit doit pouvoir déconnecter l'élément 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 u_2 .

Les valeurs recommandées de u_1 et u_2 sont les suivantes:

$$u_1 = 0,8 U_N$$

$$u_2 = \text{voir tableau 2 de la CEI 1071-1.}$$

NOTE - Les valeurs u_1 et u_2 ci-dessus sont basées sur la tension qui peut normalement exister entre les bornes des condensateurs à l'instant où l'élément claque. Il convient que l'acheteur indique si les valeurs u_1 et u_2 diffèrent de celles définies ci-dessus.

Il convient que les valeurs de u_1 et u_2 soient modifiées en conséquence.

Section 2: Quality requirements and tests

2.1 Classification of tests

2.1.1 Routine tests

The units shall have passed all routine tests stated in IEC 1071-1.

2.1.2 Type tests

The type tests comprise:

- disconnecting test on fuses (clause 2.2);
- destruction test (clause 2.3);
- self-healing (SH) test (clause 2.4);
- endurance test (clause 2.5).

2.2 Disconnecting test on fuses

2.2.1 General

This test applies to non-SH capacitors fitted with internal current fuses.

The fuse is connected in series with 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 it is connected.

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

- the discharge energy from element(s) or unit(s) connected in parallel with the faulty element(s) or unit(s),
- the available fault current.

NOTE - If the unit is protected by an external fuse the test will be carried out with the external fuse suggested by the capacitor manufacturer.

2.2.2 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 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:

$$u_1 = 0,8 U_N$$

$$u_2 = \text{see table 2 of IEC 1071-1.}$$

NOTE - 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(s). The purchaser should specify if the u_1 and u_2 values differ from the stated ones.

The values of u_1 and u_2 should be changed accordingly.

2.2.3 Prescriptions concernant la tenue

Après le fonctionnement du coupe-circuit, l'ensemble de coupe-circuit doit supporter toute la tension de l'élément, plus la tension d'un quelconque déséquilibre dû au fonctionnement du coupe-circuit ainsi que toutes les surtensions transitoires de courte durée survenant normalement durant la vie du condensateur.

Les coupe-circuit internes durant la vie du condensateur doivent être capables de supporter:

- en permanence, un courant unitaire maximal de $1,1 I_{max}$;
- la surintensité d'un condensateur unitaire;
- les courants de décharge dus au claquage des éléments;
- l'essai de décharge (article 2.9 de la CEI 1071-1).

NOTE - Le guide relatif aux coupe-circuit et aux déconnecteurs de protection est donné dans l'annexe A.

2.2.4 Modalités d'essai

L'essai de déconnexion du coupe-circuit est effectué de la manière suivante.

La tension continue d'essai la plus élevée u_c (voir 2.2.2) est appliquée jusqu'à ce que au moins un coupe-circuit ait fonctionné. Immédiatement après, la tension est réduite à $0,8 U_N$ jusqu'à ce qu'un autre coupe-circuit fonctionne.

La tension appliquée à l'unité doit être contrôlée

La tension aux bornes de l'unité doit être mesurée durant toute la durée de l'essai.

Si les tensions immédiatement avant et immédiatement après le fonctionnement du coupe-circuit diffèrent de plus de 10 %, l'essai doit être répété, avec une capacité supplémentaire connectée en parallèle avec l'unité testée.

La répétition de l'essai peut être effectuée sur une nouvelle unité, à la demande du constructeur.

Les essais de coupe circuit sont effectués soit sur un condensateur unitaire entier soit sur deux unités si celles-ci contiennent seulement un coupe-circuit.

Une des modalités d'essai indiquées dans l'annexe B, ou une autre méthode en courant alternatif peut être utilisée. Le choix est laissé au constructeur.

Il est préférable d'utiliser une méthode telle que les essais puissent être effectués sur une unité standard.

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 Il convient que la tension d'essai soit maintenue quelques secondes (minimum 10) 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.

2.2.3 Withstand requirements

After operation, the fuse assembly shall withstand full element voltage, plus any unbalanced voltage due to fuse action, and any short-time transient overvoltage normally experienced during the life of the capacitor.

The internal fuses during the life of the capacitor shall be able to:

- carry continuously a maximum unit current of $1.1 I_{max}$;
- withstand the unit surge current;
- carry the discharge currents due to the breakdown of element(s);
- withstand the discharge test (clause 2.9 of IEC 1071-1).

NOTE - Guide for fuse and disconnector protection is given in annex A

2.2.4 Test procedures

The disconnecting test on fuses is carried out as follows.

The upper d.c. test voltage u_2 (see 2.2.2) is applied until at least one fuse has failed. Then immediately, the voltage is reduced to $0,8 U_N$ until a further fuse fails.

The voltage across the unit shall be monitored.

The voltage across the unit shall be measured throughout the test.

If the voltage immediately before the fuse operates, and the voltage immediately after the fuse operates, differ by more than 10 %, the test shall be repeated with extra capacitance connected in parallel to the unit under test.

This repeated test may be carried out on a new unit at the manufacturer's discretion.

The tests of fuses are performed either on one complete capacitor unit or on two units, if there is only one fuse inside.

One of the test procedures indicated in annex B, or an alternative method may be used. The choice is left to the manufacturer.

It is preferred to use such a method that the tests can be carried out on a standard unit.

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 for some seconds (minimum 10) after a breakdown to ensure that the fuse has disconnected correctly unaided by disconnection of the power supply.

NOTES (suite)

3 Dans certains cas particuliers, il peut être nécessaire de poursuivre les essais jusqu'à l'obtention de deux claquages (ou plus) d'éléments de condensateur. Dans ce tels cas, le nombre de claquages à chaque tension limite est fixé par accord entre le fabricant et l'acheteur. Il se peut que l'on doive augmenter la tension lors de l'essai de tenue en tension (voir 2.2.7).

4 Il convient que des précautions soient prises, durant l'exécution de cet essai, contre la possibilité de l'explosion d'un condensateur unitaire.

5 Il est recommandé de décharger tout les groupes d'éléments en série après chaque essai si le condensateur est relié en série avec des éléments internes.

2.2.5 Mesure de la capacité

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

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

2.2.6 Inspection visuelle

Après l'essai de déconnexion, aucune déformation significative de la cuve ne doit apparaître.


Il ne doit pas se produire de fuite.

2.2.7 Essai de tension

L'unité doit supporter une tension d'essai pendant 10 s, sans fonctionnement supplémentaire de coupe-circuit. Il convient que cette tenue en tension d'essai soit normalement égale à la tension d'essai spécifiée dans le tableau 2 de la CEI 1071-1, sauf si un accord conforme aux conditions de la note 3 de 2.2.4 intervient entre le fabricant et l'acheteur.

2.3 Essai de destruction**2.3.1 Généralités**

Cet essai est réalisé pour évaluer le comportement du condensateur en fin de vie.

Cet essai doit être appliqué à tous les condensateurs autorégénérateurs. De tels condensateurs doivent être marqués par le symbole SH ou en variante par le symbole  (voir 5.1.1 de la CEI 1071-1). L'essai doit aussi être appliqué aux condensateurs non autorégénérateurs sans coupe-circuit interne.

Il convient que les condensateurs non autorégénérateurs protégés par des coupe-circuit internes satisfassent à l'article 2.2 de ce rapport. Ce genre de condensateurs est, traditionnellement et depuis longtemps, protégé efficacement par des coupe-circuit internes et pour cette raison l'essai de coupe-circuit interne (article 2.2) est considéré comme équivalent.

NOTES

1 Il convient que les condensateurs sans dispositif de déconnexion destinés à fonctionner avec un détecteur de surpression, soient assujettis à cet essai et soient repérés par l'indication «Fonctionnement de sécurité uniquement avec un détecteur de surpression».

2 Il convient que les condensateurs autorégénérateurs avec coupe-circuit internes soient assujettis à cet essai et qu'ils ne subissent pas l'essai de l'article 2.2.

NOTES (continued)

- 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 in such cases is subject to agreement between manufacturer and purchaser. The voltage applied in the voltage withstand test may need to be increased (see 2.2.7).
- 4 Precautions should be taken when performing this test against the possible explosion of a capacitor unit.
- 5 It is recommended to discharge all the series element groups after each test if the capacitor has internal elements series connections.

2.2.5 Capacitance measurement

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

The measuring method shall be sufficiently sensitive to detect the capacitance change caused by one blown fuse.

2.2.6 Visual checking

After the disconnecting test, no significant deformation of the container shall be apparent.


No leakage shall occur.

2.2.7 Voltage test

The unit shall withstand for 10 s without further operation of fuses a withstand test voltage. This withstand test voltage should normally be equal to the test voltage specified in table 2 of IEC 1071-1 unless otherwise agreed by the manufacturer and the purchaser in accordance with the provisions given in note 3 of 2.2.4.

2.3 Destruction test**2.3.1 General**

This test is performed to evaluate the behaviour of the capacitor at the end of its life.

This test shall be applied to all self-healing capacitors. Such capacitors shall be marked by the sign SH or alternatively by the symbol  (see subclause 5.1.1 of IEC 1071-1). The test shall also be applied to non-SH capacitors without internal fuses.

The non-SH capacitors protected by internal fuses should comply with clause 2.2 of this report. This kind of capacitor has been traditionally and for a long time successfully protected by internal fuses and for this reason the internal fuse test (clause 2.2) is considered equivalent.

NOTES

- 1 Capacitors without a disconnecting device intended for service with an overpressure detector should be subjected to this test, and should be marked "Safe operation only with overpressure detector".
- 2 Self-healing capacitors with internal fuses should be subjected to this test and should not be subjected to the test in clause 2.2.

2.3.2 Déroulement de l'essai pour les condensateurs à courant alternatif

L'essai doit être effectué sur un condensateur unitaire.

Quand cela est spécifié par le constructeur, un condensateur qui a satisfait à l'essai d'endurance peut être utilisé.

Le principe de l'essai est de provoquer des claquages d'éléments par une alimentation à courant continu de grande impédance interne et de contrôler ensuite le comportement du condensateur sous une tension alternative.

Le claquage des condensateurs non autorégénérateurs sans coupe-circuit interne peut être provoqué conformément aux procédures de l'annexe B. Le choix est laissé au fabricant.

Le condensateur doit être placé dans une étuve à circulation d'air ayant une température égale à la température maximale de l'air ambiant correspondant à la catégorie de température du condensateur.

Lorsque toutes les parties du condensateur ont atteint la température de l'étuve, on doit procéder à l'essai dans l'ordre de déroulement suivant, selon le schéma indiqué sur la figure 1.

Au lieu du coupe-circuit de la figure 1, si le condensateur est protégé par un détecteur de surpression, un disjoncteur commandé par le détecteur de surpression est utilisé.

- a) Les commutateurs H et K étant respectivement dans les positions 1 et «a», la source de tension alternative N est réglée à une tension de $1,3 U_N$ et le courant du condensateur est noté.
- b) La source de tension continue T est réglée à la valeur déclarée par le constructeur. Le commutateur H est mis sur la position 2 et le rhéostat est réglé de façon à produire un courant continu de court-circuit de 300 mA.
- c) Le commutateur H est mis sur la position 3 et le commutateur K sur la position b pour appliquer au condensateur la tension continue d'essai. Celle-ci est maintenue jusqu'à ce que le condensateur soit effectivement un court-circuit (le voltmètre V indique approximativement zéro pendant 3 s à 5 s).
- d) Le commutateur K est alors remis sur la position «a» pour appliquer au condensateur la tension d'essai pendant 5 min, le courant du condensateur étant de nouveau noté.

Les situations suivantes peuvent être obtenues:

- l'ampèremètre I et le voltmètre U indiquent tous deux zéro. Dans ce cas, le coupe-circuit doit être contrôlé. S'il y a eu coupure, il doit être remplacé. Ensuite, le condensateur est mis sous tension et s'il se produit une nouvelle coupure, l'essai est interrompu. S'il n'y a pas eu de coupure, on poursuit l'essai tel qu'il est prescrit aux points c) et d) en utilisant seulement le commutateur K;
- le courant indiqué par l'ampèremètre I est nul et le voltmètre U indique $1,3 U_N$. Dans ce cas, l'essai est interrompu;
- l'ampèremètre I indique un courant non nul. Dans ce cas, l'essai est poursuivi comme prescrit aux points b), c) et d).

2.3.2 Test sequence for a.c. capacitors

The test shall be carried out on a capacitor unit.

When specified by the manufacturer, a capacitor which has passed the endurance test may be used.

The principle of the test is to promote failures in the element(s) by a high internal impedance d.c. power supply, and subsequently to check the behaviour of the capacitor when an a.c. voltage is applied.

The failure of non-SH capacitors without internal fuses may be promoted according to the procedures of annex B. The choice is left to the manufacturer.

The capacitor shall be mounted in a circulating air oven having a temperature equal to the maximum ambient air temperature of the temperature category of the capacitor.

When all the capacitor parts have reached the temperature of the oven the following test sequence shall be performed with the circuit given in figure 1.

Instead of the fuse in figure 1, if the capacitor is protected by the overpressure detector, a circuit breaker is used which is controlled by the overpressure detector.

- a) With the selector switches H and K in position 1 and "a" respectively, the N a.c. voltage source is set to $1,3 U_N$ and the capacitor current is recorded.
- b) The d.c. voltage source T is set at the value stated by the manufacturer. The switch H is then set to position 2 and the variable resistor is adjusted to give a d.c. short-circuit current of 300 mA.
- c) Switch H is set to position 3 and switch K to position b to apply the d.c. test voltage to the capacitor. This is maintained until the capacitor is an effective short circuit (the voltmeter V indicates approximately zero for 3 s to 5 s).
- d) Switch K is then set to position "a" again to apply the test voltage to the capacitor for a period of 5 min when the current is again recorded.

The following conditions may be obtained:

- the ammeter I and the voltmeter U both indicate zero. In this case the fuse shall be checked. If it has blown it shall be replaced. Then the voltage is applied to the capacitor and, if the fuse blows again, the procedure is interrupted. If the fuse does not blow, the procedure, as prescribed in items c) and d), continues using only the switch K;
- the current indicated by the ammeter I is zero and the voltmeter U indicates $1,3 U_N$. In this case the procedure is interrupted;
- the current indicated by the ammeter I is higher than zero. In this case the procedure continues as per items b), c) and d).

Lorsque l'essai est interrompu, le condensateur est refroidi à la température ambiante et l'essai de tension entre les bornes et la cuve est effectué conformément au 2.6.1 de la CEI 1071-1.

Il convient que le courant de court-circuit de la source de tension N aux bornes du condensateur soit supérieur à $5 I_{max}$.

Le courant assigné I_t du coupe-circuit ne doit pas être inférieur à $2 I_{max}$. Il convient que la valeur minimale soit de 125 A.

NOTES

- 1 Si le condensateur unitaire est utilisé en parallèle avec d'autres unités, il convient que l'essai soit effectué en mettant une capacité correspondante en parallèle avec la source N .
- 2 Si le condensateur unitaire est trop gros ou trop petit (intensité assignée < 50 A) pour satisfaire aux paramètres de l'essai, il convient que l'essai soit exécuté suivant un accord entre l'acheteur et le constructeur.

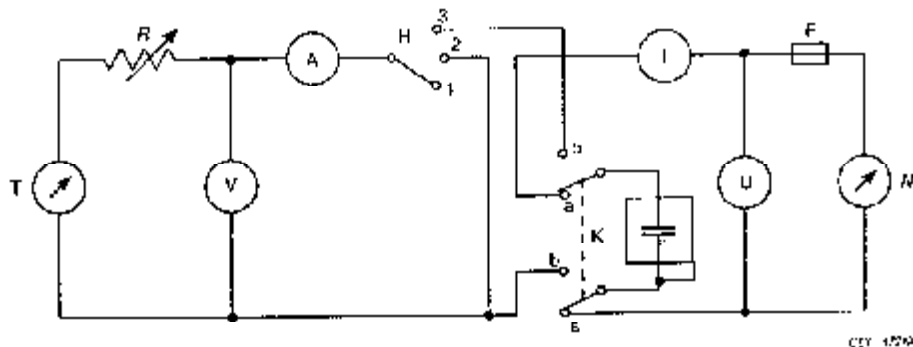


Figure 1 – Circuit pour réaliser l'essai de destruction

2.3.3 Déroulement de l'essai pour les condensateurs à courant continu

Habituellement, les condensateurs à courant continu pour l'électronique de puissance ont des courants alternatifs superposés en service.

Ces courants alternatifs sont habituellement à des fréquences différentes du 50 Hz ou 60 Hz et sont très dépendants du circuit de connexion et de la capacité connectée.

Pour ce type d'application il est difficile d'obtenir une source d'essai N réaliste équivalente à celle de la figure 1

Il n'y a qu'une seule expérience avec un essai en alternatif pour l'ensemble de la procédure d'essai.

A cause de ce manque d'expérience, l'essai peut être exécuté suivant un accord entre le fabricant et l'acheteur. Dans le cas où il n'y a pas d'accord, il convient que la séquence d'essai soit celle du 2.3.2 et que la source d'essai (voir figure 1) soit à courant continu avec superposition d'un courant alternatif à 50 Hz ou 60 Hz.

When the procedure is interrupted, the capacitor is cooled to the ambient temperature and the voltage test between terminals and container is carried out according to 2.6.1 of IEC 1071-1.

The short-circuit current of the N voltage source at the capacitor terminals should be higher than $5 I_{\max}$.

The rated current I_f of the fuse shall be not less than $2 I_{\max}$. The minimum value should normally be 125 A.

NOTES

1 If the capacitor unit is used in parallel connection with other units, the test should be performed putting a corresponding capacitance in parallel with the N source.

2 If the capacitor unit is too large or too small (rated current < 50 A) to comply with the test parameters, the test should be performed by agreement between manufacturer and purchaser.

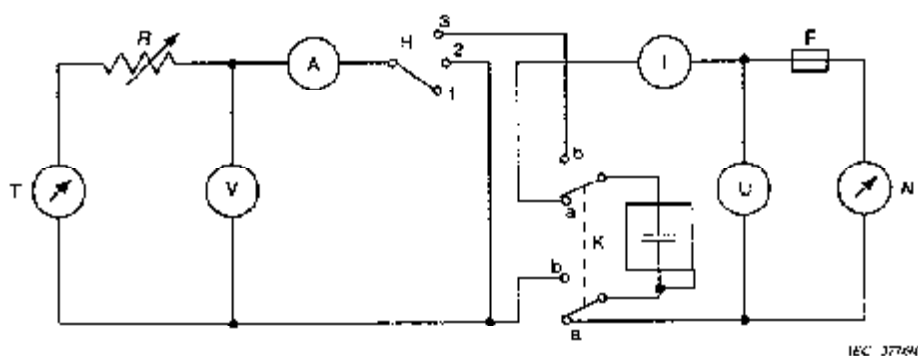


Figure 1 - Circuit to perform the destruction test

2.3.3 Test sequence for d.c. capacitors

D.C. power electronic capacitors usually have a.c. currents superimposed on them in service.

These a.c. currents are usually at frequencies other than 50 Hz or 60 Hz and are very dependent on the connecting circuit and the connected capacitance.

A realistic equivalent test source N in figure 1 for this type of capacitor application is difficult to obtain.

For the whole test procedure, there is only one experience with a.c. testing.

Because of this lack of experience the test can be performed by agreement between manufacturer and purchaser; in case there is no other agreement, the test sequence should be as in 2.3.2, and the test source (see figure 1) should be d.c. with a.c. superimposed at 50 Hz or 60 Hz.

2.3.4 Prescriptions relatives aux essais

À la fin de l'essai, la cuve du condensateur doit être intacte, exception faite d'une émanation normale de gaz, ou d'un dommage mineur de la cuve (par exemple fissures) qui peuvent être tolérés si les conditions suivantes sont respectées:

- a) une fuite de liquide peut mouiller la surface externe du condensateur mais ne doit pas tomber en gouttes;
- b) la cuve du condensateur peut être déformée ou endommagée mais non brisée;
- c) il ne doit s'échapper des ouvertures ni flammes ni particules incandescentes. Cela peut être vérifié en enveloppant le condensateur dans de la gaze. Brûlures ou déchirures de la gaze sont alors considérées comme un critère d'échec.

NOTES

- 1 Une trop grande émanation de fumée durant l'essai peut être dangereuse.
- 2 un guide relatif à la protection du coupe-circuit et du déconnecteur est donné dans l'annexe A.

2.4 Essai d'autorégénération

Cet essai doit être effectué sur une unité entière et à la température ambiante.

Le condensateur doit être soumis à un essai de tension entre les bornes, voir 2.5.1 de la CEI 1071-1.

La tension appliquée est une tension alternative pour les condensateurs à courant alternatif et une tension continue pour les condensateurs à courant continu.

Si il se produit moins de cinq perforations pendant cette période, on doit augmenter lentement la tension jusqu'à ce que cinq perforations aient lieu à compter du début de l'essai, ou jusqu'à ce que la tension ait atteint 3,5 fois la tension assignée.

Si il s'est produit moins de cinq perforations lorsque la tension atteint $3,5 U_N$, l'essai peut être soit poursuivi jusqu'à ce que cinq perforations aient lieu en augmentant la tension et/ou la température, soit interrompu et répété sur une autre unité identique, le choix étant laissé au fabricant.

Avant et après l'essai, on doit effectuer une mesure de la capacité et aucun changement significatif de la valeur de cette mesure n'est toléré.

NOTES

- 1 Les perforations au cours de l'essai peuvent être détectées au moyen d'un oscilloscope ou par une méthode acoustique ou par une méthode à haute fréquence.
En particulier on peut utiliser un équipement pour l'essai d'autorégénération des perforations, tel que celui décrit à l'annexe D.
- 2 Dans la comparaison des résultats des mesures de capacité obtenues avant et après l'essai, il convient de prendre en considération deux facteurs:
 - a) la reproductibilité de la mesure.
 - b) le fait qu'un changement interne dans le diélectrique peut produire une légère variation de la capacité sans nuire au condensateur.
- 3 Cet essai, par accord entre l'acheteur et le fabricant, peut être effectué sur un élément séparé, ou sur un groupe d'éléments faisant partie de l'unité, pourvu que le ou les éléments en essai soient identiques à ceux qui sont utilisés dans l'unité et que leurs conditions soient semblables à celles qu'ils ont dans l'unité.
- 4 En prenant en considération les conditions particulières de service, spécialement la surtension maximale, on peut utiliser des facteurs de tension d'essai maximaux différents de 3,5.

2.3.4 Test requirements

At the conclusion of the test the capacitor enclosure shall be intact except that normal operation of a vent, or minor damage to a case (e.g. cracks) is permitted provided that the following are met:

- a) escaping liquid material may wet the outer surface of the capacitor but shall not fall in drops;
- b) the container of the capacitor may be deformed and damaged but not broken;
- c) flames and/or fiery particles shall not be emitted from the openings. This may be checked by enclosing the capacitor in gauze (cheesecloth). Burning or scorching of the gauze is then considered to be a criterion of failure.

NOTES

- 1 Excessive emanation of fumes during the test could be dangerous.
- 2 A guide for fuse and disconnector protection is given in annex A.

2.4 Self-healing test

This test shall be carried out on a complete unit at room temperature.

The capacitor shall be subjected to a voltage test between terminals, see 2.5.1 of IEC 1071-1.

The applied voltage is a.c. for a.c. capacitors, and d.c. for d.c. capacitors.

If fewer than five breakdowns occur during this time, the voltage shall be increased slowly until five breakdowns have occurred since the beginning of the test or until the voltage has reached 3,5 times the rated voltage.

If fewer than five breakdowns have occurred when the voltage has reached $3,5 U_N$ the test may be continued until five breakdowns are obtained increasing both voltage and/or temperature or may be interrupted and repeated on another identical unit, at the choice of the manufacturer.

Before and after the test, the capacitance shall be measured and no significant change in its value is allowed.

NOTES

- 1 Breakdown during the test may be detected by an oscilloscope or by an acoustic or a high frequency test method.
In particular, self-heating breakdown test equipment as shown in annex D could be used.
- 2 When comparing the results of capacitance measurement obtained before and after the test, two factors should be taken into account:
 - a) the reproducibility of the measurement.
 - b) the fact that an internal change in the dielectric may cause a small change in the capacitance without detriment to the capacitor.
- 3 This test, on agreement between purchaser and manufacturer, may be carried out on a separate element, or on a group of elements that are a part of the unit, provided that the element(s) under test are identical to those used in the unit and their conditions are similar to those in the unit.
- 4 Taking into account the particular service conditions especially the maximum surge voltage, maximum test voltage factors different from 3,5 may be used.

2.5 Essai d'endurance

L'essai d'endurance est effectué afin de s'assurer que les contraintes répétées de surtension et de surintensité n'affectent pas les caractéristiques initiales du condensateur au delà des valeurs spécifiées.

L'essai d'endurance doit être exécuté sur au moins deux unités entières ou sur des condensateurs modèles.

2.5.1 Conditionnement du condensateur avant l'essai

Le condensateur doit être soumis à $1,1 U_N$ dans l'air calme à une température qui ne doit pas être inférieure à $10\text{ }^\circ\text{C}$ pendant une durée comprise entre 16 h et 24 h.

2.5.2 Mesures de la capacité initiale et de la tangente de l'angle de pertes

Après la période de conditionnement, l'unité doit être placée pendant au moins 12 h hors tension dans une chambre ventilée à la température de $(30 \pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$.

Les mesures doivent être faites conformément à l'article 2.3 de la CEI 1071-1 à la même température ambiante, 5 min après l'application de la tension.

2.5.3 Essai de charge et de décharge

L'unité à essayer doit être placée dans un air calme à la température de $(20 \pm 10)\text{ }^\circ\text{C}$.

L'unité doit être soumise à un cycle de tension dont la forme d'onde est décrite dans l'annexe C, figure C.1. L'unité doit être soumise à 1 000 cycles d'essai au total. L'intervalle maximal entre cycles doit être de 5 min.

2.5.4 Mesures intermédiaires de la capacité et de la tangente de l'angle de pertes

Les mesures doivent être exécutées à la suite de l'essai de charge et de décharge avec les mêmes modalités que celles du 2.5.2.

2.5.5 Essai de surtension

Dans les deux jours qui suivent la fin de l'essai de charge et de décharge, l'unité ayant la cuve à température θ_{\max} doit être chargée comme suit:

- condensateurs à courant alternatif: $1,25 U_N$ à 50 Hz ou 60 Hz;
 - condensateurs à courant continu: $1,4 U_N$
- pendant au moins 500 h.

Durant la période de 500 h, pas plus de 10 interruptions de tension sont autorisées. Aucune de ces interruptions ne doit dépasser 8 h.

NOTES

- 1 Il convient de remarquer que l'essai de surtension ne constitue pas en soi un essai distinct, mais plutôt un moyen de vérifier que les dégradations qui peuvent s'être produites au cours de l'essai de charge et de décharge n'ont pas entraîné de défaut permanent et destructif.
- 2 Si la température de la cuve est supérieure à θ_{\max} , on peut utiliser un refroidissement par ventilation d'air ou un bain liquide.

2.5 Endurance test

The endurance test is carried out in order to ascertain that the repeated overvoltage and overcurrent stresses do not alter the initial characteristics of the capacitor beyond specified values.

The endurance test shall be performed on at least two complete units, or model capacitors.

2.5.1 Conditioning of the unit before the test

The unit shall be exposed to 1,1 times U_N in still air at a temperature of not less than +10 °C for 16 h to 24 h.

2.5.2 Initial capacitance and loss tangent measurements

After the conditioning period, the unit shall be placed for at least 12 h in the unenergized state in a ventilated chamber, having a temperature of (30 ± 2) °C.

The measurements shall be performed as for clause 2.3 of IEC 1071-1 at the same ambient temperature, 5 min after the voltage application.

2.5.3 Charge and discharge test

The test unit shall then be placed in still air at a temperature of (20 ± 10) °C.

The unit shall be exposed to the cycle of voltage waveform explained in annex C, figure C.1. The unit shall be exposed to a total of 1 000 test cycles. The maximum time between cycles shall be 5 min.

2.5.4 Intermediate capacitance and loss tangent measurements

The measurements shall be performed after completing the charge and discharge test with the same modality of 2.5.2.

2.5.5 Overvoltage run

Within two days after completing the charge and discharge test, the unit, having a case temperature at θ_{max} , shall be loaded as follows:

- a.c. capacitors: 1,25 U_N at 50 Hz or 60 Hz;
 - d.c. capacitors: 1,4 U_N
- for at least 500 h.

During the 500 h period not more than 10 voltage interruptions are allowed. None of these interruptions shall exceed 8 h.

NOTES

- 1 It should be observed that the overload run is not in itself considered as a separate test, but instead as a means to check that the deterioration that might have developed during the charge and discharge test has not caused permanent and fatal damage.
- 2 Forced air or liquid-bath cooling may be used if the temperature of the case exceeds θ_{max} .

2.5.6 Mesures finales de la capacité et de la tangente ou l'angle des pertes

Les mesures doivent être effectuées comme indiqué en 2.5.2, dans les deux jours qui suivent l'essai de surtension.

2.5.7 Critères d'acceptation

L'unité en essai est considérée comme ayant satisfait à l'essai d'endurance si aucun claquage ne s'est produit.

Si un condensateur a claqué, l'essai est répété sur un nouveau condensateur et aucun claquage n'est autorisé.

Les mesures de capacité effectuées en 2.5.2, 2.5.4 et 2.5.6 ne doivent pas différer d'une quantité supérieure à celle qui correspond soit au claquage d'un élément, soit au fonctionnement d'un coupe-circuit interne, pour les condensateurs non autorégénérateurs, et à 2 % pour les condensateurs autorégénérateurs.

NOTE — Il convient de noter les sens mesurés au cours des essais indiqués en 2.5.2, 2.5.4 et 2.5.6 de manière à permettre le contrôle de l'homogénéité de la production de condensateurs sur de plus longues périodes.

2.5.6 *Final capacitance and loss tangent measurements*

The measurements shall be performed as indicated in 2.5.2, within two days after completing the overvoltage run test.

2.5.7 *Acceptance criteria*

The test unit is considered to have passed the endurance test successfully if no breakdown has occurred.

If one capacitor has failed, the test is repeated and no failures are permitted.

The capacitance measurement performed in 2.5.2, 2.5.4 and 2.5.6 shall differ, for non-SH capacitors less than an amount corresponding to either breakdown of an element or operation of an internal fuse, and for SH ones less than 2 %.

NOTE - The losses measured in the test according to 2.5.2, 2.5.4 and 2.5.6 should be reported in order to be able to check the consistency of capacitor production over longer periods.

Annexe A (informative)

Guide sur la protection par coupe-circuit et par déconnecteur

Le coupe-circuit est connecté en série avec l'élément qu'il est destiné à isoler, si l'élément devient défaillant.

Après le claquage d'un élément, le coupe-circuit correspondant fond et isole l'élément du reste du condensateur, ce qui permet à l'unité de rester en service. La fusion d'un ou plusieurs coupe-circuit provoque des changements de tension dans la batterie, quand des connexions séries sont utilisées.

La tension aux bornes de l'unité ou des unités saines ne doit pas dépasser la valeur donnée à l'article 3.1 de la CFI 1071-1.

Selon la connexion interne des unités, la fusion d'un ou de plusieurs coupe-circuit peut aussi provoquer un changement de la tension dans l'unité.

Les éléments restants du groupe série peuvent subir une augmentation de la tension de service et le fabricant doit, sur demande, donner des informations sur l'élévation de tension provoquée par la fusion d'un coupe-circuit.

En raison des propriétés des condensateurs autorégénérateurs, les claquages ne sont pas dangereux et n'augmentent pas le courant d'une manière significative. Mais, dans le cas d'une augmentation de pression (par exemple, provoquée par une instabilité thermique, qui peut se produire en fin de vie du condensateur ou dans quelques cas, par un nombre excessif de claquages de condensateurs autorégénérateurs dus à des surcharges extrêmes) le condensateur autorégénérateur pour électronique de puissance doit être protégé par un déconnecteur interne ou par un détecteur externe de surpression.

Le comportement d'un déconnecteur interne ou d'un détecteur externe de surpression dépend du nombre d'unités reliées en parallèle. Le fabricant doit, sur demande, donner des informations sur le nombre maximum d'unités qu'on peut connecter en parallèle.

Annex A **(informative)**

Guide for fuse and disconnector protection

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 connections are used.

The voltage across sound unit(s) shall not exceed the value given in clause 3.1 of IEC 1071-1.

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.

Because of the self-healing properties of the capacitors, 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 capacitor life, or, in some cases, by an excessive number of self-healing breakdowns, caused by extreme overloads), the self-healing power electronic capacitor shall be protected by an internal disconnector or external overpressure detector.

The behaviour of an internal disconnector or of an external overpressure detector depends on the number of units connected in parallel. The manufacturer, shall, on request, give details on the maximum number of units to be connected in parallel.

Annexe B (normative)

Modalités d'essai pour l'essai de fonctionnement des coupe-circuit internes

Une des modalités d'essai a), b), c), d) ou une méthode de remplacement doit être utilisée.

a) *Perçage mécanique de l'élément*

Le perçage mécanique de l'élément est réalisé au moyen d'une pointe enfoncée dans l'élément par un trou préalablement percé dans la cuve.

NOTES

- 1 Le perçage d'un seul élément ne peut pas être garanti.
- 2 Pour éviter la formation d'un arc vers la cuve le long de la pointe, ou au travers du trou percé par la pointe, une pointe fabriquée en matériau isolant peut être utilisée et/ou le perçage peut être effectué sur le ou les éléments connectés à la cuve en permanence ou pendant l'essai.

b) *Claquage électrique de l'élément (première méthode)*

Quelques éléments dans l'unité destinée à l'essai sont munis, par exemple, d'une languette disposée entre les couches du diélectrique. Chaque languette est connectée à une borne distincte.

Pour provoquer le claquage d'un élément ainsi équipé, une surtension d'amplitude suffisante est appliquée entre cette languette et une des électrodes de l'élément modifié. Le courant et/ou la tension du condensateur sont enregistrés durant l'essai.

c) *Claquage électrique de l'élément (deuxième méthode)*

Certains éléments dans l'unité destinée à l'essai sont munis d'un fil fusible court relié à deux languettes supplémentaires, insérées entre les couches du diélectrique. Chaque languette est connectée à une borne distincte.

Pour provoquer le claquage d'un élément ainsi équipé, un autre condensateur chargé avec une énergie suffisante est déchargé à travers le fil fusible dans le but de le faire fonctionner.

Le courant et/ou la tension du condensateur doit être enregistré pendant l'essai.

d) *Claquage électrique de l'élément (troisième méthode)*

Une petite partie du diélectrique d'un élément (ou de plusieurs éléments) d'une unité est enlevée pendant la fabrication et remplacée par du diélectrique de rigidité plus faible.

Par exemple: 10 cm² à 20 cm² d'un diélectrique composé de film-papier-film sont enlevés et remplacés par deux couches minces de papier.

Annex B (normative)

Test procedures for the disconnecting test on internal fuses

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

a) *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.

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, a "nail" made of insulating material may be used and/or the punctures may be performed in the element(s) connected, permanently or during the test, to the container.

b) *Electrical breakdown of the element (first method)*

Some elements in the test unit are provided with, for example, a tab, inserted between the dielectric layers. Each tab is connected to a separate terminal.

To obtain breakdown of an element thus equipped a surge voltage of sufficient amplitude is applied between the tab and one of the foils of the modified element. Capacitor current and/or voltage are to be recorded during the test.

c) *Electrical breakdown of the element (second method)*

Certain elements in the test unit are provided with a short fuse wire connected to two extra tabs and inserted between the dielectric layers. Each tab is connected to a separate insulated terminal.

To obtain breakdown of an element equipped with this fuse wire, a separate capacitor charged to a sufficient energy is discharged into the wire in order to explode it.

Capacitor current and/or voltage shall be recorded during the test.

d) *Electrical breakdown of the element (third method)*

A small part of the dielectric of an element (or of several elements) in a unit is removed at the time of manufacture and replaced with a weaker dielectric.

For example: 10 cm² to 20 cm² of a film-paper-film dielectric are cut out and replaced with two thin papers.

Annexe C (normative)

Forme de la tension d'essai

En se référant aux circuit et schéma ci-après, la valeur des paramètres indiqués et la séquence de charge et décharge doivent être:

Quand le commutateur est en position 1, le condensateur C_p est chargé à la valeur donnée par le fabricant, dans la plage $0,9 U_N$ à $1,2 U_N$, en moins de 20 s.

Après 60 s, le commutateur est mis sur la position 2 pendant 10 s.

Au choix du fabricant, la valeur de l'inductance (L) doit être fixée afin d'avoir la première crête de courant (I_1) égale à deux fois la valeur de la surintensité (I_2).

La décroissance du courant (K) doit être de 30 % maximum.

$$K = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \cdot 100$$

Puis, le commutateur est mis de nouveau en position 1.

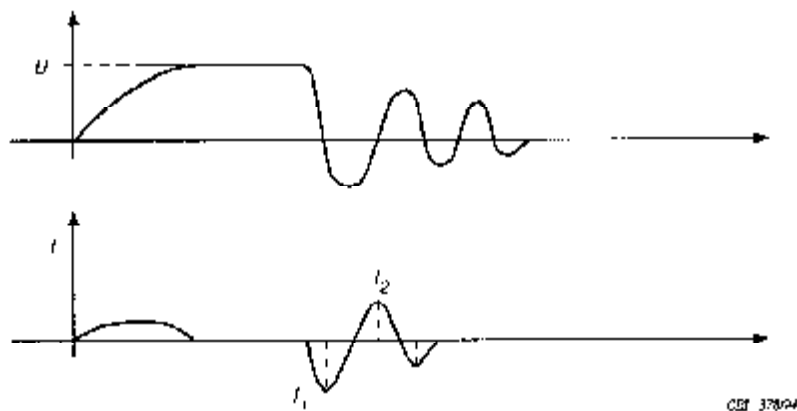


Figure C.1

En se référant aux symboles des figures C.1 et C.2, les formules suivantes sont applicables:

$$I_1 = U \sqrt{\frac{L}{C_p}}$$

$$\tau = \pi \sqrt{L \cdot C_p}$$

Annex C (normative)

Shape of test voltage

With reference to the following circuit and diagram, the indicated parameter values and the charge and discharge sequence shall be:

With the switch in position 1, the capacitor C_p is charged at a value set by the manufacturer, in the range of $0,9 U_N$ to $1,2 U_N$ in less than 20 s.

After 60 s the switch is switched to position 2 for 10 s.

At the choice of the manufacturer, the inductance value (L) shall be set in order to have the first current (i_1) peak equal to two times the surge current (i_s).

The current decrement (K) shall be 30 % maximum.

$$K = \frac{i_1 - i_2}{i_1} \cdot 100$$

Then the switch is switched to position 1 again.

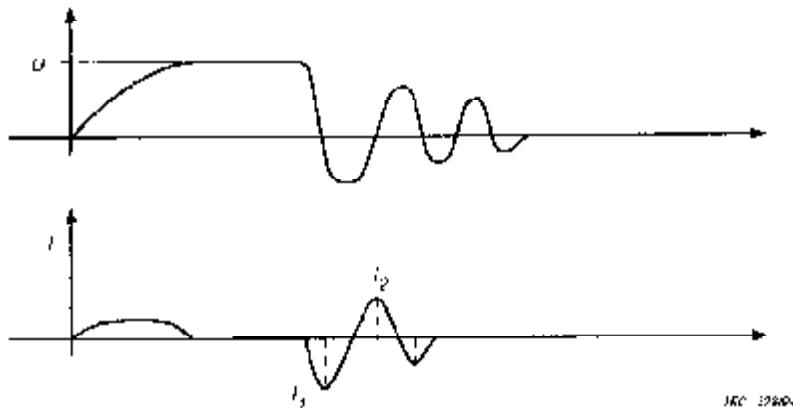
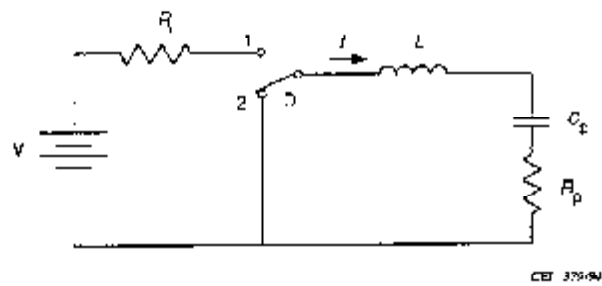


Figure C.1

With reference to the symbols indicated in figures C.1 and C.2, the following formulae are applicable:

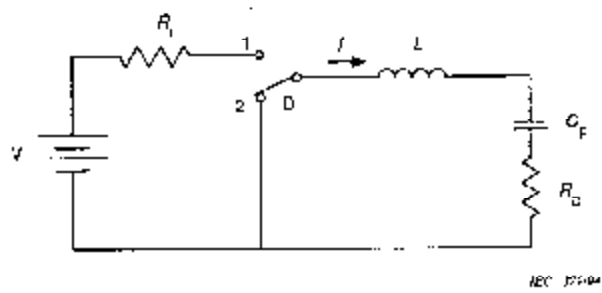
$$i_1 = U \sqrt{\frac{L}{C_p}}$$

$$\tau = \pi \sqrt{L \cdot C_p}$$



- C_f = condensateur en essai
- V = source de tension continue
- R_i = résistance interne
- L = inductance
- R_p = résistance de l'inductance et des connexions
- U = disjoncteur avant la mise en contact

Figure C.2



IEC 1994

- C_F = test capacitor
- V = power source d.c.
- R_i = internal resistance
- L = inductor
- R_s = inductor and connections stray resistance
- D = break-before-make contact

Figure C.2

Annexe D (informative)

Équipement pouvant être utilisé pour l'essai d'autorégénération des perforations

D'autres méthodes peuvent être admises.

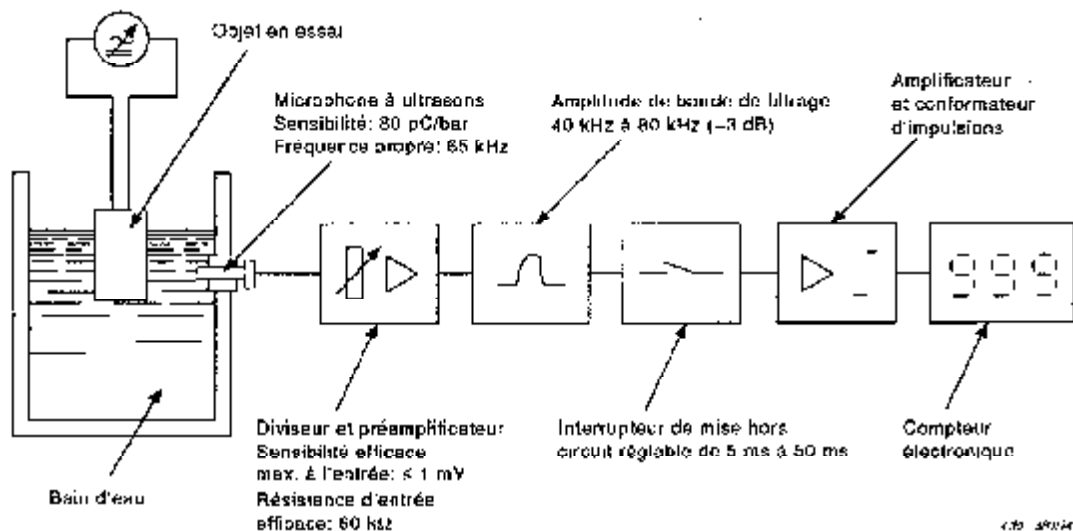


Figure D.1

Annex D (informative)

Self-healing breakdown test equipment that may be used

Other methods are acceptable.

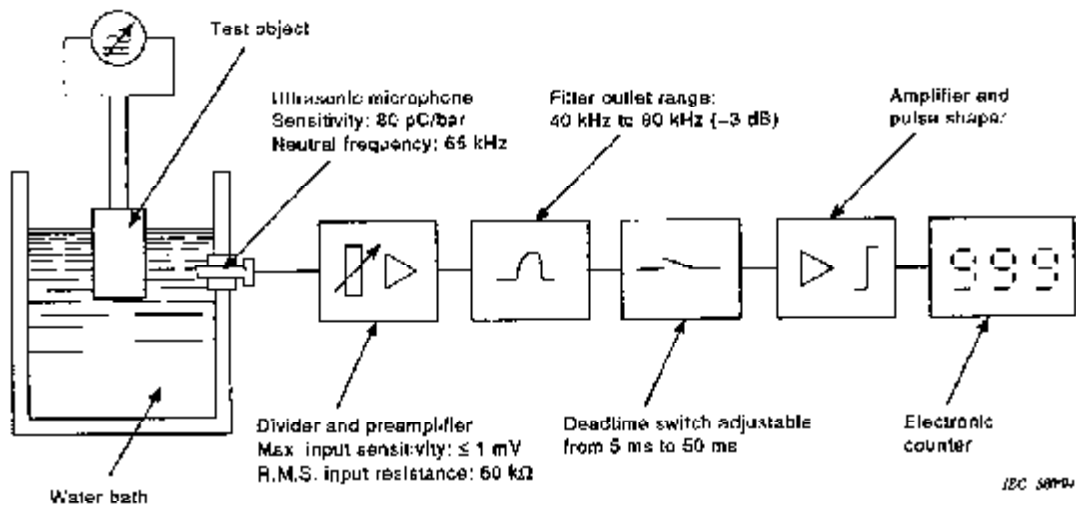


Figure D.1

**Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 33**

- 110 (1973) Recommandation concernant les condensateurs pour les installations de génération de chaleur par induction soumis à des fréquences comprises entre 40 et 24 000 Hz.
- 143 (1992) Condensateurs série destinés à être installés sur des réseaux.
- 252 (1993) Condensateurs des moteurs à courant alternatif.
- 358 (1990) Condensateurs de couplage et diviseurs capacitifs.
- 593 (1977) Coupe-circuit internes et déconnecteurs internes à suppression pour condensateurs shunt.
Modification n° 2 (1986).
- 594 (1977) Coupe-circuit internes et déconnecteurs internes à suppression pour condensateurs pour installations de génération de chaleur par induction.
Modification n° 2 (1987).
- 595 (1977) Coupe-circuit internes pour condensateurs série.
Modification n° 2 (1987).
- 831 - Condensateurs shunt de puissance autorégénérateurs destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 660 V.
- 831-1 (1988) Première partie: Généralités - Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées - Règles de sécurité - Guide d'installation et d'exploitation.
Amendement n° 1 (1991).
Amendement 2 (1993).
- 831-2 (1988) Deuxième partie: Essais de vieillissement, d'auto-régénération et de destruction.
Amendement n° 1 (1991).
Amendement 2 (1993).
- 871 - Condensateurs shunt destinés à être installés sur des réseaux à courant alternatif avec tension assignée supérieure à 660 V.
- 871-1 (1987) Première partie: Généralités - Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées - Règles de sécurité - Guide d'installation et d'exploitation.
Amendement n° 1 (1991).
- 871-2 (1987) Deuxième partie: Essais d'endurance.
Amendement n° 1 (1991).
- 931 - Condensateurs shunt de puissance non-autorégénérateurs destinés à être utilisés sur des réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 660 V.
- 931-1 (1989) Première partie: Généralités. Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées - Règles de sécurité - Guide d'installation et d'exploitation.
Amendement n° 1 (1991).
- 931-2 (1992) Partie 2: Essais de vieillissement et de destruction.
- 996 (1989) Méthode de vérification de la précision des mesures de la tangente de l'angle de pertes applicable aux condensateurs.
- 1071 - Condensateurs pour l'électronique de puissance.
- 1071-1 (1991) Partie 1: Généralités.
- 1071-2 (1994) Partie 2: Prescriptions pour l'essai de disconnexion des coupe-circuit, essai de destruction, essai d'auto-régénération et essai d'endurance.

Publication 1071-2

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 33**

- 110 (1973) Recommendation for capacitors for inductive heat generating plants operating at frequencies between 40 and 24 000 Hz.
- 143 (1992) Series capacitors for power systems.
- 252 (1993) A.C. motor capacitors.
- 358 (1990) Coupling capacitors and capacitor dividers.
- 593 (1977) Internal fuses and internal overpressure disconnectors for shunt capacitors.
Amendment No. 2 (1986).
- 594 (1977) Internal fuses and internal overpressure disconnectors for capacitors for inductive heat generating plants.
Amendment No. 2 (1987).
- 595 (1977) Internal fuses for series capacitors.
Amendment No. 2 (1987).
- 831 - Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 660 V.
- 831-1 (1988) Part 1: General - Performance, testing and rating. Safety requirements - Guide for installation and operation.
Amendment No. 1 (1991).
Amendment 2 (1993).
- 831-2 (1988) Part 2: Ageing test, self healing test and destruction test.
Amendment No. 1 (1991).
Amendment 2 (1993).
- 871 - Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 660 V.
- 871-1 (1987) Part 1: General - Performance, testing and rating. Safety requirements - Guide for installation and operation.
Amendment No. 1 (1991).
- 871-2 (1987) Part 2: Endurance testing.
Amendment No. 1 (1991).
- 931 - Shunt power capacitors of the non-self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 660 V.
- 931-1 (1989) Part 1: General - Performance, testing and rating - Safety requirements - Guide for installation and operation.
Amendment No. 1 (1991).
- 931-2 (1992) Part 2: Ageing test and destruction test.
- 996 (1989) Method for verifying accuracy of tan delta measurements applicable to capacitors.
- 1071 - Power electronic capacitors.
- 1071-1 (1991) Part 1: General.
- 1071-2 (1994) Part 2: Requirements for disconnecting test on fuses, destruction test, self-healing test and endurance test.

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND