

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

TECHNICAL SPECIFICATION

**CEI
IEC**

TS 60871-2

Deuxième édition
Second edition
1999-06

**Condensateurs shunt pour réseaux
à courant alternatif de tension assignée
supérieure à 1 000 V –**

**Partie 2:
Essais d'endurance**

**Shunt capacitors for a.c. power systems
having a rated voltage above 1 000 V –**

**Part 2:
Endurance testing**



Numéro de référence
Reference number
IEC/TS 60871-2:1999

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

TECHNICAL SPECIFICATION

**CEI
IEC**

TS 60871-2

Deuxième édition
Second edition
1999-06

Condensateurs shunt pour réseaux à courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 000 V –

Partie 2: Essais d'endurance

Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V –

Part 2: Endurance testing

© IEC 1999 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 photo-copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application et objet	8
1.2 Références normatives	8
1.3 Définitions	8
2 Prescriptions de qualité et essais	10
2.1 Prescriptions d'essais	10
Annexe A (normative) Enveloppe de l'onde de surtension	18
Annexe B (normative) Prescriptions concernant le modèle d'éléments comparables pour un modèle d'unité d'essai	20
Annexe C (informative) Définition des dimensions de l'élément et de la cuve du condensateur	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General.....	9
1.1 Scope and object.....	9
1.2 Normative references.....	9
1.3 Definitions	9
2 Quality requirements and tests.....	11
2.1 Test requirements.....	11
Annex A (normative) Waveform of overvoltage.....	19
Annex B (normative) Requirements regarding comparable element design and test unit design	21
Annex C (informative) Definition of element and capacitor container dimensions.....	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDENSATEURS SHUNT POUR RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF DE TENSION ASSIGNÉE SUPÉRIEURE À 1 000 V –

Partie 2: Essais d'endurance

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente spécification technique peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, 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;

La CEI 60871-2, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 33 de la CEI: Condensateurs de puissance.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1987 et l'amendement 1 (1991). Elle constitue une révision technique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SHUNT CAPACITORS FOR AC POWER SYSTEMS
HAVING A RATED VOLTAGE ABOVE 1 000 V –****Part 2: Endurance testing****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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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 specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- The subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

IEC 60871-2, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 33: Power capacitors.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1987 and amendment 1 (1991). It constitutes a technical revision.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
33/292/CDV	33/304/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A et B constituent des éléments normatifs de la présente partie de la CEI 60871.

L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2005. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée; ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60871-2:1999

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

Enquiry draft	Report on voting
33/292/CDV	33/304/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A and B form a normative part of this part of IEC 60871.

Annex C is for information only.

The committee has decided that this publication remains valid until 2005. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition; or
- amended.

CONDENSATEURS SHUNT POUR RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF DE TENSION ASSIGNÉE SUPÉRIEURE À 1 000 V –

Partie 2: Essais d'endurance

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente spécification technique s'applique aux condensateurs conformes à la CEI 60871-1 et donne les prescriptions relatives aux essais de tenue aux surtensions et aux essais de vieillissement 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 la présente partie de la CEI 60871. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60871 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60871-1:1997, *Condensateurs shunt pour réseaux à courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 000 V – Partie 1: Généralités – Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées – Règles de sécurité – Guide d'installation et d'exploitation*

CEI 60996:1989, *Méthode de vérification de la précision des mesures de la tangente de l'angle de pertes applicable aux condensateurs*

1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente spécification technique, les définitions suivantes s'appliquent, avec celles de la CEI 60871-1:

1.3.1 (condensateur) unité d'essai

l'une des unités qui sont fabriquées ou une unité spéciale qui équivaut aux unités fabriquées, eu égard aux propriétés à vérifier par les essais de tenue aux surtensions et de vieillissement. Le modèle des unités d'essai peut être différent pour la tenue aux surtensions et pour le vieillissement. (Les restrictions sur le modèle de l'unité d'essai sont détaillées dans l'annexe B.)

1.3.2 modèle d'élément comparable

gamme d'éléments fabriqués qui sera comparable en performances, quant à la procédure d'essai, aux éléments des unités à fabriquer (voir annexe B pour le détail des limites du modèle)

1.3.3 isolement entre éléments

isolement entre deux éléments connectés en série, se composant

SHUNT CAPACITORS FOR AC POWER SYSTEMS HAVING A RATED VOLTAGE ABOVE 1 000 V –

Part 2: Endurance testing

1 General

1.1 Scope and object

This technical specification applies to capacitors according to IEC 60871-1 and gives the requirements for overvoltage cycling and ageing tests of these capacitors.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60871. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60871 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60871-1:1997, *Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V – Part 1: General – Performance, testing and rating – Safety requirements – Guide for installation and operation*

IEC 60996:1989, *Method for verifying accuracy of tan delta measurements applicable to capacitors*

1.3 Definitions

For the purpose of this technical specification, the following definitions apply in addition to those given in IEC 60871-1:

1.3.1

test (capacitor) unit

one of the units to be manufactured or a special unit which, with respect to the properties to be checked by the overvoltage cycling and ageing tests, is equivalent to the units to be manufactured. The design may be different for the overvoltage cycling and ageing test units. (The restrictions on test unit design are detailed in annex B.)

1.3.2

comparable element design

a range of construction elements that will be comparable in performance, under the test procedure, with elements of the units to be manufactured (see annex B for detailed design limits)

1.3.3

inter-element insulation

the insulation between two series-connected elements, consisting of:

- des spires externes des couches isolantes situées autour des électrodes de l'élément, ou
- d'une couche isolante de séparation placée entre les deux éléments. Cette couche isolante de séparation peut dépasser les côtés de l'élément aplati en largeur et (ou) en longueur (voir annexe C).

2 Prescriptions de qualité et essais

2.1 Prescriptions d'essais

2.1.1 Classification des essais

L'essai de tenue aux surtensions est un essai de type effectué pour s'assurer que des périodes de surtension répétées, pour une gamme de températures allant de la température assignée la plus basse à la température ambiante, ne causeront pas de claquage du diélectrique.

L'essai de vieillissement est un essai de type effectué pour s'assurer que la progression de la dégradation résultant de l'augmentation de la contrainte de tension à température élevée ne causera pas une défaillance prématurée du diélectrique.

Ces deux essais doivent être effectués comme essais de type par le fabricant pour un système diélectrique particulier (non pour chaque condensateur à caractéristiques assignées particulières, puisque les résultats des essais de type sont applicables à une large gamme de valeurs assignées de condensateurs avec les restrictions définies dans l'annexe B). Un certificat donnant les résultats détaillés de ces essais doit être fourni à l'acheteur sur sa demande.

2.1.2 Essais d'endurance et prescriptions

Les essais de tenue aux surtensions et de vieillissement doivent être effectués selon la séquence donnée ci-après. Un groupe d'unités d'essai doit être soumis à l'essai de tenue aux surtensions et un autre groupe d'unités à l'essai de vieillissement, ou le fabricant peut soumettre un seul groupe d'unités aux deux essais.

La tension d'essai appliquée doit avoir une fréquence de 50 Hz ou de 60 Hz à l'exception de l'essai de 2.1.2.1, où une tension continue peut être utilisée selon le paragraphe 9.2 de la CEI 60871-1.

2.1.2.1 Essai individuel

L'unité d'essai doit être soumise à l'essai diélectrique individuel entre bornes (voir article 9 de la CEI 60871-1) avec une amplitude telle que la tension d'essai voulue soit obtenue aux bornes de chaque élément.

2.1.2.2 Conditionnement des unités avant les essais

L'unité d'essai doit être soumise à une tension non inférieure à $1,1 U_N$ pendant au moins 16 h à une température ambiante non inférieure à +10 °C.

NOTE Le conditionnement est effectué pour stabiliser les propriétés diélectriques des unités d'essai.

2.1.2.3 Mesures initiales de la capacité et des pertes diélectriques

L'unité d'essai doit être placée pendant au moins 12 h hors tension dans une enceinte à ventilation forcée dont la température est choisie dans la plage de +60 °C à +75 °C avec une tolérance de ± 2 °C.

- the outer turns of the insulation layers around the electrodes in an element, or
- a separate insulation layer placed between the two elements. This separate insulation layer may protrude outside the width and (or) length dimension(s) of the flattened element (see annex C).

2 Quality requirements and tests

2.1 Test requirements

2.1.1 Classification of tests

The overvoltage cycling test is a type test carried out in order to ascertain that repeated overvoltage cycles, at temperatures ranging from the lowest rated temperature to room temperature, do not cause a dielectric breakdown.

The ageing test is a type test carried out in order to ascertain that the progression of deterioration resulting from increased voltage stress at elevated temperature does not cause untimely failure of the dielectric.

Both of these tests shall be carried out as type tests by the manufacturer for a particular dielectric system (not for each particular capacitor rating, as the type test results are applicable to a wide range of capacitor ratings within the limits defined in annex B). The purchaser shall, on request, be supplied with a certificate detailing the results of such tests.

2.1.2 Endurance test and requirements

The overvoltage cycling and ageing tests shall be carried out in the sequence given below. One group of test units shall be subjected to the overvoltage cycling test and another group to the ageing test, or the manufacturer can subject one group of units to both tests.

The applied test voltage shall have a frequency of 50 Hz or 60 Hz, except for the test according to 2.1.2.1 where a d.c. voltage can be used according to 9.2 of IEC 60871-1.

2.1.2.1 Routine test

The test unit shall be subjected to the routine voltage test between the terminals (see IEC 60871-1, clause 9) with an amplitude such that the correct test voltage is obtained across each element.

2.1.2.2 Conditioning of the units before the test

The test unit shall be subjected to a voltage of not less than $1,1 U_N$ at an ambient temperature of not less than +10 °C for not less than 16 h.

NOTE The conditioning is carried out to stabilize the dielectric properties of the test units.

2.1.2.3 Initial capacitance and dielectric loss measurements

The test unit shall be placed for at least 12 h in the unenergized state in a chamber with forced air circulation having a temperature selected from the range +60 °C to +75 °C with a permitted variation of ± 2 °C.

Ensuite, l'unité doit être soumise à U_N , à même température ambiante. La capacité et les pertes diélectriques doivent être mesurées de 4,5 min à 5,5 min après l'application de la tension.

NOTE 1 Il convient que les procédures de mesure des paragraphes 7.1 et 8.1 de la CEI 60871-1 soient respectées, à l'exception des prescriptions concernant la température et le temps avant la mesure qui sont selon le présent paragraphe.

NOTE 2 Au lieu d'effectuer l'essai à la même température ambiante, l'unité d'essai peut être isolée thermiquement pour éviter une diminution de la température dans l'unité avant la fin des mesures.

2.1.2.4 Tensions d'essai

Pour les condensateurs qui sont soumis à des valeurs très élevées de surtensions, de transitoires, etc. (voir, par exemple, la note 5 en 9.1 de la CEI 60871-1 et 31.1 de la CEI 60871-1), l'amplitude des tensions d'essai appliquées au cours de l'essai de tenue aux surtensions (voir 2.1.3 et annexe A) doit être augmentée en conséquence.

2.1.3 Essai de tenue aux surtensions

2.1.3.1 Méthode d'essai

L'unité doit être placée pendant au moins 12 h hors tension dans une enceinte à ventilation forcée ayant une température n'excédant pas la limite inférieure de la catégorie de température (voir 4.1 de la CEI 60871-1).

L'unité d'essai doit ensuite être placée en air calme à une température ambiante de +15 °C à +35 °C.

Dans les 5 min qui suivent le retrait de l'enceinte ventilée, l'unité d'essai doit être soumise à $1,1 U_N$. S'il n'est pas possible de respecter la limite de 5 min avant l'application de la tension, l'unité d'essai doit être isolée thermiquement pour éviter les échauffements indésirables. Dans les 5 min qui suivent l'application de la tension, une surtension de $2,25 U_N$ doit être appliquée sans aucune interruption de la tension durant 15 périodes, après quoi la tension de $1,1 U_N$ est maintenue de nouveau sans aucune interruption de la tension. Après un intervalle de temps de 1,5 min à 2 min à $1,1 U_N$, une autre surtension de valeurs égales doit être appliquée et la procédure est répétée.

L'unité doit être soumise quotidiennement à un total de 130 à 170 cycles de surtension, chaque cycle ayant une durée de 15 périodes.

L'unité doit être immédiatement remise dans l'enceinte ventilée, refroidie pendant au moins 12 h hors tension et l'essai doit être poursuivi chaque jour jusqu'à ce que l'unité ait été soumise à un total de 850 cycles de surtension d'une durée de 15 périodes (soit un total de 12 750 périodes de surtension).

NOTE 1 Les prescriptions détaillées concernant l'enveloppe de la surtension et les tolérances sont données dans l'annexe A.

NOTE 2 Il convient que l'essai soit réalisé au cours de journées consécutives. Des interruptions sont autorisées, à condition que l'unité demeure hors tension dans l'enceinte refroidie pendant toute la durée de l'interruption.

2.1.3.2 Mesures finales de la capacité et des pertes diélectriques

Les mesures selon 2.1.2.3 doivent être répétées aux mêmes températures, tension et fréquence dans les deux jours qui suivent la fin de l'essai de 2.1.3.1.

2.1.3.3 Critères d'acceptation

Aucun claquage ne doit se produire quand deux unités ont été essayées ou, en variante, un claquage est accepté quand trois unités ont été essayées.

The unit, at the same ambient temperature, shall then be subjected to U_N . The capacitance and the dielectric losses shall be measured within 4,5 min to 5,5 min after the voltage application.

NOTE 1 The measuring procedures according to 7.1 and 8.1 of IEC 60871-1 should be followed, except for the temperature and measuring time requirements which are according to this subclause.

NOTE 2 Instead of performing the test at the same ambient temperature the test unit may be thermally insulated in order to avoid a temperature decrease in the test unit before the measurement has been completed.

2.1.2.4 Test voltages

For capacitors which are exposed to higher overvoltages, transients, etc. (e.g. see note 5 in 9.1 of IEC 60871-1, and 31.1 of IEC 60871-1), the amplitude of the applied test voltages in the overvoltage cycling test (see 2.1.3 and annex A) shall be increased accordingly.

2.1.3 Overvoltage cycling test

2.1.3.1 Test method

The unit shall be placed for at least 12 h in the unenergized state in a chamber with forced air circulation having a temperature not exceeding the lower limit of the temperature category (see 4.1 of IEC 60871-1).

The test unit shall then be placed in still air at an ambient temperature of +15 °C to +35 °C.

Within 5 min after being taken out of the ventilated chamber, the test unit shall be subjected to 1,1 U_N . If the 5 min limit cannot be achieved before voltage application, the test unit shall be thermally insulated in order to avoid undue heating. Within 5 min after the voltage application, an overvoltage of 2,25 U_N shall be applied without any voltage interruption for a duration of 15 cycles after which the 1,1 times U_N voltage is maintained again without any voltage interruption. After an interval of 1,5 min to 2 min at 1,1 U_N , another equal overvoltage shall be applied and the procedure repeated.

The unit shall be subjected daily to a total of 130 to 170 overvoltage periods, each of 15 cycles duration.

The unit shall then immediately be placed in the ventilated cooled chamber again for at least 12 h in the unenergized state and the test shall continue each day until the unit has been subjected to a total of 850 overvoltage periods of 15 cycles duration (total of 12 750 overvoltage cycles).

NOTE 1 Detailed requirements regarding the overvoltage shape and the tolerances are given in annex A.

NOTE 2 The test should be carried out on consecutive days. Interruptions are permitted, provided that the test unit remains unenergized in the cooled chamber during the whole interruption period.

2.1.3.2 Final capacitance and dielectric loss measurements

The measurements according to 2.1.2.3 shall be repeated at the same temperature, voltage and frequency within two days of completing the tests in 2.1.3.1.

2.1.3.3 Acceptance criteria

No breakdown shall occur when two units have been tested, or alternatively one breakdown is accepted when three units have been tested.

Les mesures de la capacité effectuées aux paragraphes 2.1.2.3 et 2.1.3.2 ne doivent pas différer de plus d'un claquage d'un élément ou du fonctionnement d'un fusible interne.

2.1.4 Essai de vieillissement

2.1.4.1 Méthode d'essai

La température du diélectrique durant l'essai de vieillissement doit être au moins égale à la plus élevée des températures suivantes:

- a) 60 °C;
- b) la somme de la température moyenne la plus élevée sur toute période de 24 h (voir tableau 1 de la CEI 60871-1) et de l'échauffement du diélectrique obtenu à la fin de l'essai de stabilité thermique pour l'unité fabriquée (voir article 13 de la CEI 60871-1).

NOTE La température du diélectrique peut être mesurée avec des thermocouples ou être estimée à partir de la mesure de la capacité à la fin de l'essai de stabilité thermique en utilisant la courbe de la capacité en fonction de la température ou être estimée au préalable par des relations établies entre les températures interne et externe comme celles utilisées dans les condensateurs factices à résistance décrits dans la CEI 60996.

Pendant cet essai, l'unité d'essai doit être placée dans une enceinte avec une température ambiante réglée de telle façon que la température du diélectrique soit celle prescrite ci-dessus. La température ambiante doit rester constante avec une tolérance de -2 °C et $+5$ °C. Avant la mise sous tension, les unités d'essai doivent être stabilisées à cette température ambiante pendant une durée de 12 h. A cause de la durée importante de cet essai, des interruptions de tension sont autorisées. Pendant ces interruptions, les unités doivent demeurer à cette température ambiante contrôlée. Si la puissance thermique est perdue dans l'enceinte, la température ambiante prescrite doit être atteinte de nouveau pendant 12 h avant de remettre les unités d'essai sous tension.

La durée de l'essai doit dépendre de la tension d'essai. L'une des deux conditions d'essai suivantes doit être utilisée:

Tension d'essai	Durée h
$1,25 U_N$	3 000
$1,40 U_N$	1 000

2.1.4.2 Mesures finales de la capacité et des pertes diélectriques

Les mesures selon 2.1.2.3 doivent être répétées à la même température, tension et fréquence dans les deux jours qui suivent la fin de l'essai de 2.1.4.1.

2.1.4.3 Critères d'acceptation

Aucun claquage ne doit se produire quand deux unités ont été essayées ou, en variante, un claquage est accepté quand trois unités ont été essayées.

Les mesures de la capacité effectuées aux paragraphes 2.1.2.3 et 2.1.4.2 ne doivent pas différer de plus d'un claquage d'un élément ou du fonctionnement d'un fusible interne.

2.1.5 Validité de l'essai

L'essai d'endurance est un essai sur les éléments (conception et composition du diélectrique) et sur le procédé de fabrication de ces éléments quand ils sont assemblés dans un condensateur unitaire.

The capacitance measurements performed in 2.1.2.3 and 2.1.3.2 shall differ by less than an amount corresponding to either breakdown of an element or operation of an internal fuse.

2.1.4 Ageing test

2.1.4.1 Test method

The temperature of the dielectric during the ageing test shall be at least equal to the higher of the following temperatures:

- a) 60 °C;
- b) the sum of the highest mean temperature in 24 h (see IEC 60871-1, table 1) and the dielectric temperature rise attained at the end of the thermal stability test for the unit to be manufactured (see IEC 60871-1, clause 13).

NOTE The dielectric temperature may be measured with thermocouples or estimated from the capacitance measurement at the end of the thermal stability test using the curve of capacitance versus temperature, or can be estimated from previously established relationships between internal and external temperatures such as by use of resistive dummy capacitors described in IEC 60996.

During this test, the test unit shall be placed in a chamber with ambient temperature adjusted to achieve the required dielectric temperature. The ambient temperature shall be held constant with a tolerance of -2 °C to $+5\text{ °C}$. Prior to energization, the test units shall be stabilized in this ambient for 12 h. Due to the length of this test, voltage interruptions are allowed. During these interruptions, the units shall remain in the controlled ambient. If power is lost to the chamber, the ambient temperature shall be reattained for 12 h prior to re-energization of the units.

The testing time shall depend on the test voltage. Either one of the following test conditions shall be used:

Test voltage	Duration h
$1,25\ U_N$	3 000
$1,40\ U_N$	1 000

2.1.4.2 Final capacitance and dielectric loss measurements

The measurements according to 2.1.2.3 shall be repeated at the same temperature, voltage and frequency within two days of completing the tests in 2.1.4.1.

2.1.4.3 Acceptance criteria

No breakdown shall occur when two units have been tested, or alternatively one breakdown is accepted when three units have been tested.

The capacitance measurements performed in 2.1.2.3 and 2.1.4.2 shall differ by less than an amount corresponding to either breakdown of an element or operation of an internal fuse.

2.1.5 Validity of test

The endurance test is a test on the elements (their dielectric design and composition), and on the manufacturing process of these elements when assembled into a capacitor unit.

2.1.5.1 Variation des modèles

Chaque essai d'endurance couvre également d'autres modèles de condensateurs qui peuvent s'écarter du modèle essayé dans les limites établies dans l'annexe B.

2.1.5.2 Variation des conditions de service

Chaque essai d'endurance couvre également des conditions de service différentes selon les points suivants :

- unités ayant une catégorie de température minimale supérieure à celle de l'unité essayée pour l'essai de tenue aux surtensions;
- unités ayant une catégorie de température maximale inférieure à celle de l'unité essayée pour l'essai de vieillissement;
- l'essai exécuté à 50 Hz est aussi applicable à 60 Hz (et pour des fréquences inférieures) et réciproquement.

2.1.5.1 Unit design variations

Each endurance test will also cover other capacitor designs, which are allowed to differ from the tested design within the limits stated in annex B.

2.1.5.2 Service condition variations

Each endurance test will also cover other service conditions according to the following items:

- units having a lowest temperature category higher than that of the overvoltage cycling test unit;
- units having a highest temperature category lower than that of the ageing test unit;
- a test performed at 50 Hz is also applicable for 60 Hz (and lower frequency) units and vice versa.

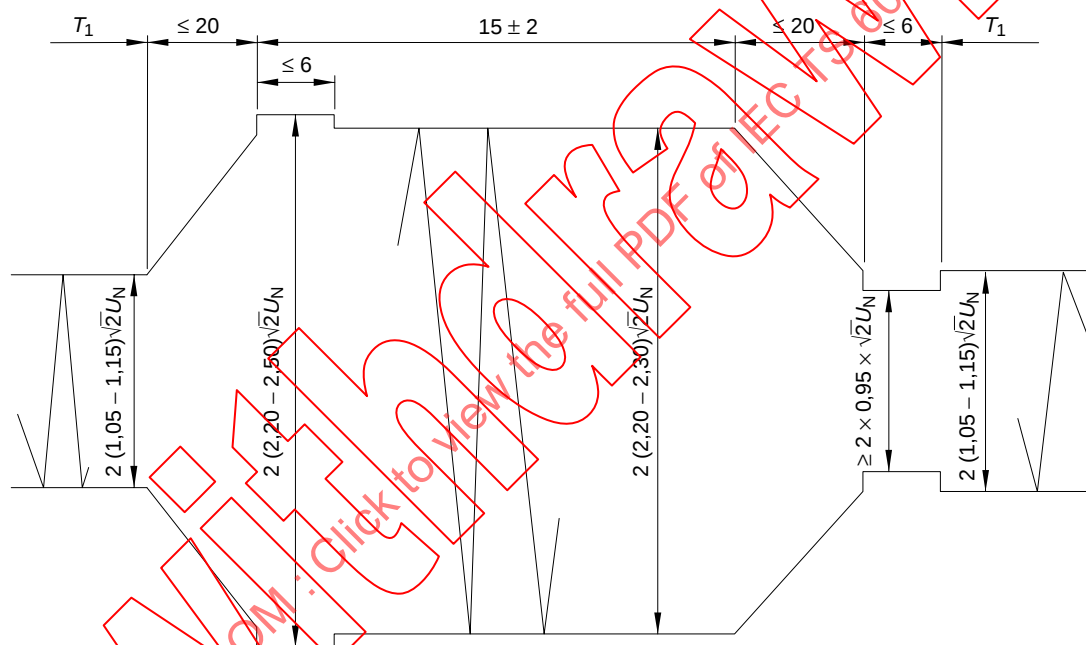
Annexe A (normative)

Enveloppe de l'onde de surtension

La fréquence de la tension d'essai doit être de 50 Hz ou 60 Hz.

La surtension doit être appliquée sans interrompre la tension permanente qui est comprise entre $1,05 U_N$ et $1,15 U_N$.

Les limites d'amplitude de la tension permanente et de la surtension sont indiquées à la figure A.1.



IEC 675/99

Figure A.1 — Limites d'amplitude et de durée d'un cycle de surtension

A l'exception de T_1 , les durées sont exprimées en nombre de périodes de la fréquence d'essai.

T_1 est l'intervalle compris entre 1,5 min et 2 min qui sépare deux cycles de surtension consécutifs.

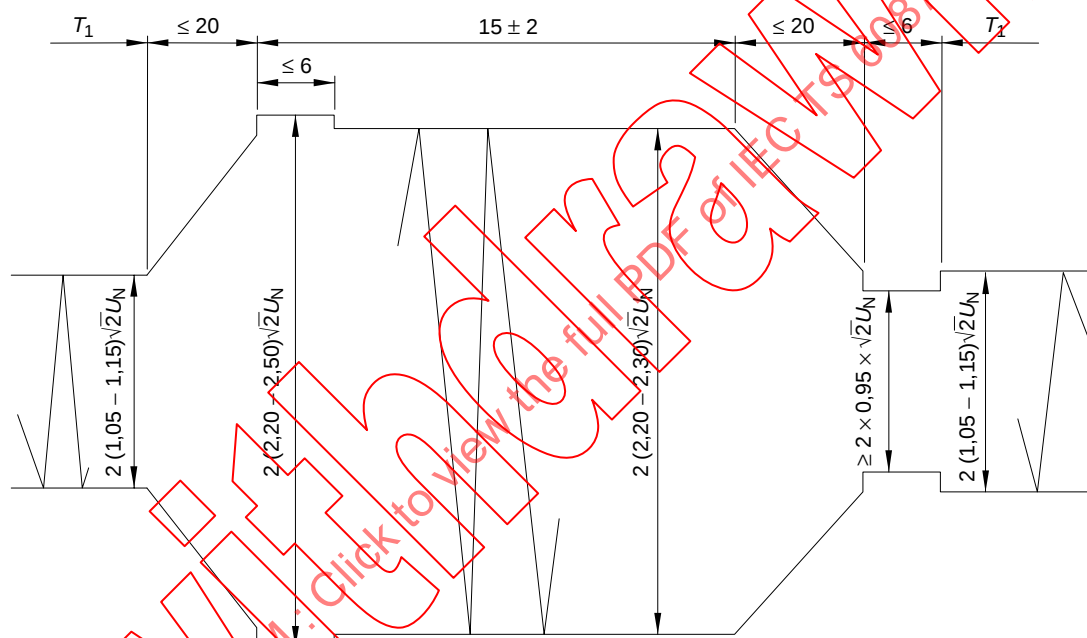
Annex A (normative)

Waveform of overvoltage

The test voltage shall have a frequency of 50 Hz or 60 Hz.

The overvoltage shall be applied without any interruption of the steady voltage of $1,05 U_N$ to $1,15 U_N$.

The amplitude limits for the constant voltage and overvoltage are given in figure A.1.



IEC 675/99

Figure A. 1 — Time and amplitude limits for an overvoltage period

Times, other than T_1 , are expressed in numbers of cycles of the test frequency.

T_1 is the interval of 1,5 min to 2 min between two consecutive overvoltage periods.

Annexe B (normative)

Prescriptions concernant le modèle d'éléments comparables pour un modèle d'unité d'essai

B.1 Critères relatifs au modèle d'éléments

Le modèle d'élément d'essai est considéré comme comparable aux éléments dans les unités à fabriquer si les prescriptions ci-après sont respectées:

- a) l'élément essayé doit avoir un même nombre ou un nombre inférieur de couches de matériau diélectrique solide et être imprégné avec le même liquide.
Pour l'essai de tenue aux surtensions, la tension assignée et le gradient diélectrique doivent être égaux ou supérieurs.
Pour l'essai de vieillissement, le diélectrique doit avoir une épaisseur entre 70 % et 130 % et il doit être dimensionné pour un gradient diélectrique égal ou supérieur.
Dans le cas où l'élément contient un diélectrique mixte (film et papier), la valeur du gradient à retenir pour effectuer la comparaison est la valeur appliquée à chacun des matériaux solides, calculée uniquement en fonction de l'épaisseur des matériaux solides et de leurs permittivités respectives;
- b) la composition des matériaux diélectriques solides doit être la même, par exemple tout film ou tout papier ou film-papier-film, etc.;
- c) les matériaux diélectriques solides et liquides doivent satisfaire aux mêmes spécifications du fabricant;
- d) le modèle de la feuille d'aluminium doit être le même:
 - même spécification du fabricant;
 - même épaisseur à ± 20 % près;
 - bords d'armatures débordants ou non;
 - armature repliée aux bords et (ou) coupée si c'est une caractéristique du modèle;
 - marge libre égale ou inférieure;
- e) les connexions des éléments doivent être du même type, par exemple languettes, soudage, etc.;
- f) la largeur de l'élément (largeur active de l'armature) peut varier de 50 % à 400 % et la longueur de l'élément (longueur active de l'armature) peut varier de 30 % à 300 % (voir les précisions dans l'annexe C).

B.2 Modèle d'unité d'essai

Une unité d'essai est considérée comme comparable aux unités à fabriquer si les prescriptions ci-après sont remplies:

- a) les éléments respectant les prescriptions de l'article B.1 doivent être assemblés de la même manière que les unités à fabriquer, avec un isolement entre éléments d'épaisseur égale ou plus faible et ils doivent être comprimés avec les mêmes limites de tolérance de fabrication, etc.;

Annex B (normative)

Requirements regarding comparable element design and test unit design

B.1 Test element design criteria

A tested element design is considered to be comparable with respect to the elements in the units to be manufactured if the following requirements are fulfilled:

- a) the tested element shall have the same or an inferior number of layers of solid materials in the dielectric and be impregnated with the same liquid.

For the overvoltage cycling test, both the rated voltage and the electrical stress shall be equal or higher.

For the ageing test, the dielectric shall be within 70 % to 130 % of the thickness and be rated at equal or higher electrical stress.

When a dielectric contains both film and paper, the stress value to be used in this comparison is the stress across each of the solid materials, calculated using the thickness of only the solid materials and their respective permittivities;

- b) the dielectric composition of the solid materials shall be the same, for example all-film or all-paper or film-paper-film, etc.;
- c) solid and liquid dielectric materials shall satisfy the same manufacturer's specifications;
- d) the aluminum-foil design shall be the same:
- same manufacturer's specification;
 - thickness within ± 20 %;
 - extended or non-extended foil edges;
 - folded foil at the edges and (or) cut ends if it is a feature of the design;
 - less or equal free margin;
- e) element connections shall be of the same type, for example tabs, soldering, etc.;
- f) the element width (active foil width) is allowed to vary within 50 % to 400 % and the element length (active foil length) is allowed to vary within 30 % to 300 % (see annex C).

B.2 Test unit design

A test unit is considered to be comparable to the units to be manufactured if the following requirements are satisfied :

- a) elements meeting the requirements of clause B.1 shall be similarly assembled, have equal or thinner inter-element insulation, be equally pressed within the manufacturing tolerance, etc., as compared with the units to be manufactured;

- b) au moins quatre de ces éléments doivent être raccordés de manière à obtenir une puissance minimale de 30 kvar sous tension assignée (50 Hz). Tous les éléments raccordés doivent être placés les uns à côté des autres. Pour l'unité d'essai de tenue aux surtensions, au moins un isolement entre éléments doit être prévu de manière à pouvoir, au cours de l'essai, le soumettre à la différence de tension présente entre deux éléments raccordés en série;

NOTE Les éléments raccordés peuvent être connectés en série et en parallèle pour s'adapter à l'installation d'essai. Pour l'unité d'essai de vieillissement, tous les éléments peuvent être raccordés en parallèle.

- c) les connexions extérieures aux éléments essayés peuvent être surdimensionnées afin de supporter les augmentations de courant dues, par exemple, au nombre d'éléments en parallèle;

- d) l'isolement par rapport à la cuve doit être d'épaisseur égale ou supérieure;

NOTE Cette prescription a pour but de s'assurer que les conditions de séchage et d'imprégnation sont égales à celles des unités à fabriquer. Les prescriptions de tenue diélectrique de l'isolement par rapport à la cuve sont prises en compte par les essais selon les articles 10, 15 et 16 de la CEI 60871-1.

- e) une cuve de modèle normalisé du constructeur doit être utilisée, ses dimensions devant se situer dans les limites dimensionnelles suivantes par rapport à l'unité à fabriquer:

- profondeur de la cuve: 50 % à 200 %;
- hauteur de la cuve: 50 % à 400 %;
- largeur de la cuve: 50 % à 200 %.

NOTE Ces plages de dimensions de la cuve sont nécessaires pour tenir compte des dimensions variables des éléments.

Le matériau de la cuve doit être identique mais la peinture peut être différente.

Le nombre et le modèle des traversées peuvent être adaptés à la tension et aux courants de l'essai;

- f) le procédé de séchage et d'imprégnation doit être identique au procédé de la production normale;
- g) à tous les autres égards, l'unité d'essai doit avoir les mêmes composants tels que le type de résistances de décharge et de fusibles internes, et suivre le même procédé de fabrication que les unités à fabriquer.