

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V –

Part 2: Ageing test, self-healing test and destruction test

Condensateurs shunt de puissance autorégénérateurs pour réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V –

Partie 2: Essais de vieillissement, d'autorégénération et de destruction



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 60831-2

Edition 3.0 2014-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V –

Part 2: Ageing test, self-healing test and destruction test

Condensateurs shunt de puissance autorégénérateurs pour réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V –

Partie 2: Essais de vieillissement, d'autorégénération et de destruction

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 29.120.99; 31.060.70

ISBN 978-2-8322-1390-2

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope	5
2 Normative references	5
17 Ageing test	6
17.1 Conditioning.....	6
17.1.1 General	6
17.1.2 Testing in air with forced circulation.....	6
17.1.3 Testing in a liquid bath	6
17.2 Test sequence	7
17.3 Test requirements	7
18 Self-healing test	8
19 Destruction test	8
19.1 Test sequence	8
19.2 Test requirements	10
Annex A (informative) Self-healing breakdown test equipment that may be used	11
Figure 1 – Circuit to perform the destruction test	9
Figure A.1 – Example of self-healing detection equipment	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SHUNT POWER CAPACITORS OF THE SELF-HEALING TYPE
FOR A.C. SYSTEMS HAVING A RATED VOLTAGE UP TO
AND INCLUDING 1 000 V –****Part 2: Ageing test, self-healing test and destruction test**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60831-2 has been prepared by IEC technical committee 33: Power capacitors and their applications.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1995. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) Updating of the normative references;
- b) Discharge cycles before ageing test carried out at ambient temperature;
- c) Alternative Self-healing test at d.c. voltage;
- d) Modified acceptance conditions after Self-healing test;
- e) Modifications to Destruction test.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
33/544/FDIS	33/551/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard 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 2.

A list of all the parts in the IEC 60831 series, published under the general title *Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

SHUNT POWER CAPACITORS OF THE SELF-HEALING TYPE FOR A.C. SYSTEMS HAVING A RATED VOLTAGE UP TO AND INCLUDING 1 000 V –

Part 2: Ageing test, self-healing test and destruction test

1 Scope

This part of IEC 60831 applies to capacitors according to IEC 60831-1 and gives the requirements for the ageing test, self-healing test and destruction test for these capacitors.

NOTE The numbering of the clauses and subclauses in this standard corresponds to that of IEC 60831-1.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60831-1:2014, *Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V – Part 1: General – Performance, testing and rating – Safety requirements – Guide for installation and operation*

17 Ageing test

17.1 Conditioning

17.1.1 General

The temperature of the case during the first part (17.2a)) and the third part (17.2c)) of the ageing test shall be the highest mean temperature in 24 h (see Table 1, IEC 60831-1:2014) plus the difference between the measured temperature of the case and the cooling air temperature recorded at the end of the thermal stability test carried out on an identical unit. The second part (17.2b)) of the ageing test should be performed at room temperature.

The two test methods indicated below are intended to ensure that the capacitor case temperature is maintained constant during the test.

The two methods are considered as being equivalent.

The units that are not sealed shall be tested in air, with forced circulation.

17.1.2 Testing in air with forced circulation

The capacitor unit is mounted in an enclosure in which heated air is circulated with an air velocity such that temperature variations at any point of the enclosure do not exceed $\pm 2^\circ\text{C}$. The sensitive element of the thermostat regulating the temperature in the capacitor enclosure shall be located on the surface of the capacitor container, three-quarters of the way up.

The capacitor shall be placed in a vertical position with the terminals upright.

When many capacitors are tested together, they shall be placed with sufficient clearance between them in order to have sufficient temperature uniformity.

After placing the capacitor in the unheated enclosure, the thermostat shall be set at a temperature equal to that indicated in 17.1.1.

Then, without energizing the capacitor, the enclosure shall be brought to thermal stability, which shall be deemed to have been reached when the container temperature of the capacitor has reached the stated temperature with a tolerance of $\pm 2^\circ\text{C}$.

The capacitor shall then be energized at the voltage stated in 17.2a).

17.1.3 Testing in a liquid bath

The capacitor unit is immersed in a container filled with a liquid which, by appropriate heating, is kept at the temperature indicated in 17.1.1 during the whole test.

This temperature is maintained with a permissible change of $\pm 2^\circ\text{C}$.

Care shall be taken to ensure that the temperature in the neighbourhood of the capacitor is within these limits.

The capacitor is not energized until it has reached the temperature of the liquid bath.

The capacitor shall then be energized at the voltage stated in 17.2a).

Where the terminal insulation, or the insulation of cables permanently attached to the capacitor, is of material that might be damaged by the heating liquid, it is permissible for the

capacitors to be positioned in such a manner that these terminals or cables are just above the surface of the liquid.

17.2 Test sequence

Before the test, the capacitance shall be measured as prescribed in 7.1 of IEC 60831-1:2014.

The test sequence is in three parts as follows:

- a) The capacitor shall be energized at a voltage equal to $1,25 U_N$ for 750 h. Taking the tolerances of the supply voltage into account, this test voltage shall be the average voltage for the whole test duration.
- b) The capacitor shall then be subjected to 1 000 discharge cycles consisting of:
 - charging the capacitor to a d.c. voltage of $2 U_N$;
 - discharging the capacitor through an inductance of:

$$L = \frac{1\,000}{C} \pm 20\% \text{ in microhenry } (\mu\text{H})$$

in which C is the measured capacitance in microfarads (μF).

The cables used for the external circuit and the inductance shall have a cross-section appropriate to the maximum permissible current (see Clause 21 of IEC 60831-1:2014).

The duration of each cycle shall be 30 s minimum.

The connection for this part of the test shall be as described in Clause 16 of IEC 60831-1:2014.

- c) Repetition of item a).

During the whole test sequence the temperature of the case shall be maintained equal to that indicated in 17.1.1.

In the case of three-phase capacitors, the first and the third parts of the test sequence (items a) and c)) shall be carried out with all the phases energized at $1,25 U_N$. This can be obtained either by using a three-phase source, or by using a monophasic source and modifying the internal capacitor connections.

Due to long duration of this test, voltage interruptions may occur unexpectedly. During these interruptions, the capacitor units shall remain in the same test setup and the test time is also interrupted. If power is interrupted to the heating enclosure, the ageing test shall resume with the same starting conditions as described in 17.1.2 or 17.1.3.

17.3 Test requirements

During the test no permanent breakdown, open circuit or flashover shall occur.

At the end of the test the capacitor shall cool down freely to the ambient temperature and the capacitance shall then be measured under the same conditions as before the test.

The maximum permitted variation of capacitance compared to the values measured before the test shall be 3 % averaged over all the phases and 5 % on one phase.

The voltage test between terminals and container shall be carried out with the same procedures as prescribed in 10.1 of IEC 60831-1:2014.

The sealing test shall be repeated as prescribed in Clause 12 of IEC 60831-1:2014.

18 Self-healing test

This test may be carried out on a complete unit, or on a separate element or on a group of elements that are a part of the unit, provided the element or the elements under test are identical to those used in the unit and their conditions are similar to those they have in the unit. The choice is left to the manufacturer.

The capacitor or element shall be subjected for 10 s to an a.c. voltage of $2,15 U_N$ or to a d.c. voltage of $3,04 U_N$ ($2,15 U_N$ a.c. peak value).

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 $3,5 U_N$ in a.c or $4,95 U_N$ in d.c.

If fewer than five breakdowns have occurred when the voltage has reached the above stated voltage limit for a time of 10 s, the test shall be finished, if at least one clearing has occurred.

If no breakdown has occurred, the test may be continued until at least one breakdown is obtained or may be interrupted and repeated on another identical unit or element, at the choice of the manufacturer.

Before and after the test, the capacitance and $\tan \delta$ shall be measured.

No change of the capacitance equal/higher than 0,5 % shall be permitted.

The following formula shall be checked: $\tan \delta \leq 1,1 \tan \delta_0 + 1 \times 10^{-4}$, (at 50 or 60 Hz)

Where $\tan \delta$ is the value after the test and $\tan \delta_0$ is the value before the test.

NOTE 1 Breakdown during the test may be detected by an oscilloscope or by an acoustic or a high-frequency test method.

In particular, self-healing breakdown test equipment as shown in Annex A could be used.

NOTE 2 The test carried out on a part of a unit can facilitate the detection of self-healing breakdown.

For polyphase capacitors, the test voltages should be adjusted accordingly.

When comparing the results of capacitance and $\tan \delta$ 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.

19 Destruction test

19.1 Test sequence

The test shall be carried out on a capacitor unit. If necessary the discharge resistors shall be disconnected in order to avoid burning.

A capacitor which has passed the ageing test may be used.

For polyphase units the test shall be carried out between two terminals only. In the case of three-phase delta connection two terminals shall be short-circuited. For star connection no terminals shall be short-circuited.

The principle of the test is to promote failures in the elements by d.c. voltage and subsequently to check the behaviour of the capacitor when an a.c. voltage is applied.

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

- With the selector switches H and K in positions 1 and a respectively, the a.c. voltage source is set to $1,3 U_N$ and the capacitor current is recorded.
- The d.c. source is set to $10 U_N$. 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.
- Switch H is set to position 3 and switch K to position b in order to apply the d.c. test voltage to the capacitor which is maintained until the voltmeter indicates approximately zero for at least 3 s.

Alternatively, it is also possible to gradually increase the d.c. voltage (to maximum $10 U_N$) until a 300 mA short circuit-current is created in the capacitor, and maintained for at least 3 s.

The capacitor that becomes open circuit after the d.c. conditioning shall be replaced by another sample and not counted.

- Switch K is then set to position a again in order to apply the a.c. test voltage to the capacitor for a period of 3 min when the current is again noted.

The following conditions may be obtained:

- the ammeter I and the voltmeter U both indicate zero. In this case the fuse-link shall be checked. If it has blown it shall be replaced. Then the a.c. voltage is applied to the capacitor and if the fuse-link blows again the procedure is interrupted. If the fuse-link does not blow the procedure consisting in the application to the capacitor of d.c. and a.c. voltage as prescribed in items c) and d) continues using only the switch K;
- the current indicated by the ammeter I is lower than 66 % of the initial value 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 66 % of the initial value. In this case the procedure (d.c. – a.c.) continues.

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 10.1 of IEC 60831-1:2014 applying an a.c. voltage of 1 500 V.

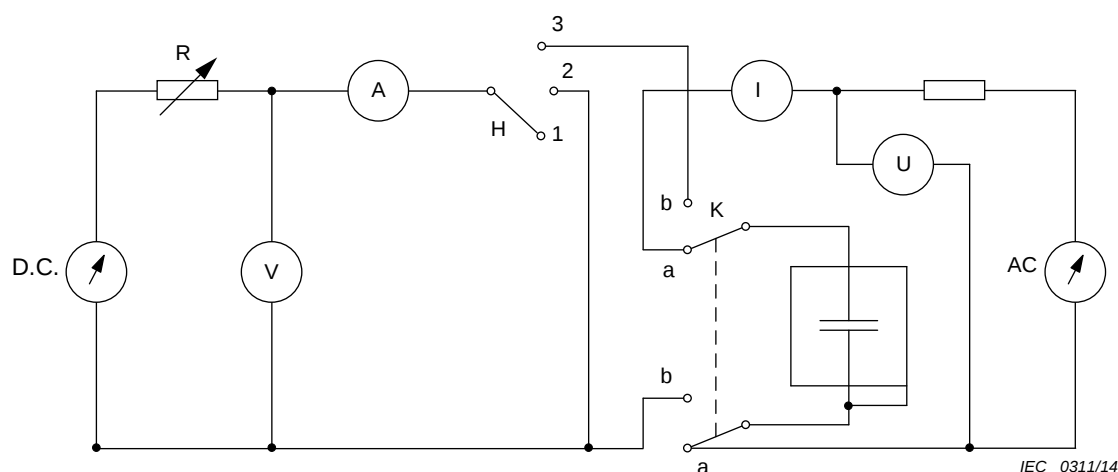


Figure 1 – Circuit to perform the destruction test

The minimum short-circuit current of the a.c. generator shall be 2 000 A at the capacitor terminals.

A time-lag fuse-link for protecting the setup shall be used.

The rated current I_F of the fuse-link shall be obtained by the formula:

$$I_F = KI \pm 10 \% \text{ in amperes (A)}$$

where:

$$K = \frac{100}{Q}$$

Q = Q_N in kilovars (kvar), in the case of a single-phase capacitor;

Q = $2/3 Q_N$, in kilovars (kvar), in the case of a three-phase delta-connected capacitor with two terminals connected together or three-phase star-connected capacitor with two terminals connected only. (This is because the testing voltage has to be adjusted when performing the test, see following note.);

I = I_N , in amperes (A), in the case of a single phase of star-connected three-phase capacitor;

I = $2/\sqrt{3}(=1,155) I_N$, in amperes (A), in the case of a three-phase delta-connected capacitor with two terminals connected together

In any case, K shall be not less than two and not greater than ten.

NOTE For three-phase star-connected capacitors, the single-phase test voltage applied to any two terminals will be adjusted by a single factor of $2/\sqrt{3}$. For a test voltage level of $1,3 U_N$ the adjusted voltage in this case will be of $2/\sqrt{3} \times 1,3 U_N$ (about $1,5 U_N$).

19.2 Test requirements

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

- Escaping liquid material may wet the outer surface of the capacitor but shall not fall in drops.
- The container of the capacitor may be deformed and damaged but not broken.
- 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.

- The result of a dielectric test between terminals and container with 1 500 V for 10 s shall be satisfactory.

NOTE Excessive emanation of fumes during the test could be dangerous.

Annex A (informative)

Self-healing breakdown test equipment that may be used

Figure A.1 shows an example of self-healing detection equipment that can be used during the self-healing test (Clause 18)

Other methods are acceptable.

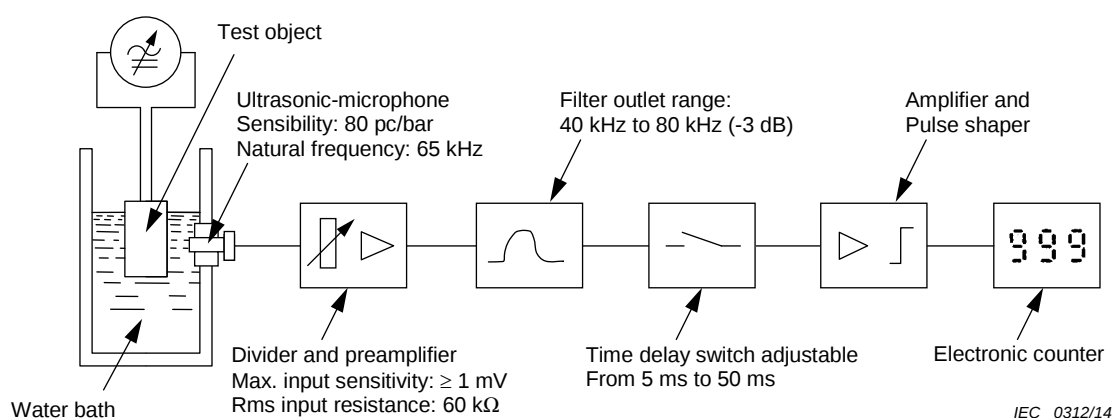


Figure A.1 – Example of self-healing detection equipment

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	13
1 Domaine d'application	15
2 Références normatives	15
17 Essai de vieillissement	16
17.1 Conditionnement	16
17.1.1 Généralités	16
17.1.2 Essai en circulation forcée d'air	16
17.1.3 Essai en bain liquide	16
17.2 Déroulement de l'essai	17
17.3 Exigences d'essai	17
18 Essai d'autorégénération	18
19 Essai de destruction	19
19.1 Déroulement de l'essai	19
19.2 Exigences d'essai	20
Annexe A (informative) Equipement pouvant être utilisé pour l'essai d'autorégénération des perforations	22
Figure 1 – Schéma pour effectuer l'essai de destruction	20
Figure A.1 – Exemple d'équipement de détection d'autorégénération	22

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONDENSATEURS SHUNT DE PUISSANCE AUTORÉGÉNÉRATEURS POUR
RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF DE TENSION ASSIGNÉE
INFÉRIEURE OU ÉGALE À 1 000 V –****Partie 2: Essais de vieillissement, d'autorégénération et de destruction**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60831-2 a été établie par le comité d'études 33 de la CEI: Condensateurs de puissance et leurs applications.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1995. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) mise à jour des références normatives;
- b) réalisation des cycles de décharge à température ambiante avant essai de vieillissement;
- c) réalisation d'un essai d'autorégénération à tension alternative en courant alternatif;

- d) modification des conditions d'acceptation après la réalisation d'un essai d'autorégénération;
- e) modification de l'essai de destruction.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
33/544/FDIS	33/551/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60831, publiées sous le titre général *Condensateurs shunt de puissance autorégénérateurs pour réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

CONDENSATEURS SHUNT DE PUISSANCE AUTORÉGÉNÉRATEURS POUR RÉSEAUX À COURANT ALTERNATIF DE TENSION ASSIGNÉE INFÉRIEURE OU ÉGALE À 1 000 V –

Partie 2: Essais de vieillissement, d'autorégénération et de destruction

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60831 est applicable aux condensateurs conformes à la CEI 60831-1, et contient les exigences relatives aux essais de vieillissement, d'autorégénération et de destruction de ces condensateurs.

NOTE La numérotation des articles et des paragraphes de la présente norme correspond à celle de la CEI 60831-1.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60831-1:2014, *Condensateurs shunt de puissance autorégénérateurs pour réseaux à courant alternatif de tension assignée inférieure ou égale à 1 000 V – Partie 1: Généralités – Caractéristiques fonctionnelles, essais et valeurs assignées – Règles de sécurité – Guide d'installation et d'exploitation*

17 Essai de vieillissement

17.1 Conditionnement

17.1.1 Généralités

La température de la cuve pendant la première partie (17.2a) et la troisième partie (17.2c) de l'essai de vieillissement doit être la valeur de la température moyenne la plus élevée sur toute période de 24 h (voir Tableau 1, CEI 60831-1:2014), plus la différence entre la température relevée de la cuve et la température de l'air de refroidissement relevée à la fin de l'essai de stabilité thermique effectué sur un condensateur identique. Il convient que la deuxième partie (17.2b) de l'essai de vieillissement soit réalisée à température ambiante.

Les deux méthodes d'essai indiquées ci-après sont destinées à assurer que la température de la cuve du condensateur demeure constante pendant l'essai.

Les deux méthodes sont considérées comme équivalentes.

L'essai des condensateurs qui ne sont pas étanches doit s'effectuer en circulation forcée d'air.

17.1.2 Essai en circulation forcée d'air

Les condensateurs sont montés dans une enceinte où de l'air chaud circule à une vitesse telle que la variation de la température en tout point de l'enceinte ne dépasse pas ± 2 °C. L'élément sensible du thermostat réglant la température dans l'enceinte où est monté le condensateur doit être placé à la surface de la cuve du condensateur, aux trois quarts de sa partie supérieure.

Le condensateur doit être placé en position verticale, bornes en haut.

Lorsque plusieurs condensateurs sont soumis à essai ensemble, ils doivent être espacés de façon à obtenir une uniformité suffisante de température.

Après avoir disposé le condensateur dans l'enceinte non chauffée, le thermostat doit être réglé à la valeur de température indiquée en 17.1.1.

Ensuite, sans application de la tension au condensateur, l'enceinte doit être portée à la stabilité thermique, qui doit être considérée comme atteinte lorsque la température de la cuve du condensateur est égale à la température fixée, avec une tolérance de ± 2 °C.

La tension fixée au 17.2a) doit alors être appliquée au condensateur.

17.1.3 Essai en bain liquide

Les condensateurs unitaires sont immergés dans un récipient rempli d'un liquide maintenu pendant toute la durée de l'essai à la température indiquée en 17.1.1, au moyen d'un dispositif de chauffage approprié.

Cette température est maintenue avec une tolérance de ± 2 °C.

Il est nécessaire de veiller à ce que la température reste dans ces limites au voisinage du condensateur.

Aucune tension n'est appliquée au condensateur tant qu'il n'a pas atteint la température du bain liquide.

La tension fixée au 17.2a) doit alors être appliquée au condensateur).

Lorsque le matériau d'isolation des bornes ou l'enveloppe isolante des câbles raccordés en permanence au condensateur pourrait être endommagé par le liquide chauffant, il est admis de placer le condensateur dans une position telle que ses bornes ou les câbles se trouvent juste au-dessus de la surface du liquide.

17.2 Déroulement de l'essai

Avant l'essai, la capacité doit être mesurée, tel que prescrit en 7.1 de la CEI 60831-1:2014.

Le déroulement de l'essai comprend les trois parties suivantes:

- a) Le condensateur doit être soumis à une tension égale à 1,25 UN pendant 750 h. En prenant en compte les tolérances de la tension d'alimentation, cette tension d'essai doit être la tension moyenne pendant toute la durée de l'essai.
- b) Le condensateur doit ensuite être soumis à 1 000 cycles de décharge comprenant:
 - la mise sous tension du condensateur à une tension en courant continu de $2 U_N$;
 - la décharge du condensateur au travers d'une bobine d'inductance de:

$$L = \frac{1\,000}{C} \pm 20\% \text{ en microhenrys } (\mu\text{H})$$

où C est la valeur mesurée de la capacité en microfarads (μF).

Les câbles utilisés pour le circuit externe et la bobine d'inductance doivent avoir une section appropriée, adaptée au courant maximal admissible (voir Article 21 de la CEI 60831-1:2014).

La durée de chaque cycle doit être de 30 s minimum.

Le type de connexion pour cette partie de l'essai doit être tel que décrit à l'Article 16 de la CEI 60831-1:2014.

- c) Répétition du point a).

Pendant toute la durée de l'essai, la température de la cuve doit être maintenue à la valeur indiquée en 17.1.1.

Dans le cas de condensateurs triphasés, la première et la troisième parties de l'essai (points a) et c)) doivent être effectuées en appliquant à toutes les phases une tension de $1,25 U_N$. Cela peut être obtenu soit au moyen d'une source triphasée, soit par une source monophasée et une modification des connexions internes.

En raison de la longue durée de cet essai, des coupures de tension peuvent se produire de manière inattendue. Au cours de ces coupures, les condensateurs unitaires doivent rester dans le même montage d'essai, et la durée d'essai est également interrompue. Si l'alimentation de l'enceinte chauffante est coupée, l'essai de vieillissement doit retrouver les mêmes conditions de démarrage que celles décrites en 17.1.2 ou en 17.1.3.

17.3 Exigences d'essai

Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni perforation permanente, ni circuit ouvert, ni contournement.

A la fin de l'essai, le condensateur doit se refroidir librement à la température ambiante, et la mesure de la capacité doit ensuite être effectuée dans les mêmes conditions qu'avant l'essai.

La variation maximale autorisée des valeurs de capacité avant et après l'essai doit être de 3 % en moyenne pour toutes les phases et de 5 % pour une seule phase.

L'essai diélectrique entre bornes et cuve doit être effectué en suivant la méthode indiquée en 10.1 de la CEI 60831-1:2014.

L'essai d'étanchéité doit être répété, tel que prescrit à l'Article 12 de la CEI 60831-1:2014.

18 Essai d'autorégénération

Cet essai peut être effectué sur un condensateur entier ou sur un élément séparé ou sur un groupe d'éléments faisant partie du condensateur, pourvu que le ou les éléments en essai soient identiques à ceux qui sont utilisés dans le condensateur, et que leurs caractéristiques soient semblables à celles qu'ils ont dans le condensateur. Le choix est laissé au fabricant.

Le condensateur (ou élément) doit être soumis, pendant 10 s, à une tension alternative de $2,15 U_N$ ou à une tension continue de $3,04 U_N$ (valeur de crête de la tension alternative de $2,15 U_N$).

S'il se produit moins de cinq perforations pendant ce temps, 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 $3,5 U_N$ en courant alternatif ou $4,95 U_N$ en courant continu.

S'il s'est produit moins de cinq perforations lorsque la tension a atteint la limite de tension indiquée ci-dessus pendant une durée de 10 s, l'essai doit être arrêté, si au moins une perforation s'est produite.

Si aucune perforation ne s'est produite, l'essai peut être poursuivi jusqu'à ce qu'au moins une perforation ait lieu, ou peut être interrompu et répété sur un autre condensateur (ou élément) identique, le choix étant laissé au fabricant.

Avant et après l'essai, on doit effectuer une mesure de la capacité et de $\tan \delta$.

Aucun changement de la valeur de la capacité supérieur ou égal à 0,5 % ne doit être autorisé.

La formule suivante doit être vérifiée: $\tan \delta \leq 1,1 \tan \delta_0 + 1 \times 10^{-4}$, (à 50 ou 60 Hz)

Où $\tan \delta$ est la valeur après l'essai, et $\tan \delta_0$ est la valeur avant l'essai.

NOTE 1 Les perforations au cours de l'essai peuvent être détectées au moyen d'un oscilloscope ou par une méthode d'essai acoustique ou à haute fréquence.

En particulier, un équipement pour l'essai d'autorégénération des perforations, tel que décrit à l'Annexe A, pourrait être utilisé.

NOTE 2 L'essai effectué sur une partie du condensateur peut permettre de détecter plus facilement une perforation autorégénérable.

Pour les condensateurs polyphasés, il convient que les tensions d'essai soient réglées en conséquence.

Dans l'interprétation des résultats des mesures de capacité et de $\tan \delta$ obtenues avant et après l'essai, il convient de prendre deux facteurs en considération:

- 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 inconvénient pour le condensateur.

19 Essai de destruction

19.1 Déroulement de l'essai

L'essai doit être effectué sur un condensateur unitaire. Les résistances de décharge doivent être déconnectées, si cela est nécessaire, afin d'éviter leur destruction thermique.

Un condensateur qui a supporté l'essai de vieillissement peut être utilisé.

En ce qui concerne les condensateurs polyphasés, l'essai doit être effectué entre deux bornes seulement. Dans le cas d'un montage triphasé en triangle, deux bornes doivent être mises en court-circuit. Dans le cas d'un montage en étoile, aucune borne ne doit être mise en court-circuit.

Le principe de l'essai est de provoquer des claquages d'éléments par l'application d'une tension continue, et de contrôler ensuite le comportement du condensateur sous tension alternative.

Le condensateur doit être placé dans une étuve à circulation d'air ayant une température égale à la température maximale de l'air ambiant, et 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, et d'après le schéma indiqué sur la Figure 1.

- a) Les commutateurs H et K étant respectivement dans les positions 1 et a, la source de tension alternative est fixée à une tension de $1,3 U_N$, et le courant du condensateur est relevé.
- b) La source de tension continue est fixée à une tension de $10 U_N$. Le commutateur H est alors mis sur la position 2, et la résistance variable est réglée de façon à produire un court-circuit à courant continu de 300 mA.
- c) Le commutateur H est mis sur la position 3, et le commutateur K sur la position b. On applique alors au condensateur une tension d'essai continue qui est maintenue jusqu'à ce que le voltmètre indique approximativement zéro pendant au moins 3 s.

En variante, il est également possible d'augmenter progressivement la tension continue (à $10 U_N$ au maximum), jusqu'à ce qu'un courant de court-circuit de 300 mA soit créé dans le condensateur, et maintenu pendant au moins 3 s.

Le condensateur qui se retrouve en circuit ouvert après le conditionnement en courant continu doit être remplacé par un autre condensateur et non comptabilisé.

- d) Le commutateur K est alors remis sur la position a, et on applique au condensateur une tension d'essai alternative pendant 3 min, le courant du condensateur étant de nouveau relevé.

Les conditions suivantes peuvent être obtenues:

- l'ampèremètre I et le voltmètre U indiquent zéro. Dans ce cas, l'élément fusible doit être contrôlé. S'il y a eu coupure, il doit être remplacé. Ensuite, le condensateur est soumis à la même tension alternative et, s'il se produit une nouvelle rupture de l'élément fusible, l'essai est interrompu. S'il n'y a pas de coupure de l'élément fusible, on poursuit la méthode d'essai consistant à appliquer au condensateur des tensions continues et alternatives, comme prescrit aux points c) et d), en utilisant seulement le commutateur K;
- le courant indiqué par l'ampèremètre I est inférieur à 66 % de la valeur initiale, et le voltmètre U indique $1,3 U_N$. Dans ce cas, l'essai est interrompu;
- le courant indiqué par l'ampèremètre I est supérieur à 66 % de la valeur initiale. Dans ce cas, la méthode d'essai (tension continue – tension alternative) est poursuivie.

Lorsque cette procédure est interrompue, le condensateur est refroidi à la température ambiante, et l'essai diélectrique entre bornes et cuve est effectué suivant 10.1 de la CEI 60831-1:2014, en appliquant une tension alternative de 1 500 V.

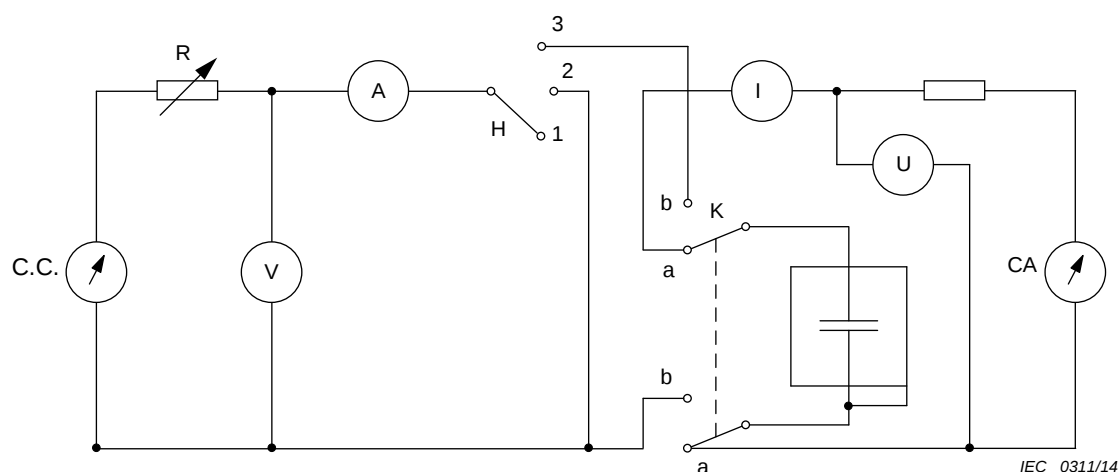


Figure 1 – Schéma pour effectuer l'essai de destruction

Le courant minimal de court-circuit du générateur à courant alternatif doit être de 2 000 A aux bornes du condensateur.

Il est nécessaire d'utiliser un élément fusible à fusion temporisée pour protéger le montage.

Le courant assigné I_F de l'élément fusible doit être calculé au moyen de la formule suivante:

$$I_F = KI \pm 10 \% \text{ en ampères (A)}$$

où:

$$K = \frac{100}{Q}$$

$Q = Q_N$ en kilovars (kvar), dans le cas d'un condensateur monophasé;

$Q = 2/3 Q_N$, en kilovars (kvar), dans le cas d'un condensateur triphasé monté en triangle avec deux bornes court-circuitées ou d'un condensateur triphasé monté en étoile et raccordé sur deux bornes seulement. (Ceci car la tension d'essai doit être réglée lors de l'exécution de l'essai, voir note ci-après);

$I = I_N$, en ampères (A), dans le cas d'un condensateur monophasé ou d'un condensateur triphasé monté en étoile;

$I = 2/\sqrt{3}(=1,155) I_N$, en ampères (A), dans le cas d'un condensateur triphasé monté en triangle avec deux bornes court-circuitées

Quel que soit le cas, K ne doit être ni inférieur à deux ni supérieur à dix.

NOTE Dans le cas de condensateurs triphasés montés en étoile, la tension d'essai monophasée appliquée à l'une quelconque des deux bornes est à régler en la multipliant par un facteur égal à $2/\sqrt{3}$. Avec un niveau de tension d'essai de $1,3 U_N$, la tension une fois réglée dans ce cas est $2/\sqrt{3} \times 1,3 U_N$ (soit approximativement $1,5 U_N$).

19.2 Exigences d'essai

A la fin de l'essai, la cuve de chaque condensateur doit être intacte, exception faite d'un jeu normal dû à une ouverture, ou d'un dommage mineur de la cuve (par exemple, fissures), qui est toléré 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 détériorée.
- 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. Toute brûlure ou déchirure de la gaze est alors considérée comme un critère d'échec.
- d) Le résultat de l'essai diélectrique entre bornes et cuve à une tension de 1 500 V pendant 10 s doit être satisfaisant.

NOTE Une trop grande émanation de fumée pendant l'essai pourrait être dangereuse.

Annexe A (informative)

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

La Figure A.1 illustre un exemple d'équipement de détection d'autorégénération pouvant être utilisé pour l'essai d'autorégénération (Article 18).

D'autres méthodes sont admises.

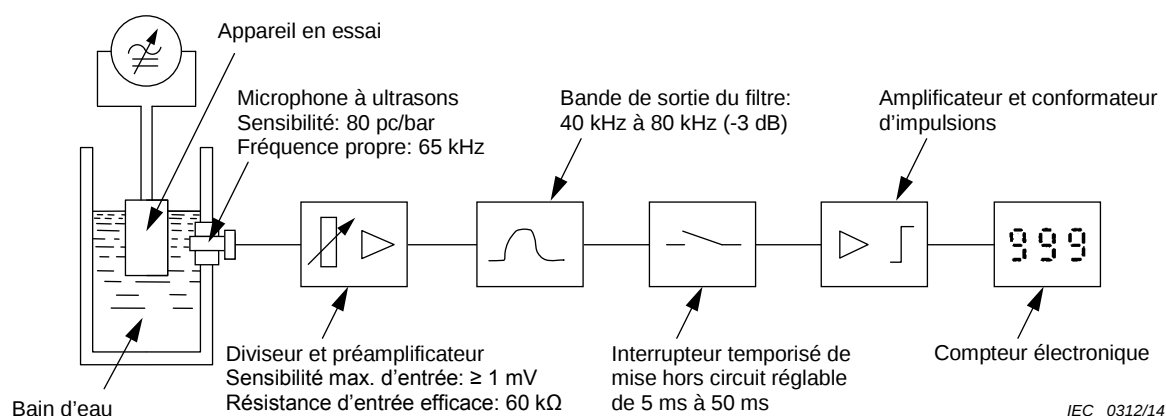


Figure A.1 – Exemple d'équipement de détection d'autorégénération

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch