

# CONSOLIDATED VERSION

# VERSION CONSOLIDÉE



---

**Auxiliaries for lamps – Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – General and safety requirements**

**Appareils auxiliaires pour lampes – Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge – Prescriptions générales et de sécurité**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

More than 60 000 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](http://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](mailto: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](http://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](http://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](http://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](http://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 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

Plus de 60 000 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](http://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](mailto:csc@iec.ch).

# CONSOLIDATED VERSION

# VERSION CONSOLIDÉE



---

**Auxiliaries for lamps – Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – General and safety requirements**

**Appareils auxiliaires pour lampes – Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge – Prescriptions générales et de sécurité**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.140.30; 29.140.99

ISBN 978-2-8322-2786-2

**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.**



# REDLINE VERSION

# VERSION REDLINE



---

**Auxiliaries for lamps – Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – General and safety requirements**

**Appareils auxiliaires pour lampes – Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge – Prescriptions générales et de sécurité**

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions.....	8
4 General requirements.....	9
5 General notes on tests.....	9
6 Marking.....	10
6.1 Required marking.....	10
6.2 Additional information.....	10
6.3 Durability and legibility of marking.....	10
7 Terminations.....	10
8 Creepage distances and clearances.....	11
9 Voltage rating.....	12
10 Fuses.....	12
11 Discharge resistors.....	13
12 Testing sequence.....	13
13 Sealing and heating test.....	13
13.1 Sealing and heating test for type A capacitors.....	13
13.2 Sealing and heating test for type B capacitors.....	14
14 High-voltage test.....	14
14.1 High-voltage test between terminals.....	14
14.2 High-voltage test between terminals and case.....	14
15 Resistance to adverse operating conditions.....	15
15.1 Humidity test with voltage applied.....	15
15.2 Current (discharge) test.....	16
16 Resistance to heat, fire and tracking.....	16
17 Self-healing test.....	17
18 Destruction test.....	18
18.1 Test A.....	18
18.2 Test B.....	21
18.3 Non-self-healing capacitors.....	23
Annex A (normative) Test voltage.....	29
Annex B (normative) Temperature adjustment of test enclosure.....	30
Annex C (normative) Test for conformity of manufacture.....	31
Annex D (informative) Guide to calculating equipment settings for tests in subclauses 15.2 and 18.1.3.....	32
<b>Annex E (normative) Additional requirements for built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation.....</b>	<b>34</b>
<b>Annex F (informative) Information for luminaire design.....</b>	<b>37</b>
Bibliography.....	38

Figure 1 – AC conditioning circuit .....	24
Figure 2 – DC conditioning circuit .....	24
Figure 3 – Self-healing breakdown test equipment .....	25
Figure 4 – Voltage and current waveform for the tests in 15.2 and 18.1.3 .....	26
Figure 5 – Typical test circuit for the tests in 15.2 and 18.1.3 .....	27
Figure 6 – Summary of test procedure .....	28
Table 1 – Minimum creepage distances and clearances .....	12
Table 2 – Voltage and test duration for endurance test, first test sequence .....	18
Table 3 – Voltage and test duration for endurance test, second test sequence .....	19

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**AUXILIARIES FOR LAMPS –  
CAPACITORS FOR USE IN TUBULAR FLUORESCENT AND  
OTHER DISCHARGE LAMP CIRCUITS –  
GENERAL AND SAFETY REQUIREMENTS****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.

**DISCLAIMER**

**This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.**

**This Consolidated version of IEC 61048 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2006-03) [documents 34C/720/FDIS and 34C/736/RVD] and its amendment 1 (2015-07) [documents 34C/1155/FDIS and 34C/1160/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.**

**In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.**

This International Standard has been prepared by subcommittee 34C: Auxiliaries for lamps, of IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

In this standard, the following print types are used:

- requirements proper: in roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- notes: in smaller roman type.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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.

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

## INTRODUCTION

This International Standard covers general and safety requirements for certain capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits.

Performance requirements for these capacitors are the subject of IEC 61049.

**NOTE** Safety requirements ensure that electrical equipment constructed in accordance with these requirements, does not endanger the safety of persons, domestic animals or property when properly installed and maintained and used in applications for which it was intended.

## AUXILIARIES FOR LAMPS – CAPACITORS FOR USE IN TUBULAR FLUORESCENT AND OTHER DISCHARGE LAMP CIRCUITS – GENERAL AND SAFETY REQUIREMENTS

### 1 Scope

This International Standard states the requirements for both self-healing and non-self-healing continuously rated a.c. capacitors of up to and including 2,5 kVAr, and not less than 0,1  $\mu\text{F}$ , having a rated voltage not exceeding 1 000 V, which are intended for use in discharge lamp circuits operating at 50 Hz or 60 Hz and at altitudes up to 3 000 m.

NOTE These lamps and associated ballasts are covered by IEC 60081, IEC 60901, IEC 60188, IEC 60192, IEC 60662, and IEC 61167 and by IEC 61347-2-8 and IEC 61347-2-9, respectively.

It covers capacitors intended for connection in shunt or in series with the lamp circuit or an effective combination of these.

It covers only impregnated or unimpregnated capacitors, having a dielectric of paper, plastic film or a combination of both, either metallized or with metal foil electrodes.

This standard does not cover radio-interference suppressor capacitors the requirements for which are found in IEC 60384-14.

Tests given in this standard are type tests. Requirements for testing individual capacitors during production are not included.

Particular requirements for built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation are given in Annex E.

### 2 Normative references

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

IEC 60269 (all parts), *Low-voltage fuses*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60598-1, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*

IEC 60695-2-11, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-11-5, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle flame method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 61049:1991, *Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – Performance requirements*

ISO 4046-4:2002, *Paper, board, pulps and related terms – Vocabulary – Paper and board grades and converted products*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

#### 3.1 rated voltage

$U_n$

r.m.s. value of the sinusoidal voltage, marked on the capacitor

#### 3.2 rated maximum temperature

$t_c$

temperature, in degrees Celsius, which must not be exceeded by the hottest part of the capacitor surface during operation

NOTE The internal losses in a capacitor, though small, result in the surface temperature being above ambient air temperature and due allowance for this should be made.

#### 3.3 rated minimum temperature

temperature, in degrees Celsius, of any part of the surface of the capacitor below which the capacitor must not be energized

#### 3.4 discharge resistor

resistor connected across the terminals of a capacitor to reduce shock hazard from the charge stored in the capacitor

#### 3.5 tangent of loss angle

$\tan \delta$

power loss of the capacitor divided by the reactive power of the capacitor at a sinusoidal voltage of rated frequency

#### 3.6 self-healing

process by which the electrical properties of the capacitor, after a local breakdown of the dielectric, are rapidly and essentially restored to the values before the breakdown

#### 3.7 type test

test or series of tests, made on a type test sample for the purpose of checking compliance of the design of a given product with the requirements of the relevant specification

#### 3.8 type test sample

sample consisting of one or more similar units submitted by the manufacturer or the responsible vendor for the purpose of a type test

#### 3.9 capacitor of type A

self-healing parallel capacitor not necessarily including an interrupting device

#### 3.10 capacitor of type B

self-healing capacitor used in series lighting circuits or a self-healing parallel capacitor, containing an interrupter device

## 4 General requirements

Capacitors shall be so designed that in normal use they function safely and cause no danger to persons or surroundings.

All exposed metal parts shall be constructed of non-ferrous material or shall be protected against rusting. Visible rust shall not occur. The test of Clause 15 will show whether the capacitor is sufficiently protected against rust.

*Tests for checking the mechanical robustness are under consideration.*

*Compliance with the requirements of Clauses 4 to 11 is checked by measurement, inspection and by carrying out all the tests specified in this standard.*

NOTE In Japan an additional capacitor type is permitted, details of which are to be found in JIS C 4908. Inclusion of the requirements for these capacitors in this standard is under consideration.

## 5 General notes on tests

*Tests according to this standard are type tests, (Annex C excluded).*

NOTE The requirements and tolerances permitted by this standard are related to testing of a type test sample submitted for that purpose. Compliance of the type test sample does not ensure compliance of the whole production of a manufacturer with this safety standard. Conformity of production is the responsibility of the manufacturer and includes routine tests and quality assurance in addition to type testing.

*Capacitors shall be subjected to the tests detailed in Clause 12.*

*Unless otherwise specified, tests shall be carried out at a temperature of  $(20 \pm 5)$  °C, using where appropriate a voltage source as detailed in Annex A.*

*Test temperatures specified in particular clauses shall be subject to a tolerance of  $\pm 2$  °C, unless otherwise stated.*

*Unless otherwise specified, the type shall be deemed to comply with any one clause or subclause if not more than one failure occurs in the test of that clause or subclause. If three or more failures occur, the type shall be rejected. If two failures occur in any one test, that test, and any preceding tests which may have influenced the test results, shall be repeated on the same quantity of capacitors and if any further failures occur, the type shall be rejected.*

NOTE A repeat test may be permitted only once in a series of tests according to the requirements of this standard. A repeat test is not permitted in the destruction test, Clause 18, in the case of a catastrophic failure.

*For a range of capacitors of the same construction, rated voltage and cross-sectional shape, each group referred to in Clause 12 shall contain as nearly as possible equal numbers of capacitors of the highest capacitance and the lowest capacitance in that range.*

*Moreover, the manufacturer shall provide data on the ratio of capacitance per area outer total surface of the container of each capacitance value in the range. The capacitor with the maximum capacitance per unit surface area shall also be tested if this ratio exceeds that of the maximum capacitance value in the range by 10 % or greater. Similarly, the capacitor with the minimum capacitance per unit area shall also be tested if the ratio is less than that of the minimum capacitance value in the range by 10 % or greater.*

*"Area" denotes total outer surface area of capacitor enclosure ignoring small protrusions, terminals and fixing studs.*

*With this procedure the tests qualify all intermediate values of capacitance in the range.*

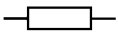
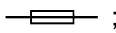


NOTE 1 The "same construction" is that which is declared by the manufacturer to be the same dielectric material, the same dielectric thickness, the same type of case (metal or plastic), the same generic family of filler or impregnating liquid, the same type of safety device and the same type of metallization (e.g. zinc or aluminium).

NOTE 2 "Cross-sectional shape" means: round, rectangular, oval, etc.

## 6 Marking

### 6.1 Required marking

Capacitors shall be legibly marked as follows:

- a) name or trade mark of the manufacturer or responsible vendor;
- b) manufacturer's catalogue number and/or model reference;
- c) rated capacitance and tolerance;
- d) rated voltage;
- e) when a discharge resistor is fitted, the symbol  ;
- f) when a current fuse is fitted, the symbol  ;
- g) rated frequency or frequency range;
- h) rated minimum and maximum temperatures, for example  $-10\text{ °C}/70\text{ °C}$ ;
- i) if the capacitor is self-healing, the symbol  ;
- j) if a non-self-healing capacitor is exclusively intended for series operation the symbol  ;

This symbol shall not appear on capacitors bearing the self-healing symbol.

NOTE This type of capacitor is not intended to be connected across the mains supply.

- k) type A or B as applicable.

### 6.2 Additional information

- a) Declaration of value of discharge resistor, if fitted.
- b) Declaration whether the capacitor does not contain substances which are liquid at  $(t_c + 10)\text{ °C}$ .

### 6.3 Durability and legibility of marking

Marking shall be durable and legible.

*Compliance is checked by inspection and by trying to remove the marking by rubbing lightly, for 15 s each, with one piece of cloth soaked with water and another with petroleum spirit. The marking shall be legible after the test.*

NOTE The petroleum spirit used should consist of a solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 volume percentage, a kauri-butanol value of 29, an initial boiling point of approximately  $65\text{ °C}$ , a dry-point of approximately  $69\text{ °C}$  and a density of approximately  $0,68\text{ g/cm}^3$ .

## 7 Terminations

**7.1** Terminations shall be provided by means of either cables (tails) or terminals (screw, screwless, solder tag or the like). Terminations shall be capable of accepting the size and number of conductors appropriate to the rating and application of the capacitor. Cables (tails) shall be suitable for the rating of the capacitor, but in no case shall they be smaller than  $0,5\text{ mm}^2$  and their insulation shall be appropriate to the capacitor rated voltage and temperatures.

Screw terminals shall comply with section 14 of IEC 60598-1.

Screwless terminals shall comply with section 15 of IEC 60598-1.

**7.2** The capacitor case, if of metal, shall either be fitted with an earthing terminal or be capable of being earthed (or connected to other metal parts, if any, of the luminaire) by clamping or by an appropriate fixing bracket. The part of the case to which such a clamp is fitted or the fixing bracket attached shall be free from paint or other non-conducting covering in order to ensure the maintenance of good electrical contact.

*Compliance is checked by inspection and the following test:*

*A current of at least 10 A, derived from a source with a no-load voltage not exceeding 12 V, shall be passed between the earthing terminal or earthing contact and each of the accessible metal parts in turn. The voltage drop between the case and the clamping means or fixing bracket shall be measured and the resistance calculated from the current and the voltage drop.*

*In no case shall the resistance exceed 0,5  $\Omega$ .*

The requirements of the previous paragraph do not apply to metal-cased capacitors completely covered in an insulating material, because these are tested according to 14.2.

## **8 Creepage distances and clearances**

The creepage distances over external surfaces of terminal insulation and the clearances between the exterior parts of terminal connections or between such live parts and the metal case of the capacitor, if any, shall be not less than the minimum values given in Table 1.

These minimum distances shall apply to the terminals with or without the external wiring connected.

They are not intended to apply to internal distances and clearances.

*Compliance is checked by measurement.*

**Table 1 – Minimum creepage distances and clearances**

Rated voltage	Up to and including 24 V	Above 24 V up to and including 250 V	Above 250 V up to and including 500 V	Above 500 V up to and including 1 000 V
	mm	mm	mm	mm
<i>Creepage distance</i>				
1) between live parts of different polarity	2	3 (2) <sup>a</sup>	5	6
2) between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the capacitor, including screws of devices for fixing covers or fixing the capacitor to its support	2	4 (2) <sup>a</sup> 3 <sup>b</sup>	6 3 <sup>b</sup>	7
<i>Clearances</i>				
3) between live parts of different polarity	2	3 (2) <sup>a</sup>	5	6
4) between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the capacitor, including screws or devices for fixing covers or fixing the capacitors to its support	2	4 (2) <sup>a</sup> 3 <sup>b</sup>	6 3 <sup>b</sup>	7
5) between live parts and a flat supporting surface or a loose metal cover, if any, if the construction does not ensure that the values of Item 4) above are maintained under the most unfavourable conditions	2	6	10	12
<sup>a</sup> The values in brackets apply to creepage distances and clearances protected against pollution. For permanently sealed-off or compound-filled enclosures, creepage distances and clearances are not checked. <sup>b</sup> For glass or other insulation with equivalent tracking qualities.				

The contribution to the creepage distances of any groove less than 1 mm wide shall be limited to its width.

Any air-gap of less than 1 mm shall be ignored in computing the total air path.

Creepage distances are distances in air, measured along the surface of insulating material.

## 9 Voltage rating

*Capacitors shall be capable of withstanding for prolonged periods a voltage not exceeding 110 % of their rated voltage within the temperature ratings.*

*Compliance is checked by the test given in Clause 14.*

NOTE This requirement is intended to cover variations in voltage due to supply fluctuations.

## 10 Fuses

Where an internal current fuse is fitted, it shall be adequately protected, enclosed and insulated so as to prevent flashover to, or contact with, a metal container in normal service in the event of the operation of the fuse.

*Compliance is checked by inspection and by the tests given in 14.2 and 16.*

NOTE In establishing the design of any internal fuse, the possibility of short circuits occurring external to the capacitor should be taken into account.

## 11 Discharge resistors

Capacitors may have a discharge resistor permanently connected across their terminals. If fitted, this discharge resistor shall have a value such that it will discharge the capacitor from the peak of the a.c. voltage applied to it, to a voltage not exceeding 50 V, within 1 min. Allowance shall be made for a voltage which is 10 % above its rated value.

The manufacturer shall declare the resistor value and tolerance.

*Compliance is checked by measurement.*

NOTE 1 Within the overall lamp circuit, it is essential that a discharge path be provided for any capacitor. It is recommended that this should be by means of a resistor integral with the capacitor, but other arrangements are possible.

NOTE 2 In certain cases, for example luminaires connected by plugs, a discharge to 50 V within 1 min may not be acceptable, see subclause 8.2.7 of IEC 60598-1.

## 12 Testing sequence

*A total of 50 self-healing capacitors or 20 non-self-healing capacitors are taken and divided into groups as indicated below.*

NOTE For capacitors above 1 kVAr, the quantities for testing can be agreed between manufacturer and testing authority.

*The following initial tests are applied to all the capacitors in the order given:*

- a) *sealing and heating test, if required, in accordance with Clause 13;*
- b) *high-voltage test between terminals in accordance with 14.1;*
- c) *high-voltage test between terminals and container in accordance with 14.2.*

*The first group of 10 capacitors is subjected to a series of tests that are designed to check the ability of the capacitor design to withstand adverse operating conditions. Details of these tests are described in Clause 15. In addition, tests to check resistance to heat and fire are carried out in accordance with Clause 16.*

*The second group of 40 self-healing capacitors shall provide the samples for the tests of Clauses 17 and 18. Ten capacitors are submitted to the self-healing test and no subsequent testing. The remainder are used for the destruction test.*

## 13 Sealing and heating test

### 13.1 Sealing and heating test for type A capacitors

Capacitors containing substances which are liquid at  $(t_c + 10)$  °C shall be adequately sealed and have adequate resistance to heating.

*Compliance is checked by the following test.*

*The unenergized capacitors are placed in an oven in the position most conducive to the leakage of impregnant or filling material and heated throughout to 10 °C above their rated maximum temperature ( $t_c$ ). They are maintained at this temperature for 1 h.*

*Leakage of impregnant or filling material shall not occur during this test. The capacitor shall not become open-circuited during this test.*

NOTE This test does not apply to any capacitor where the manufacturer declares that the capacitor does not contain substances which are liquid at  $(t_c + 10)$  °C.

### 13.2 Sealing and heating test for type B capacitors

The sealing of the capacitors is a requirement for the safety device with overpressure. This test shall be carried out as a random test and a type-test.

Capacitors whose fillers have a dropping point above  $t_c$  and capacitors without fillers shall be tested as follows:

*After the capacitors have been degreased they shall be placed in a vessel which can be hermetically sealed and which is filled with liquid up to such a level that the liquid surface is at least 10 mm above the test-piece.*

*The liquid is, for example, degassed water at 20 °C. The liquid shall be at room temperature. After the vessel has been closed it shall be evacuated within 1 min to 160 mbar and this vacuum shall be maintained for at least 1 min. The test specimens are observed through a window in the test vessel. Leakage points in the capacitor container are indicated by rising air bubbles.*

*In this test it shall be noted that some designs have hollows outside the seal of the capacitor. Air bubbles which rise from these outer cavities at the start of the test shall not be taken into account. If necessary, the test shall be lengthened for these capacitors.*

*During the test no bubbles shall be visible.*

## 14 High-voltage test

Capacitors shall withstand high voltages.

*Compliance is checked by the tests of 14.1 and 14.2.*

### 14.1 High-voltage test between terminals

Non-self-healing capacitors shall withstand, at room temperature, an a.c. test voltage of  $2,15 U_n$  applied between terminals for a period of 60 s.

Self-healing capacitors shall withstand, at room temperature, an a.c. test voltage of  $2 U_n$  applied between terminals for a period of 60 s.

In Japan and North America, self-healing capacitors shall withstand, at room temperature, an a.c. test voltage of  $1,75 U_n$  applied between terminals for a period of 10 s.

For self-healing capacitors, self-healing breakdowns (clearings) are allowed during the test.

Initially, not more than half the test voltage is applied, following which it shall be raised gradually to the full value.

### 14.2 High-voltage test between terminals and case

Each capacitor shall withstand at 50 Hz or 60 Hz, as appropriate, the following a.c. test voltage for a period of 1 min.

<i>Capacitor rated voltage</i>	<i>Test voltage</i>
Up to and including 250 V	2 000 V r.m.s.
Greater than 250 V	2 500 V r.m.s.

Initially not more than half the test voltage is applied, following which it is raised gradually to the full value.

For capacitors having cases of insulating material, the test voltage is applied between the terminals and a metal foil in close contact with the surface of the case, with a clearance of not less than 4 mm between metal foil and terminals.

## **15 Resistance to adverse operating conditions**

The capacitor shall have adequate resistance to adverse operating conditions.

*Compliance is checked by the tests of 15.1 and 15.2.*

Capacitors are required to meet a humidity test with voltage applied, followed by a current (discharge) test. This is to demonstrate reliability of operation under damp conditions and on "dirty" mains supplies that can subject the capacitor to current surges due to non-sinusoidal wave forms.

If the capacitor design has a self-contained fuse element internally fitted, the fuse element may be short-circuited for the purpose of the tests described in 15.1 and 15.2. The manufacturer shall clearly specify which samples have been prepared in this way. Capacitor designs which have fuse wire directly connected to the capacitor winding shall not be modified for these tests.

Ten capacitors are subjected to the test described in 15.1, followed by the test described in 15.2.

### **15.1 Humidity test with voltage applied**

*Ten capacitors shall be measured for capacitance and tangent of loss angle at a frequency of 1 kHz.*

*For the purpose of this test, leads or terminals shall not exceed 30 mm in length.*

*The test cabinet shall be capable of maintaining the temperature at  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ , and the relative humidity between 90 % and 95 % in the region where the capacitors are placed. The air in the cabinet shall be circulated and the cabinet shall be so designed that mist or water droplets cannot fall on the capacitors.*

*The test samples are placed in the humidity cabinet and connected to an a.c. supply. A voltage of  $U_n$  shall be applied to all the samples after the humidity conditions have been reached.*

*The voltage and humidity is maintained for a period of 240 h.*

*At the end of the test period the capacitors shall be permitted to recover at room temperature for a period of 1 h to 2 h, after which the following conditions of compliance are checked:*

- change of capacitance shall be less than 1 %;*
- tangent of loss angle change shall be less than 50 % when measured at 1 kHz;*
- no failures are permitted.*

## 15.2 Current (discharge) test

The same 10 capacitors that have completed the test of 15.1 shall be individually subjected to a current test at room temperature. The test shall be maintained for 15 min at the following conditions using an appropriate discharge circuit.

Capacitance	Peak current
$\leq 10 \mu\text{F}$	30 A/ $\mu\text{F}$ (30 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$
$> 10 \mu\text{F}, \leq 25 \mu\text{F}$	25 A/ $\mu\text{F}$ (25 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$
$> 25 \mu\text{F}$	20 A/ $\mu\text{F}$ (20 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$

- During the test, the RMS current should be 1,5 A/ $\mu\text{F}$  or 16 A, whichever is the less, and the peak -to-peak voltage 600V  $\pm 10 \%$ .

The relevant voltage and current waveform are given in Figure 4.

A typical circuit for creating the required test conditions is given in Figure 5.

Alternative circuit arrangements may be used, provided that the required waveforms are produced.

A guide for calculating equipment settings for tests is given in Annex D.

*Conditions of compliance are checked using the final measurement after the test of 15.1 as the initial measurement for the test of 15.2.*

At room temperature the samples shall meet the following requirements:

- change of capacitance shall be less than 1 %;
- tangent of loss angle change shall be less than 50 % when measured at 1 kHz;
- no failures are permitted.

In addition, all capacitors are required to meet a high-voltage test between terminals and case as given in 14.2.

## 16 Resistance to heat, fire and tracking

**16.1** External parts of insulating material retaining terminals in position, shall be sufficiently resistant to heat.

*For materials other than ceramic, compliance is checked by subjecting the parts to the ball-pressure test in accordance with IEC 60598-1, Section 13.*

**16.2** External parts of insulating material retaining terminals in position and other parts of insulating material providing protection against electric shock, shall be resistant to flame and ignition.

*For materials other than ceramic, compliance is checked by the tests of 16.2.1 or 16.2.2 as appropriate.*

**16.2.1** *External parts of insulating material providing protection against electric shock shall be subjected to the glow-wire test in accordance with IEC 60695-2-11, subject to the following details:*

- *the test sample is one specimen;*
- *the test specimen is a complete component;*

- *the temperature of the tip of the glow-wire is 650 °C;*
- *any flame or glowing of the specimen shall extinguish within 30 s of withdrawing the glow-wire and any flaming drops shall not ignite a piece of five-layer tissue-paper, specified in 4.187 of ISO 4046-4, spread out horizontally 200 mm ± 5 mm below the test specimen.*

*The manufacturer shall declare whether the test shall be carried out on a complete capacitor or on the individual components forming the housing and supplied specially by the manufacturer for this test.*

**16.2.2** *Parts of insulating material retaining terminals in position shall be subjected to the needle flame test in accordance with IEC 60695-11-5, subject to the following details:*

- *the test sample is one specimen;*
- *the test specimen is a complete component. If it is necessary to take away parts of the capacitor to perform the test, care must be taken to ensure that the test conditions are not significantly different from those occurring in normal use;*
- *the test flame is applied to the centre of the surface to be tested;*
- *the duration of application is 10 s;*
- *any self-sustaining flame shall extinguish within 30 s of removal of the gas flame and any flaming drops shall not ignite a piece of five-layer tissue-paper, specified in 4.187 of ISO 4046-4, spread out horizontally 200 mm ± 5 mm below the test specimen.*


### **16.3 Tracking test**

Outer insulating parts of capacitors for use in luminaires, other than ordinary luminaires, which retain live parts in position or are in contact with such parts, shall be of material resistant to tracking.

NOTE Capacitors not complying with this requirement when being tested can only be approved for use in ordinary luminaires.

*Compliance is checked by carrying out the tracking test specified in IEC 60598-1, Section 13, on relevant parts.*

## **17 Self-healing test**

Capacitors marked with the symbol  (see 6.1 i) shall be self-healing).

*Compliance is checked by the following test.*

The manufacturer shall specify whether the capacitors require to be preconditioned by the endurance test of 18.1.1.

*The capacitors shall be subjected to an a.c. voltage of 1,25  $U_n$  which is increased at a rate of not more than 200 V/min until five clearings have occurred since the beginning of the test or until the voltage has reached 3,5  $U_n$ . (A higher voltage may be specified by the manufacturer.)*

*The voltage shall be decreased to 0,8 times the value at which the fifth clearing occurs or 0,8 times 2,15  $U_n$  whichever is lower and maintained for 10 s.*

*One additional clearing in each capacitor is permitted during this period.*

*A total of 25 or more clearings (self-healing breakdowns) shall be obtained from the 10 capacitors tested but if any capacitor shows more than five clearings, only five shall be used in calculating the total.*

If insufficient clearings are achieved, in consultation with the manufacturer, the maximum voltage may be increased and the same capacitors retested.

Any additional clearings shall be added to the previous total, subject to the maximum number attributed to any one capacitor being five.

The capacitors shall be deemed to have passed the test if the change of capacitance measured before and after the test is not greater than 0,5 %.

If 25 clearings do not occur, the type shall be rejected.

No further tests shall be applied to capacitors which have been tested for self-healing.

NOTE Self-healing breakdowns during the test may be detected by an oscilloscope or by acoustic or high frequency test methods (see Figure 3).

## 18 Destruction test

Capacitors shall have adequate resistance against destructive failure.

Self-healing capacitors shall be tested in accordance with either of the test procedures in 18.1 and 18.2. A summary of the test procedures is given in Figure 4. For parallel lighting capacitors, the manufacturer shall specify which test route to follow, test A or test B. Non-self-healing capacitors shall be tested in accordance with 18.3.

### 18.1 Test A

This test procedure is intended for parallel lighting capacitors not necessarily relying on the operation of a pressure interrupter device, i.e. type A capacitors.

#### 18.1.1 Endurance test

*Twenty-one samples are tested in accordance with the requirements of IEC 61049, Clause 8, the voltage and time being selected from Table 2:*

**Table 2 – Voltage and test duration for endurance test, first test sequence**

Voltage ( $U_n$ )	Time h
1,15	8 500
1,25	4 000
1,3	2 500
1,35	2 000

Test temperature =  $t_c$

*Compliance shall be checked by the requirements of IEC 61049, subclause 8.6.*

NOTE If agreed between the manufacturer and the test house this test may be carried out by the manufacturer under the supervision of the test house.

**18.1.2** *Twenty samples that have met the requirements of 18.1.1 are wrapped in tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4 and subjected to the following additional test requirements.*

*Maximum rated temperature ( $t_c$ ).*

*Voltage and time shall be chosen by the manufacturer from Table 3.*

*The test voltage shall be agreed between the test house and the manufacturer.*

*However, the initial value shall not be higher than  $1,3 \times U_n$  and then increased successively to the chosen value.*

**Table 3 – Voltage and test duration for endurance test, second test sequence**

Voltage ( $U_n$ )	Time h
1,6	2 500
1,8	850
2,0	330

*Where the total current drawn by all the 20 capacitors has not decreased to 50 % of the initial value, the manufacturer may specify a longer test time to destroy capacitance. The test time shall not exceed 2 500 h. The test is concluded if the current drawn by the 20 capacitors has decreased to 50% or less of the initial value.*

*The capacitors are wrapped closely with tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4 and mounted in an oven or test cabinet at room temperature.*

*If, at the end of the specified time, the current decrease has not been achieved, the capacitors are checked to see how many have become open circuit (inoperative). The remaining capacitors are tested one at a time in the following order: one at room temperature, the next at a temperature of  $(t_c + 10)^\circ\text{C}$ , and so on, as specified in 18.1.2.1. The test is complete when the total of 10 inoperatives has been obtained.*

*Compliance is checked by the requirements of 18.1.4. One failure is permitted for a), b) and d). No failures are permitted for c).*

#### **18.1.2.1 Preparation for conditioning**

*This procedure is only to be carried out if the total current drawn by the 20 capacitors has not decreased to 50% or less of the initial value as specified in 18.1.2*

*The capacitors are wrapped closely with tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4 and mounted in an oven or test cabinet at room temperature.*

*The capacitors are connected individually and successively to a d.c. conditioning circuit as shown in Figure 2, where the variable d.c. source is capable of supplying a current of 50 mA and a voltage of  $10 U_n$  d.c.*

*A high-power a.c. source and time-lag fuses shall also be available as described in 18.2.2, connected as shown in Figure 1.*

*The conditioning procedure is as follows:*

- a) *using the circuit illustrated in Figure 2 and with the switch in position 1, the d.c. supply is adjusted so that the voltmeter reads  $10 U_n$ ;*
- b) *using the circuit illustrated in Figure 2 and with the switch in position 2, the variable resistor  $R$  is adjusted so that the ammeter reads 50 mA;*

- c) *using the circuit illustrated in Figure 2 the switch is moved to position 3, and shortly afterwards the reading will assume a stable position. The voltage of the d.c. source shall then be reduced to zero;*
- d) *as soon as possible, and with the capacitor at the same temperature, an a.c. voltage of  $1,3 U_n$  is applied to the capacitor for a period of 5 min using the circuit of Figure 1. A blown fuse indicates a short-circuit. A current of less than 10 % of the expected reading of an ammeter indicates an open circuit.*

#### **18.1.2.2 Conditions for identifying whether a capacitor has become inoperative**

During the procedure of 18.1.2.1 d) the capacitor is monitored to see if the following requirements are met. If they are met, then the capacitors shall be allowed to cool to room temperature and are tested to see that they meet the requirements of 18.1.2.3.

If the following requirements are not met, then the whole procedure of 18.1.2.1 is repeated.

If the current through any capacitor falls to less than 10 % of the value which would be expected from the rated capacitance and the test voltage applied, this will be due to one of the following reasons:

- a) the capacitor has become short-circuited and the fuse has blown;
- b) the capacitor has become open-circuited or has lost most of its capacitance;
- c) the fuse has blown without the capacitor being short-circuited, due to changed electrical conditions in the capacitor.

By replacing the fuse twice (both of which have to operate) it will be established that the capacitor is stable and meets the conditions a) or c) above. Condition b) can be detected by the ammeter, in Figure 1, showing very low or no current. The capacitor having become inoperative shall then be removed from the oven, allowed to cool to room temperature, and tested to see if it meets the requirements of 18.1.4.

#### **18.1.2.3 Conditions of compliance for capacitors having become inoperative**

Each capacitor having become inoperative shall meet the requirements of 18.1.4.

#### **18.1.3 High r.m.s. current test**

*Type A capacitors shall also meet the requirements of the following test.*

*Ten samples shall be tested.*

*Tests shall be carried out at room temperature using capacitor elements (completed windings from the production line).*

*The manufacturer shall prepare the samples by attaching wire of sufficient cross-sectional area to withstand the high r.m.s. current.*

*Before carrying out the high r.m.s. current test, the prepared samples shall be subjected to the test of Clause 17. The samples shall then be wrapped with tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4.*

*Conditions to be applied to the test samples are as follows:*

$f$  = frequency of current waveform = 10 kHz  $\pm$  10 %

$I_c$  = peak current = 15 A/ $\mu$ F  $\pm$  10 %

$I$  = r.m.s. current = 3 A/ $\mu$ F  $\pm$  10 %

$I$  to be limited to 48 A maximum.

Duration of test = 15 min

Repetition frequency of the voltage –  $F$  – may be derived from the following equation:

$$\frac{I_c}{I\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{f}{F}}$$

*Conditions of compliance are to be in accordance with 18.1.4 c).*

The relevant voltage and current waveform are given in Figure 4.

A typical circuit for creating the required test conditions is given in Figure 5.

Alternative circuit arrangements may be used, provided that the required waveforms are produced.

A guide for calculating equipment settings for tests is given in Annex D.

#### **18.1.4 Conditions of compliance**

*Each capacitor shall meet the following requirements:*

- a) *escaping liquid materials may wet the outer surface of the capacitor, but not fall away in drops;*
- b) *internal live parts shall not be accessible to the standard test finger (see Figure 1 of IEC 60529);*
- c) *burning or scorching of the tissue paper shall not be evident, since this would indicate that flames or fiery particles had been emitted from the openings;*
- d) *the capacitor shall withstand the test of 14.2, the test voltage being reduced by 500 V.*

#### **18.2 Test B**

This test option is intended for self-healing capacitors used in series lighting circuits and self-healing parallel capacitors including a pressure interrupter device, i.e. type B capacitors. It demonstrates that the interrupter device functions reliably.

Testing the behaviour of a capacitor on destruction is intended to demonstrate that a type of capacitor will fail without harmful consequences, e.g. ignition or mechanical damage to neighbouring parts.

Capacitors of type B shall be so designed that their destruction is followed by short-circuiting or interruption of the circuit.

The test is carried out on capacitors which have passed the initial tests detailed in items a) to c) of Clause 12. In addition, the capacitance shall be measured before the test (see Clause 6 of IEC 61049).

##### **18.2.1 Test specimens**

*The following test shall be carried out on 20 capacitors which are operative at the completion of the endurance test described in IEC 61049 and 20 of the "new" samples that have not been through the preconditioning.*

## 18.2.2 Test arrangement

*The capacitors shall be still closely wrapped in tissue paper and shall be mounted in an oven.*

*In series with each capacitor there is a time-lag fuse complying with the electrical characteristics specified in IEC 60269. The rating of the fuse shall be 20 A or 10 times the rated current of the capacitor to which it is connected, whichever is greater.*

*The capacitors are connected to a high-power a.c. supply capable of passing a fault current of 300 A or 10 times the rated current of the highest rated current of the fuse in use in the test circuit.*

*The cases of capacitor with metal case shall be connected with one pole of the voltage source.*

*The test circuit is given in Figure 1.*

## 18.2.3 Test procedure

### 18.2.3.1 Preparation for conditioning

*The capacitors shall be wrapped closely with tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4 and mounted in a test cabinet.*

*To prepare the test samples, they shall be loaded with their rated voltage  $U_n$  for 2 h at temperature  $(t_c + 10)$  °C. No open circuit or short-circuit shall occur in the capacitor. Then 20 capacitors which have passed the endurance test of Clause 8 of IEC 61049, shall be exposed to a highly resistive d.c. voltage source ( $I_{\max} < 50$  mA) in the test oven at the temperature  $(t_c + 10)$  °C, with increasing voltage until breakdown occurs. The 20 "new" capacitors shall be tested at room temperature as the preconditioned capacitors.*

NOTE The short conditioning with the rated voltage ( $2 \text{ h}/U_n/t_c + 10$ ) is evidence for the operation of the capacitors.

### 18.2.3.2 Destruction of the capacitors

*Immediately after preparation, the capacitors shall be loaded with a voltage of  $1,25 U_n$  a.c. while the d.c. conditioning temperature is maintained.*

*Each test sample, after a loading period of 20 h, may, in accordance with details provided by the manufacturer, be connected to a voltage of  $10 U_n$  until breakdown will occur.*

*The current in this case shall be limited to less than 50 mA. Loading shall be terminated when the d.c. voltage breaks down.*

*Subsequently, the voltage of  $1,25 U_n$  a.c. shall be applied to the capacitors.*

*This procedure may be repeated at intervals of 4 h until destruction of the 40 test samples occurs when the voltage of  $1,25 U_n$  is applied. The destruction of the capacitors shall not occur at the d.c. conditioning.*

NOTE The capacitors will be subjected to a d.c. and a.c. voltage alternatively until failure occurs.

### 18.2.3.3 Conditions of identifying a capacitor having become inoperative

*In the case of self-healing capacitors, the constructive measures to ensure interrupting shall have been operated.*

*This can be detected by the ammeter, in Figure 1, showing no current. When the capacitor has become inoperative, it shall be removed from the oven, allowed to cool to room temperature, and tested to see if it meets the requirements of 18.2.3.4 and 18.2.3.5.*

#### **18.2.3.4 Conditions of compliance**

*Each capacitor shall meet the following requirements:*

- a) *escaping liquid materials may wet the outer surface of the capacitor, but not fall away in drops;*
- b) *the capacitor shall not have burst and the case of the capacitor shall not have melted;*
- c) *burning or scorching of the tissue paper shall not be evident, since this would indicate that flames or fiery particles had been emitted from the openings.*

#### **18.2.3.5 Testing safety in the failed state**

*Each capacitor becoming inoperative shall pass the following test.*

- a) *High-voltage test between the terminals at a voltage of  $2,00 U_n$  and at room temperature for a period of 1 min. No flash-over shall occur at the point of interruption.*

*In case of doubt, the manufacturer shall demonstrate that the constructive measures to ensure interruption of the current have operated.*

- b) *The capacitors shall withstand the high-voltage test between the terminals and the case in accordance with 14.2.*

NOTE After the destruction test, a high-voltage test between the terminals is carried out to obtain evidence of interruption. In addition a high-voltage test between case and terminal is made for safety.

#### **18.2.3.6 Evaluation of the test**

*All capacitors becoming inoperative shall fulfil the requirements of 18.2.3.4 b) and c).*

*If one of the test specimens does not satisfy the criteria according to 18.2.3.4 a) and 18.2.3.5 a) and b), the test may be repeated once on a further 40 samples. However, all the capacitors shall pass the repeat test.*

*If more than one capacitor does not satisfy the criteria according to 18.2.3.4 a) and 18.2.3.5 a) and b), the test shall be regarded as having failed.*

### **18.3 Non-self-healing capacitors**

*The test is carried out on 10 capacitors, all of which have passed the initial tests detailed in items a) to c) of Clause 12.*

#### **18.3.1 Preparation for conditioning**

*Ten capacitors which are operative at the completion of the conditioning in 18.3 and are still closely wrapped in tissue-paper are mounted in an oven.*


*The capacitors are connected individually and successively to a variable d.c. voltage source with a resistance in series to limit the current to a maximum of 3 mA, as shown in Figure 2.*

*A high-power a.c. source and time-lag fuses shall be available as described in 18.2.2, connected as shown in Figure 1.*

*The capacitors are heated throughout to a temperature of  $(t_c + 10)$  °C and individually broken down using a steadily increasing d.c. voltage source where the breakdown current does not exceed 3 mA.*

Breakdown will be indicated by the voltmeter reading dropping to effectively 0 V.

The test proceeds as follows.

a) For capacitors marked with the symbol 

An a.c. voltage of  $1,3 U_n$  is applied for a period of 8 h using the circuit of Figure 1 except that there is a choke or resistor in series with the short-circuited capacitor. The impedance of the choke or resistor is such that with  $1,3 U_n$  applied to the circuit, the current flowing through the circuit is limited to  $1,5$  times the rated value ( $1,5 U_n \omega C$ ) of the capacitor.

b) For all other capacitors

As soon as possible after breakdown, and with the capacitor at the same temperature, an a.c. voltage of  $1,3 U_n$  is applied to the capacitor for a period of 5 min using the circuit of Figure 1.

### 18.3.2 Conditions for identifying whether a capacitor has become inoperative

After cooling, all inoperatives shall meet the requirements of 18.2.2 and a) to d) of 18.1.4. Operative capacitors shall be repeat tested according to the whole procedure of 18.3.1.

Further repeat tests are made until all capacitors are inoperative.

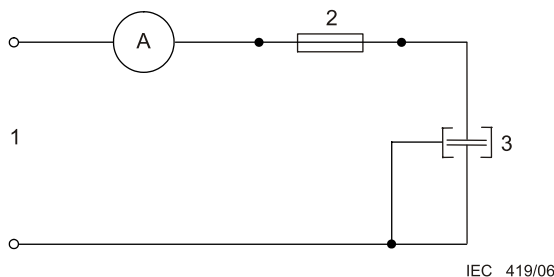


Figure 1 – AC conditioning circuit

Key

- 1 A.C. supply
- 2 Fuse
- 3 Capacitor case

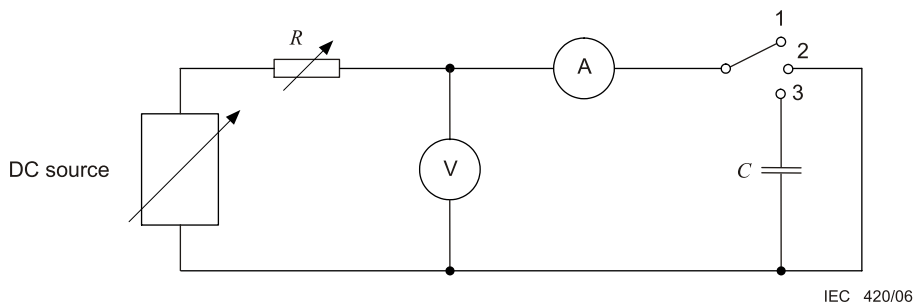
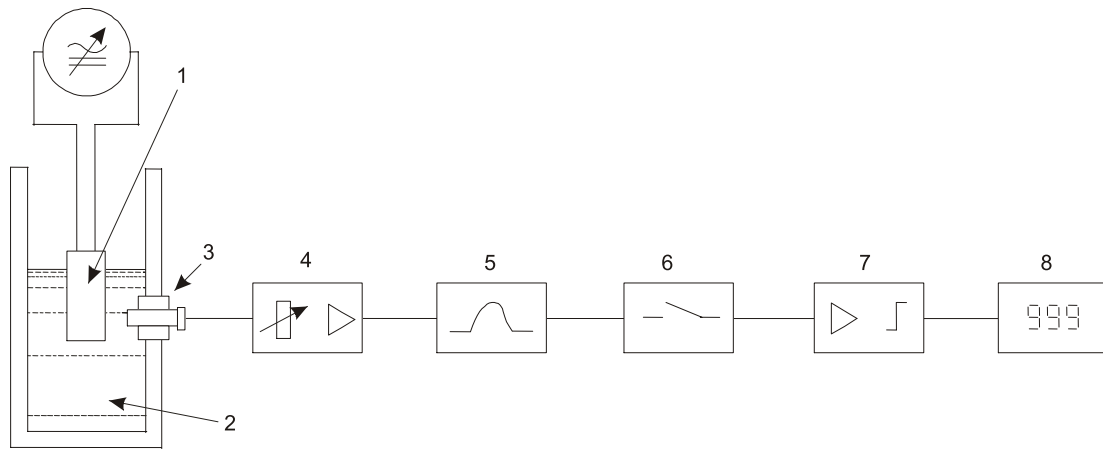


Figure 2 – DC conditioning circuit

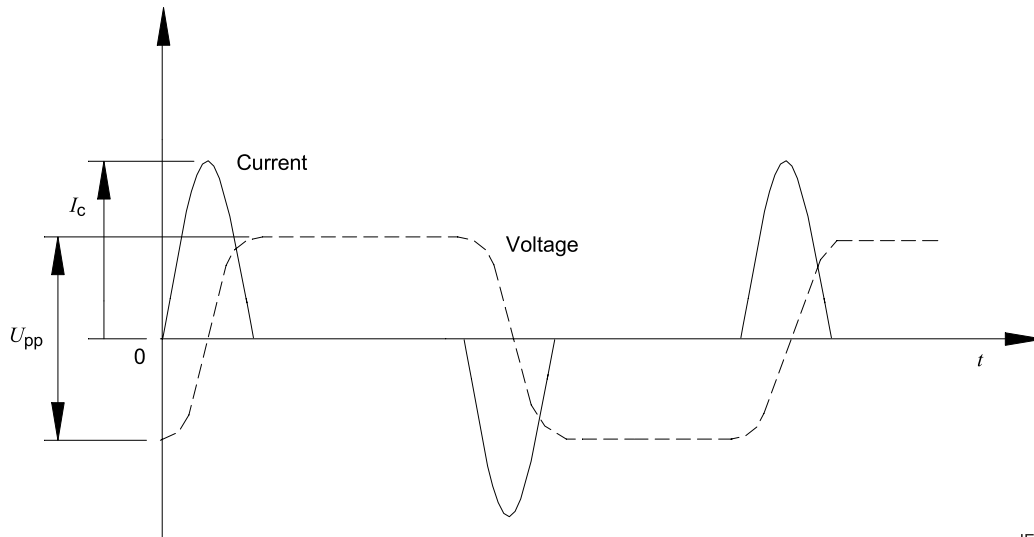


IEC 421/06

**Figure 3 – Self-healing breakdown test equipment**

**Key**

- 1 Test object
- 2 Water bath
- 3 Ultrasonic microphone; sensitivity: 80 pc/bar; natural frequency: 65 kHz
- 4 Divider and preamplifier; max. input sensitivity  $\geq 1$  mV r.m.s.; input resistance  $\approx 60$  k $\Omega$
- 5 Filter; outlet range: 40 kHz to 80 kHz (- 3 dB)
- 6 Deadtime switch; adjustable from 5 ms to 50 ms
- 7 Amplifier and pulse shaper
- 8 Electronic counter



IEC 422/06

Voltage and frequency (of the voltage) shall be adjustable

Key

Symbols

$U_{pp}$ = peak to peak voltage	(V)
$I_C$ = peak current	(A)
$I$ = r.m.s. current per $\mu\text{F}$	(A/ $\mu\text{F}$ )
$I_T$ = total r.m.s. current	(A)
$C$ = capacitance	( $\mu\text{F}$ )
$\frac{dV}{dt}$ = slope of voltage wave, numerically equivalent to the peak current	(A/ $\mu\text{F}$ )
per unit capacitance	

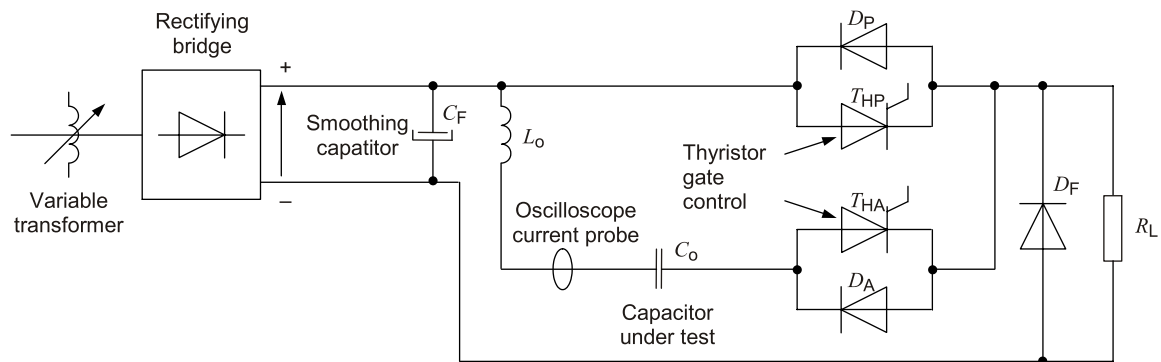
$$I_C = C \cdot \frac{dV}{dt} = \text{peak current} \quad (\text{A})$$

$L$  = inductance of the coil in series with the capacitor ( $\mu\text{H}$ )

$f$  = frequency of the current waveform (Hz)  
(commutation frequency)

$F$  = frequency of the voltage waveform (Hz)  
(fundamental frequency)

**Figure 4 – Voltage and current waveform for the tests in 15.2 and 18.1.3**



IEC 423/06

### Key

#### Circuit components:

- Variable three phases transformer intended for an output voltage ranging from 0 V to 450 V
- Graetz diodes rectifying bridge
- Smoothing capacitor  $C_F = 640 \mu F$
- 2 fast thyristors (1 500 V, 200 A,  $t_q = 20 \mu s$ )
- 2 fast diodes  $D_P$  and  $D_A$  (1 500 V, 200 A)
- 1 fast diode  $D_F$  (1 500 V, 50 A)
- 1 adjustable air inductance  $L_o$  (peak current 700 A)
- 1 slightly inductive resistive load (FP=0.8) withstanding 5 A under 0,5 Vs voltage.

Variable transformer allows adjustment of voltage applied to capacitor(s) under test; current is adjusted thanks to chopper frequency  $F$ .

$T$ : chopper period

$F$ : chopper frequency

$F_o$ : free running oscillator frequency  $L_o$ ,  $C_o$  with:

$$F_o = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_o \cdot C_o}}$$

**Figure 5 – Typical test circuit for the tests in 15.2 and 18.1.3**

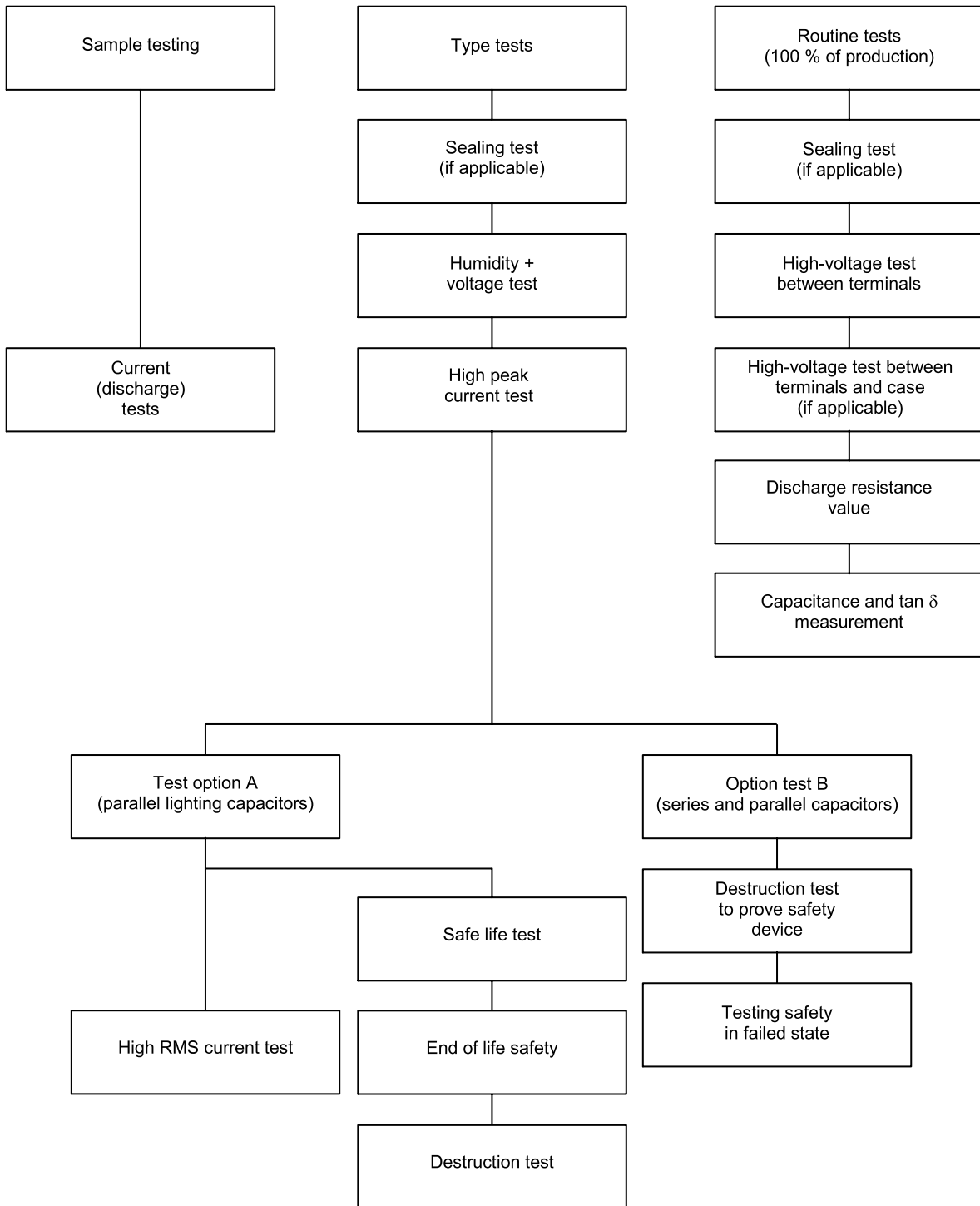


Figure 6 – Summary of test procedure

## **Annex A** (normative)

### **Test voltage**

Voltage tests shall be carried out with either an a.c. or a d.c. source as specified in the relevant clauses. The source shall be adequate to maintain, over any specified test period, the test voltage required, subject to a tolerance of  $\pm 2,5$  %.

AC voltage tests shall be made using a 50 Hz or 60 Hz frequency, as appropriate, the voltage waveform of which shall be sufficiently free from harmonics as to ensure that, when applied to the capacitor, the resulting current shall not exceed the value corresponding to a sinusoidal voltage waveform by more than 10 %.

If desired, discharge resistors may be disconnected during voltage tests between terminals.

## **Annex B** (normative)

### **Temperature adjustment of test enclosure**

The capacitors are mounted in an enclosure in which the temperature of the air is constant within a tolerance of  $\pm 2$  °C.

The air in the enclosure is continuously agitated, but not so vigorously as to cause undue cooling of the capacitors. The capacitors under test shall not be subjected to direct radiation from any heating elements in the chamber. The sensitive element of the thermostat regulating the air temperature of the chamber shall be well within the stream of heated circulating air.

NOTE Heating to the air may take place in a separate enclosure, from which the air can be admitted to the test enclosure through a valve allowing good distribution of heating air over the capacitors.

The capacitors are mounted in a position most conducive to the leakage of impregnant or filling material. The distance between cylindrical capacitors shall be not less than their diameter, and the distance between rectangular capacitors shall be not less than twice the shorter side of their base.

The temperature sensitive element of a temperature recording instrument is attached half-way up the side of the case of the capacitor with the lowest value of tangent of loss angle.

The thermostat is set at 15 °C below test temperature, and capacitors shall then be energized (see Annex A). During the first 14 h, the difference between test temperature and the indication of the temperature recording instrument is noted, and adjustments are made to ensure the temperature of each capacitor case is at test temperature ( $\pm 0$  °C).

The test is then continued to the end of the appropriate time without further adjustment of the thermostat, the time being measured from the first energization of the capacitors.

## **Annex C** (normative)

### **Test for conformity of manufacture**

#### **C.1 Sample testing**

The manufacturer is required to carry out daily periodic tests on capacitors in accordance with the test of 15.2 but without the test of 15.1 .

#### **C.2 Conformity of production testing**

All production capacitors are tested according to the following requirements.

- a) High-voltage test between terminals in accordance with 14.1, but for a minimum period of 2 s.
- b) High-voltage test between terminals and case of 2 000 V r.m.s. or  $(2 U_n + 1\,000)$  V, whichever is the greater, for a minimum period of 2 s.

NOTE – This test is not necessary if the capacitor case is made entirely of insulating material.

- c) Capacitance and tangent of loss angle at a minimum frequency of 1 kHz.

The limit of loss angle used by the manufacturer is declared upon request.

NOTE A minimum frequency of 1 kHz is chosen to provide a better indication of potential faults that could result in field failure.

It is recommended that the manufacturer also carries out a tangent of loss angle test on the capacitor elements before assembly. This is to avoid the effect of variation in resistance and uncertainty of measurement caused by the capacitor wiring and construction.

Moreover, as sampling, it is recommended to check the discharge resistance value to ensure that the requirements of Clause 11 are met

## Annex D (informative)

### Guide to calculating equipment settings for tests in subclauses 15.2 and 18.1.3

#### D.1 Test according to subclause 15.2: current discharge test

##### D.1.1 Input data

$$\frac{dV}{dt} \text{ (V/}\mu\text{s)}; \quad U_{pp} = 600 \text{ V}; \quad I = 1,5(A_{rms}/\mu\text{F}); \quad C \text{ (}\mu\text{F)}$$

##### D.1.2 Calculation for a given capacitance value ( $C$ )

$$I_T = I \times C \quad I_C = C \times \frac{dV}{dt}$$

$$L = \left( \frac{U_{pp}}{2 \times I_C} \right)^2 \times C \quad F = \frac{2 \times I_T^2}{\pi \times U_{pp} \times C \times E - 6 \times I_C}$$

##### D.1.3 Example:

$$C = 15 \mu\text{F}$$

$$\frac{dV}{dt} = 25 \text{ V/}\mu\text{s} \quad U_{pp} = 600 \text{ V}$$

$$I = 1,5(A_{rms}/\mu\text{F}) \quad \text{max } 16 \text{ A}$$

$$I_T = 1,5 \times 15 = 22,5 \text{ A}$$

$$22,5 > 16 \quad \text{then} \quad I_T = 16 \text{ A}$$

$$I_C = C \times \frac{dV}{dt} = 15 \times 25 = 375 \text{ A}$$

$$L = \left( \frac{600}{2 \times 375} \right)^2 \times 15 = 9,6 \mu\text{H}$$

$$F = \frac{2 \times 16^2}{\pi \times 600 \times 15 \cdot E - 6 \times 375} = 48 \text{ Hz}$$

## D.2 Test according to clause 18.1.3 high r.m.s. current test

### D.2.1 Input data

$$\frac{dV}{dt} (\text{A}/\mu\text{F}); \quad f (\text{Hz}); \quad I = 3(A_{\text{rms}}/\mu\text{F}); \quad C (\mu\text{F})$$

### D.2.2 Calculation

$$I_{\text{T}} = C \times I$$

$$I_{\text{C}} = C \times \frac{dV}{dt} \qquad U_{\text{pp}} = \frac{I_{\text{C}}}{\pi \times f \times C \times E - 6}$$

$$F = 2 \times f \times \left( \frac{I_{\text{T}}}{I_{\text{C}}} \right)^2 \qquad L = \left( \frac{U_{\text{pp}}}{2 \times I_{\text{C}}} \right)^2 \times C \times E - 6$$

### D.2.3 Example

$$C = 15 \mu\text{F} \qquad f = 10 \text{ kHz} \qquad \frac{dV}{dt} = 15 \text{ V}/\mu\text{s}$$

$$I = 3(A_{\text{rms}}/\mu\text{F})$$

$$I_{\text{T}} = 3 \times 15 = 45 \text{ A}$$

$$I_{\text{C}} = 15 \times 15 = 225 \text{ A}$$

$$U_{\text{pp}} = \frac{225}{\pi \times 10\,000 \times 15 \times E - 6} = 477,5 \text{ V}$$

$$F = 2 \times 10\,000 \times \left( \frac{45}{225} \right)^2 = 800 \text{ Hz}$$

$$L = \left( \frac{477,5}{2 \times 225} \right)^2 \times 15 \times E - 6 = 17 \mu\text{H}$$

## **Annex E** (normative)

### **Additional requirements for built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation**

#### **E.1 Application of Annex E**

This annex applies to built-in capacitors intended for use in Class II luminaires having insulation equivalent to double or reinforced insulation.

#### **E.2 Terms and definitions**

For the purposes of this annex, the following terms and definitions apply.

##### **E.2.1**

##### **built-in capacitor having an insulation equivalent to double or reinforced insulation**

capacitor designed to be built into a luminaire, an enclosure or the like not intended to be mounted outside a luminaire in which accessible metallic parts are insulated from the live parts by double or reinforced insulation

Note 1 to entry: For the definitions of double and reinforced insulation, see IEC 60598-1, 1.2.16, 1.2.17, 1.2.18 and 1.2.19.

Note 2 to entry: Particular requirements of IEC 60598-1, Section 10 and Section 11 apply.

#### **E.3 General requirements**

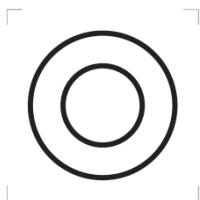
Clause 4 of this standard applies.

#### **E.4 General notes on tests**

Clause 5 of this standard applies.

#### **E.5 Marking**

In addition to the marking mentioned under Clause 6 of this standard, built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation shall be identified by the symbol IEC 60417-6295 (2014-09):



The meaning of this marking shall be explained in the manufacturer's literature or catalogue.

#### **E.6 Terminations**

Clause 7 of this standard applies.

## **E.7 Creepage distances and clearances**

Clause 8 of this standard applies with the following addition.

For built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation, the requirements of IEC 60598-1, Section 11 and Annex M apply.

## **E.8 Voltage rating**

Clause 9 of this standard applies.

## **E.9 Fuses**

Clause 10 of this standard applies.

## **E.10 Discharge resistors**

Clause 11 of this standard applies.

## **E.11 Testing sequence**

Clause 12 of this standard applies.

## **E.12 Sealing and heating test**

Clause 13 of this standard applies.

## **E.13 High-voltage test**

### **E.13.1 General**

Clause 14 of this standard applies with the following addition.

For built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation, 14.2 shall be modified as in E.13.2

### **E.13.2 High-voltage test between terminals and case for Class II capacitors**

The dielectric strength test given in IEC 60598-1, Table 10.2 shall be used for the high-voltage test between terminals and case.

## **E.14 Resistance to adverse operating conditions**

Clause 15 of this standard applies.

## **E.15 Resistance to heat, fire and tracking**

Clause 16 of this standard applies.

## **E.16 Self-healing test**

Clause 17 of this standard applies.

## **E.17 Destruction test**

Clause 18 of this standard applies, with the following modifications.

For built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation:

- the last sentence of 18.1.2 shall be replaced by the following:  
*Compliance is checked by the requirements of 18.1.4. One failure is permitted for a) and b). No failures are permitted for c) and d).*
- item d) of 18.1.4 shall be replaced by the following:  
d) *the capacitor shall withstand the test of 14.2 (not modified as in E.13.2), the test voltage being reduced by 500 V.*
- item b) of 18.2.3.5 shall be replaced by the following:  
b) *The capacitors shall withstand the high-voltage test between the terminals and the case in accordance with 14.2 (not modified as in E.13.2).*
- 18.2.3.6 shall be replaced by the following:  
*All capacitors becoming inoperative shall fulfil the requirements of 18.2.3.4 b) and c) and 18.2.3.5 b).*  
*If one of the test specimens does not satisfy the criteria according to 18.2.3.4 a) and 18.2.3.5 a), the test may be repeated once on a further 40 samples. However, all the capacitors shall pass the repeat test.*  
*If more than one capacitor does not satisfy the criteria according to 18.2.3.4 a) and 18.2.3.5 a), the test shall be regarded as having failed.*

## **Annex F** (informative)

### **Information for luminaire design**

For type B capacitors an adequate space on the top of the capacitor shall be free from other components, in order to allow the correct operation of the overpressure device.

The connections and the connected cable shall not provide appreciable resistance to the movement under the above-mentioned conditions.

After the operation of the overpressure device, creepage distances and clearances shall not be reduced below the required limits.

The capacitor manufacturer may be consulted to define the increased dimensions of the capacitor after operation of the overpressure device.

## Bibliography

- IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*
- IEC 60081, *Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications*
- IEC 60901, *Single-capped fluorescent lamps – Performance specifications*
- IEC 60188, *High-pressure mercury vapour lamps – Performance specifications*
- IEC 60192, *Low-pressure sodium vapour lamps – Performance specifications*
- IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*
- IEC 60410, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*
- IEC 60662, *High-pressure sodium vapour lamps*
- IEC 61167, *Metal halide lamps*
- IEC 61347-2-8, *Lamp controlgear – Part 2-8: Particular requirements for ballasts for fluorescent lamps*
- IEC 61347-2-9, *Lamp controlgear – Part 2-9: Particular requirements for ballasts for discharge lamps (excluding fluorescent lamps)*
- JIS C 4908:1995, *Capacitors for electrical apparatus*
-



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	42
INTRODUCTION.....	44
1 Domaine d'application .....	45
2 Références normatives.....	45
3 Termes et définitions .....	46
4 Exigences générales .....	47
5 Généralités sur les essais .....	47
6 Marquage .....	48
6.1 Marquage obligatoire.....	48
6.2 Informations supplémentaires.....	48
6.3 Durabilité et lisibilité du marquage.....	48
7 Moyens de raccordement .....	49
8 Lignes de fuite et distances dans l'air .....	49
9 Tension assignée .....	50
10 Fusibles .....	50
11 Résistances de décharge .....	51
12 Ordre des essais .....	51
13 Essai de scellement et d'échauffement.....	51
13.1 Essai de scellement et d'échauffement pour les condensateurs de type A.....	51
13.2 Essai de scellement et d'échauffement pour les condensateurs de type B.....	52
14 Essai sous tension élevée .....	52
14.1 Essai sous tension élevée entre bornes.....	52
14.2 Essai sous tension élevée entre bornes et boîtier.....	53
15 Résistance aux conditions de fonctionnement défavorables .....	53
15.1 Essai à l'humidité sous tension.....	53
15.2 Essai en courant (décharge).....	54
16 Résistance à la chaleur, au feu et au cheminement .....	54
17 Essai d'autorégénération .....	55
18 Essai de destruction .....	56
18.1 Essai A.....	56
18.2 Essai B.....	60
18.3 Condensateurs non autorégénérateurs .....	62
Annexe A (normative) Tension d'essai .....	68
Annexe B (normative) Réglage de la température de l'enceinte d'essai.....	69
Annexe C (normative) Essai de conformité de production .....	70
Annexe D (informative) Guide de calcul des réglages de l'équipement pour les essais des paragraphes 15.2 et 18.1.3 .....	71
<b>Annexe E (normative) Exigences supplémentaires relatives aux condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée .....</b>	<b>73</b>
<b>Annexe F (informative) Renseignements pour la conception du luminaire .....</b>	<b>76</b>
Bibliographie.....	77

Figure 1 – Circuit de conditionnement sous tension alternative .....	63
Figure 2 – Circuit de conditionnement sous tension continue .....	63
Figure 3 – Appareillage pour l'essai d'auto-régénération après claquage .....	64
Figure 4 – Forme d'onde de tension et de courant pour les essais de 15.2 et 18.1.3.....	65
Figure 5 – Circuit d'essai type pour les essais de 15.2 et 18.1.3 .....	66
Figure 6 – Résumé des procédures d'essai.....	67
Tableau 1 – Lignes de fuite et distances dans l'air minimales .....	50
Tableau 2 – Tension et durée d'essai applicables à l'essai d'endurance, première séquence d'essais .....	57
Tableau 3 – Tension et durée d'essai applicables à l'essai d'endurance, deuxième séquence d'essais .....	57

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILS AUXILIAIRES POUR LAMPES –  
CONDENSATEURS DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS DANS LES CIRCUITS  
DE LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE  
ET AUTRES LAMPES À DÉCHARGE –  
PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES ET DE SÉCURITÉ**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

**DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ**

**Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.**

**Cette version consolidée de l'IEC 61048 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2006-03) [documents 34C/720/FDIS et 34C/736/RVD] et son amendement 1 (2015-07) [documents 34C/1155/FDIS et 34C/1160/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.**

**Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.**

La présente Norme internationale a été établie par le sous-comité 34C: Appareils auxiliaires pour lampes, du comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

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

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- prescriptions proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques;*
- notes: petits caractères romains.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

**IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

La présente Norme internationale couvre les exigences générales et de sécurité applicables à certains condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits pour lampes tubulaires fluorescentes et autres lampes à décharge.

Les exigences de performances pour ces condensateurs font l'objet de l'IEC 61049.

NOTE Les exigences de sécurité permettent de s'assurer qu'un équipement électrique ayant été construit en conformité avec ces exigences ne met pas en danger la sécurité des personnes, des animaux domestiques ou des biens quand il est correctement installé et entretenu, et utilisé dans les applications auxquelles il est destiné.

# APPAREILS AUXILIAIRES POUR LAMPES – CONDENSATEURS DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS DANS LES CIRCUITS DE LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE ET AUTRES LAMPES À DÉCHARGE – EXIGENCES GÉNÉRALES ET DE SÉCURITÉ

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale énonce les exigences pour les condensateurs auto-régénérateurs et non autorégénérateurs pour usage permanent en courant alternatif, d'une puissance inférieure ou égale à 2,5 kVAr, de capacité supérieure à 0,1  $\mu$ F et dont la tension assignée n'excède pas 1 000 V, qui sont destinés à être utilisés dans les circuits de lampes à décharge fonctionnant à 50 Hz ou 60 Hz à des altitudes jusqu'à 3 000 m.

NOTE Ces lampes et les ballasts associés sont couverts, respectivement, par l'IEC 60081, l'IEC 60901, l'IEC 60188, l'IEC 60192, l'IEC 60662 l'IEC 61167 et par l'IEC 61347-2-8 et l'IEC 61347-2-9.

Elle couvre les condensateurs prévus pour le branchement shunt ou en série avec le circuit de lampe ou une combinaison fonctionnelle des deux.

Elle couvre seulement les condensateurs imprégnés ou non imprégnés, ayant un diélectrique en papier, en film plastique ou une combinaison des deux, soit métallisés, soit pourvus d'électrodes en feuilles métalliques.

Cette norme ne couvre pas les condensateurs d'antiparasitage, dont les exigences se trouvent dans l'IEC 60384-14.

Les essais figurant dans cette norme sont des essais de type. Les exigences pour l'essai individuel des condensateurs en cours de production ne sont pas incluses.

**Des exigences particulières relatives aux condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée sont données dans l'Annexe E.**

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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).

IEC 60269: (toutes les parties), *Fusibles basse tension*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60598-1, *Luminaires – Partie 1: Prescriptions générales et essais*

IEC 60695-2-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

IEC 60695-11-5, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flammes d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

IEC 61049:1991, *Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge – Prescriptions de performance*

ISO 4046-4:2002, *Papier, carton, pâtes et termes connexes – Vocabulaire – Partie 4 :Catégories et produits transformés de papier et de carton*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

#### 3.1

##### **tension nominale**

$U_n$

valeur efficace de la tension sinusoïdale, marquée sur le condensateur

#### 3.2

##### **température maximale assignée**

$t_c$

température, en degrés Celsius, qui ne doit pas être dépassée par la partie la plus chaude de la surface du condensateur pendant le fonctionnement en service

NOTE Les pertes internes dans un condensateur, quoique faibles, ont pour effet que la température de surface est plus élevée que la température de l'air ambiant et il y a lieu d'en tenir dûment compte.

#### 3.3

##### **température minimale assignée**

température, en degrés Celsius, de n'importe quelle partie de la surface du condensateur, en dessous de laquelle le condensateur ne doit pas être chargé

#### 3.4

##### **résistance de décharge**

résistance branchée aux bornes du condensateur pour réduire le risque de choc électrique par les charges accumulées dans le condensateur

#### 3.5

##### **tangente de l'angle de perte**

$\tan \delta$

pertes de puissance du condensateur divisées par la puissance réactive du condensateur à une tension sinusoïdale de fréquence assignée

#### 3.6

##### **autorégénération**

processus par lequel les propriétés électriques du condensateur, après une perforation localisée du diélectrique, sont rapidement et essentiellement restaurées aux valeurs précédant la perforation

#### 3.7

##### **essai de type**

essai ou série d'essais effectués sur un échantillon pour essai de type afin de vérifier la conformité de la conception d'un produit donné avec les exigences de spécifications concernées

#### 3.8

##### **échantillon pour essai de type**

échantillon constitué d'une ou de plusieurs unités semblables, soumis par le fabricant ou par le vendeur responsable pour effectuer un essai de type

### 3.9

#### **condensateur de type A**

condensateur autorégénérateur pour montage en parallèle n'incluant pas nécessairement un dispositif d'interruption

### 3.10

#### **condensateur de type B**

condensateur autorégénérateur utilisé dans les circuits d'éclairage à montage en série ou condensateur autorégénérateur pour montage en parallèle, contenant un dispositif d'interruption

## 4 Exigences générales

Les condensateurs doivent être conçus de telle façon qu'en usage normal ils fonctionnent d'une manière sûre et ne mettent pas en danger les personnes ou l'environnement.

Toutes les parties métalliques exposées doivent être constituées de matériaux non ferreux ou être protégées contre la rouille. Une rouille visible ne doit pas se produire. L'essai de l'Article 15 montrera si le condensateur est suffisamment protégé contre la rouille.

*Les essais pour vérifier la robustesse mécanique sont à l'étude.*

*La conformité aux exigences des Articles 4 à 11 est vérifiée par mesure, par examen, et en effectuant tous les essais spécifiés dans cette norme.*

NOTE Au Japon, un condensateur additionnel est autorisé; les détails se trouvent dans la Norme JIS C 4908. L'introduction dans cette norme des exigences sur ces condensateurs est à l'étude.

## 5 Généralités sur les essais

*Les essais selon cette norme sont des essais de type, (sauf Annexe C).*

NOTE Les exigences et les tolérances autorisées par cette norme sont fondées sur l'essai d'un échantillon pour essai de type. La conformité de l'échantillon pour essai de type n'assure pas la conformité de la totalité de la production d'un fabricant à cette norme de sécurité. La conformité de la production est sous la responsabilité du fabricant et inclut des essais individuels de série et une assurance qualité, en plus de l'essai de type.

*Les condensateurs doivent être soumis aux essais détaillés à l'Article 12.*

*Sauf spécifications contraires, les essais doivent être effectués à une température de  $(20 \pm 5)$  °C, en employant, le cas échéant, une source de tension comme détaillé à l'Annexe A.*

*Les températures d'essai spécifiées dans des articles particuliers sont données avec une tolérance de  $\pm 2$  °C, sauf spécifications contraires.*

*A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, le type doit être considéré comme étant conforme à un article ou paragraphe s'il ne se produit pas plus d'un défaut pendant l'essai selon cet article ou paragraphe. Si trois défauts ou plus se produisent, le type doit être rejeté. Si deux défauts se produisent dans un essai quelconque, cet essai, ainsi que tout essai précédent susceptible d'avoir influencé les résultats de l'essai, doit être répété sur la même quantité de condensateurs; si d'autres défauts se produisent, le type doit être rejeté.*

NOTE Un essai renouvelé ne peut être autorisé qu'une fois dans une série d'essai selon les exigences de cette norme. Un essai renouvelé n'est pas autorisé dans l'essai de destruction Article 18, en cas de défaut majeur.

*Pour une gamme de condensateurs de construction identique, de même tension assignée et de même forme de section transversale, chaque groupe de condensateurs dont il est question à l'Article 12 doit contenir un nombre égal ou un nombre aussi approchant que possible de condensateurs de la plus forte capacité et de condensateurs de la plus faible capacité de cette gamme.*

*De plus, le fabricant doit fournir des données sur le rapport de capacité par aire de surface extérieure totale du boîtier, pour chaque valeur de capacité dans la gamme. Le condensateur qui a la capacité maximale par unité de surface doit être soumis à un essai si ce rapport dépasse, de 10 % ou plus, celui du condensateur de la gamme qui a la valeur maximale. De la même manière, le condensateur qui a la capacité minimale par unité de surface doit aussi être soumis à un essai si ce rapport est inférieur, de 10 % ou plus, à celui du condensateur de la gamme qui a la capacité minimale.*

*L'aire signifie la surface extérieure totale du boîtier du condensateur, à l'exclusion des petites saillies, des bornes et des goujons de fixation.*

*Avec cette procédure, les essais qualifient toutes les valeurs intermédiaires de capacité dans la gamme.*

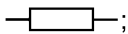



NOTE 1 Les termes «de construction identique» s'appliquent à des éléments qui sont déclarés par le fabricant comme présentant le même matériau diélectrique, la même épaisseur de diélectrique, le même type de boîtier (métal ou plastique), la même famille générique de matière de remplissage ou de liquide d'imprégnation, le même type de dispositif de sécurité et le même type de métallisation (par exemple zinc ou aluminium).

NOTE 2 La «forme de la section transversale» peut être ronde, rectangulaire, ovale, etc.

## 6 Marquage

### 6.1 Marquage obligatoire

Les condensateurs doivent porter un marquage lisible indiquant les éléments suivants:

- a) le nom ou la marque du fabricant ou du vendeur responsable;
- b) le numéro dans le catalogue du fabricant et/ou la référence du modèle;
- c) la capacité et la tolérance assignées;
- d) la tension nominale;
- e) quand une résistance de décharge est montée, le symbole ;
- f) quand un fusible est monté, le symbole ;
- g) la fréquence ou la gamme de fréquences assignée;
- h) les températures minimale et maximale assignées, par exemple  $-10\text{ °C}/70\text{ °C}$ ;
- i) si le condensateur est autorégénérateur, le symbole ;
- j) si un condensateur non autorégénérateur est exclusivement destiné au fonctionnement en mode série, le symbole .

Ce symbole ne doit pas apparaître sur les condensateurs portant le symbole d'autorégénération

NOTE Ce type de condensateur n'est pas destiné à être branché sur le réseau d'alimentation.

- k) le type A ou B selon le cas.

### 6.2 Informations supplémentaires

- a) indication de la valeur de la résistance de décharge si elle est montée;
- b) indication de l'absence de substances qui sont liquides à  $(t_c + 10)\text{ °C}$ .

### 6.3 Durabilité et lisibilité du marquage

Le marquage doit être durable et lisible.

*La conformité est vérifiée par examen et en essayant d'enlever le marquage en frottant légèrement avec un morceau de tissu imbibé d'eau puis avec un autre imbibé d'essence, pendant 15 s à chaque fois. Le marquage doit être lisible après l'essai.*

NOTE Il convient d'utiliser de l'essence à base d'hexane avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, une teneur en kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température d'ébullition finale d'environ 69 °C et une masse volumique d'environ 0,68 g/cm<sup>3</sup>.

## 7 Moyens de raccordement

7.1 Des moyens de raccordement doivent être prévus, au moyen de câbles (brins) ou de bornes (à vis, sans vis, à cosses à souder ou similaires). Les moyens de raccordement doivent être tels qu'ils puissent recevoir la taille et le nombre des conducteurs appropriés aux caractéristiques nominales et à l'usage du condensateur. Les câbles (brins) doivent être adaptés aux caractéristiques du condensateur mais en aucun cas ils ne doivent être inférieurs à 0,5 mm<sup>2</sup> et leur isolation doit être adaptée à la tension et à la température assignées du condensateur.

Les bornes à vis doivent être conformes à la Section 14 de l'IEC 60598-1.

Les bornes sans vis doivent être conformes à la Section 15 de l'IEC 60598-1.

7.2 Le boîtier du condensateur, s'il est en métal, doit soit être équipé d'une borne de mise à la terre, soit être susceptible d'être mis à la terre (ou, le cas échéant, connecté à d'autres parties métalliques des luminaires) par serrage ou par un étrier de fixation adapté. La partie du boîtier sur laquelle un tel dispositif de serrage ou un tel étrier de fixation est attaché ne doit être ni peinte ni recouverte d'un revêtement non-conducteur, afin d'assurer le maintien d'un bon contact électrique.

*La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant:*

*Un courant d'au moins 10 A, délivré par une source de tension à vide ne dépassant pas 12 V, doit passer entre la borne de terre ou le contact de mise à la terre et, à tour de rôle, chacune des parties métalliques accessibles. La chute de tension entre le boîtier et le dispositif de serrage ou l'étrier de fixation doit être mesurée et la résistance calculée à partir du courant et de la chute de tension.*

*En aucun cas la résistance ne doit dépasser 0,5 Ω.*

Les exigences du dernier alinéa ne s'appliquent pas aux condensateurs dont le boîtier métallique est entièrement recouvert d'un matériau isolant, ces derniers étant soumis aux essais selon 14.2.

## 8 Lignes de fuite et distances dans l'air

Les lignes de fuite sur les surfaces externes de l'enveloppe isolante des moyens de raccordement et les distances dans l'air entre les parties externes des bornes de connexion ou, le cas échéant entre de telles parties actives et le boîtier métallique du condensateur, ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales données dans le Tableau 1.

Ces distances minimales doivent s'appliquer aux bornes avec ou sans câblage externe connecté.

Elles ne sont pas destinées à être appliquées aux lignes de fuite et aux distances dans l'air internes.

*La conformité est vérifiée par mesurage.*

**Tableau 1 – Lignes de fuite et distances dans l'air minimales**

<b>Tension assignée</b>	<b>Jusqu'à 24 V inclus</b> mm	<b>De 24 V à 250 V inclus</b> mm	<b>De 250 V à 500 V inclus</b> mm	<b>De 500 V à 1 000 V inclus</b> mm
<i>Lignes de fuite</i>				
1) entre parties actives de polarités différentes	2	3 (2) <sup>a</sup>	5	6
2) entre parties actives et parties métalliques accessibles qui sont fixées d'une manière permanente sur le condensateur, vis ou dispositifs de fixation des couvercles ou du condensateur sur son support inclus	2	4 (2) <sup>a</sup> 3 <sup>b</sup>	6 3 <sup>b</sup>	7
<i>Distances dans l'air</i>				
3) entre parties actives de polarités différentes	2	3 (2) <sup>a</sup>	5	6
4) entre parties actives et parties métalliques accessibles qui sont fixées d'une manière permanente sur le condensateur, y compris les vis ou dispositifs de fixation des couvercles ou du condensateur sur son support	2	4 (2) <sup>a</sup> 3 <sup>b</sup>	6 3 <sup>b</sup>	7
5) entre parties actives et une surface d'appui plate ou un éventuel couvercle métallique détaché, si la construction ne permet pas d'être sûr que les valeurs de 4) ci-dessus sont respectées dans les conditions les plus défavorables	2	6	10	12
<sup>a</sup> Les valeurs entre parenthèses s'appliquent aux lignes de fuite et aux distances dans l'air protégées de la pollution. Pour les enveloppes scellées d'une manière permanente ou remplies de compound, les lignes de fuite et les distances dans l'air ne sont pas vérifiées. <sup>b</sup> Pour le verre ou une autre isolation ayant une tenue équivalente au cheminement.				

Une fente de moins de 1 mm de largeur ne doit être prise en considération dans l'évaluation des lignes de fuite que dans la limite de sa largeur.

Une distance inférieure à 1 mm ne doit pas être prise en considération pour l'évaluation de la distance dans l'air totale.

Les lignes de fuite sont les distances dans l'air mesurées à la surface des matériaux isolants.

## 9 Tension assignée

*Les condensateurs doivent pouvoir supporter pendant des périodes prolongées une tension ne dépassant pas 110 % de leur tension assignée à l'intérieur de leur gamme de températures assignées.*

*La conformité est vérifiée par les essais indiqués à l'Article 14.*

NOTE Cette exigence est destinée à couvrir les variations de tension dues aux fluctuations de l'alimentation.

## 10 Fusibles

Quand un fusible interne est monté, il doit être protégé, enfermé et isolé d'une manière adaptée, de façon à éviter un contournement vers – ou un contact avec – un boîtier métallique en service normal, dans l'éventualité du fonctionnement du fusible.

*La conformité est vérifiée par examen et par les essais indiqués en 14.2 et 16.*

NOTE En déterminant les caractéristiques d'un éventuel fusible interne, il convient de prendre en compte la possibilité de courts-circuits se produisant à l'extérieur du condensateur.

## 11 Résistances de décharge

Les condensateurs peuvent avoir une résistance de décharge branchée en permanence à leurs bornes. S'ils en sont équipés, cette résistance de décharge doit avoir une valeur telle qu'elle décharge le condensateur de la valeur de crête de la tension alternative appliquée, jusqu'à une valeur ne dépassant pas 50 V, en 1 min. On doit prendre en compte une tension qui est supérieure de 10 % à sa valeur assignée.

Le fabricant doit indiquer la valeur et la tolérance de la résistance.

*La conformité est vérifiée par mesurage.*

NOTE 1 Dans le circuit de lampe complet, il est essentiel qu'un circuit de décharge soit prévu pour chaque condensateur. Il est recommandé que cela soit obtenu au moyen d'une résistance intégrée au condensateur, mais d'autres dispositions sont possibles.

NOTE 2 Dans certains cas, par exemple luminaires connectés par fiches, une décharge jusqu'à 50 V en 1 min peut ne pas être acceptable; voir le paragraphe 8.2.7 de l'IEC 60598-1.

## 12 Ordre des essais

*Un ensemble composé de 50 condensateurs autorégénérateurs ou de 20 condensateurs non autorégénérateurs est pris et divisé en deux parties comme indiqué ci-après.*

NOTE Pour les condensateurs au-dessus de 1 kVAR, les quantités pour essais peuvent être convenues entre le fabricant et l'autorité effectuant les essais.

*Les essais préliminaires suivants sont appliqués à tous les condensateurs dans l'ordre indiqué:*

- a) *essai de scellement et d'échauffement, si demandé, en conformité avec l'Article 13;*
- b) *essai sous tension élevée entre bornes, en conformité avec le 14.1;*
- c) *essai sous tension élevée entre bornes et boîtier, en conformité avec le 14.2.*

*Un premier groupe de 10 condensateurs est soumis à une série d'essais qui sont conçus pour vérifier l'aptitude de la conception du condensateur à résister à des conditions de fonctionnement défavorables. Les détails de ces essais sont décrits à l'Article 15. De plus, les essais pour vérifier la résistance à la chaleur et au feu sont effectués en conformité avec l'Article 16.*

*Un deuxième groupe de 40 condensateurs autorégénérateurs doit fournir des échantillons pour les essais des Articles 17 et 18. Dix des 40 condensateurs sont soumis à l'essai d'autorégénération, mais à aucun autre essai. Le reste est utilisé pour l'essai de destruction.*

## 13 Essai de scellement et d'échauffement

### 13.1 Essai de scellement et d'échauffement pour les condensateurs de type A

Les condensateurs qui contiennent des substances qui sont liquides à  $(t_c + 10)$  °C doivent être scellés d'une manière convenable et avoir une résistance adaptée à l'échauffement.

*La conformité est vérifiée par l'essai suivant.*

*Les condensateurs non chargés sont placés dans un four dans la position la plus favorable à la fuite du matériau d'imprégnation ou de remplissage, et échauffés entièrement à 10 °C au-dessus de leur température maximale assignée ( $t_c$ ). Ils sont maintenus à cette température pendant 1 h.*

*Aucune fuite du matériau d'imprégnation ou de remplissage ne doit se produire pendant cet essai. Le condensateur ne doit pas passer en circuit ouvert pendant cet essai.*

NOTE Cet essai ne s'applique à aucun condensateur dans le cas où le fabricant déclare que le condensateur ne contient pas de substances liquides à  $(t_c + 10)$  °C.

### **13.2 Essai de scellement et d'échauffement pour les condensateurs de type B**

Le scellement du condensateur est exigé pour le dispositif de sécurité à surpression. Cet essai doit être effectué comme essai d'échantillonnage et comme essai de type.

Les condensateurs dont la matière de remplissage a un point de fusion supérieur à  $t_c$  et les condensateurs sans remplissage doivent être soumis à l'essai suivant:

*Après avoir été dégraissés les condensateurs doivent être placés dans un récipient pouvant être fermé hermétiquement, ce récipient étant rempli avec un liquide jusqu'à un niveau tel que la surface du liquide dépasse au moins de 10 mm la face supérieure des pièces en essai.*

*Le liquide est par exemple de l'eau dégazée à 20 °C. Le liquide doit être à la température de la pièce. Après la fermeture du récipient, ce dernier doit être mis en dépression en 1 min à 160 mbar et ce vide doit être maintenu pendant au moins 1 min. Les spécimens en essai sont alors observés au travers d'un regard du récipient. Les points de fuite du boîtier du condensateur sont mis en évidence par la montée de bulles d'air.*

*Dans cet essai, on doit noter que certains types de construction présentent des cavités en dehors du scellement du condensateur. Des bulles d'air qui s'échappent de ces cavités extérieures au début de l'essai ne doivent cependant pas être prises en compte. Il est nécessaire de prolonger l'essai pour ces condensateurs.*

*Pendant l'essai, il ne doit pas apparaître de bulles visibles.*

## **14 Essai sous tension élevée**

Les condensateurs doivent supporter les tensions élevées.

*La conformité est vérifiée par les essais des 14.1 et 14.2.*

### **14.1 Essai sous tension élevée entre bornes**

Les condensateurs non autorégénérateurs doivent supporter, à température ambiante, une tension d'essai alternative de  $2,15 U_n$  appliquée entre les bornes pendant une durée de 60 s.

Les condensateurs autorégénérateurs doivent supporter, à température ambiante, une tension d'essai alternative de  $2 U_n$  appliquée entre les bornes pendant une durée de 60 s.

Au Japon et en Amérique du Nord, les condensateurs autorégénérateurs doivent supporter, à température ambiante, une tension d'essai alternative de  $1,75 U_n$  appliquée entre les bornes pendant une durée de 10 s.

Pour les condensateurs autorégénérateurs, des perforations avec autorégénération (appelées ci-après «perforations») sont admises pendant l'essai.

Au début, la tension appliquée n'excède pas la moitié de la tension d'essai; elle doit être ensuite élevée graduellement jusqu'à la valeur totale.

## 14.2 Essai sous tension élevée entre bornes et boîtier

Chaque condensateur doit supporter, à 50 Hz ou 60 Hz selon ce qui s'applique, la tension d'essai alternative suivante pendant une durée de 1 min.

<i>Tension assignée du condensateur</i>	<i>Tension d'essai</i>
Jusqu'à 250 V inclus	2 000 V efficace
Supérieur à 250 V	2 500 V efficace

Au début, la tension appliquée n'excède pas la moitié de la tension d'essai; elle est ensuite élevée graduellement jusqu'à sa valeur totale.

Pour les condensateurs ayant des boîtiers en matériau isolant, la tension d'essai est appliquée entre les bornes et une feuille de métal en contact étroit avec la surface du boîtier, avec une distance dans l'air minimale de 4 mm entre la feuille de métal et les bornes.

## 15 Résistance aux conditions de fonctionnement défavorables

Les condensateurs doivent avoir une résistance adaptée aux conditions de fonctionnement défavorables.

*La conformité est vérifiée par les essais du 15.1 et 15.2.*

Les condensateurs doivent satisfaire à un essai à l'humidité sous tension suivi par un essai en courant (décharge). Ceci pour démontrer la sûreté du fonctionnement dans des conditions humides et sur un réseau d'alimentation pollué qui peut soumettre le condensateur à des pics de courant dus à des formes d'onde non sinusoïdales.

Si la construction du condensateur comprend un fusible indépendant monté intérieurement, le fusible peut être court-circuité pour les besoins des essais décrits en 15.1 et 15.2. Le fabricant doit spécifier d'une manière claire quels échantillons ont été préparés de cette façon. Les condensateurs dont la construction comprend un fil fusible directement connecté à l'enroulement du condensateur ne doivent pas être modifiés pour ces essais.

Dix condensateurs sont soumis à l'essai décrit en 15.1 suivi par l'essai décrit en 15.2.

### 15.1 Essai à l'humidité sous tension

*Dix condensateurs doivent être soumis à la mesure de la capacité et de la tangente de l'angle de pertes à une fréquence de 1 kHz.*

*Pour les besoins de cet essai, les fils ou les bornes ne doivent pas dépasser 30 mm de longueur.*

*L'enceinte d'essai doit permettre de maintenir une température de  $(40 \pm 2)$  °C et une humidité relative comprise entre 90 % et 95 % à l'endroit où sont placés les condensateurs. L'air dans l'enceinte doit être mis en mouvement et l'enceinte doit être conçue de telle façon que de la buée ou des gouttelettes d'eau ne puissent pas tomber sur les condensateurs.*

*Les échantillons pour l'essai sont placés dans l'enceinte d'humidité et connectés à une source de courant alternatif. Une tension de  $U_n$  doit être appliquée à tous les échantillons une fois les conditions d'humidité atteintes.*

La tension et l'humidité sont maintenues pendant une durée de 240 h.

À la fin de la durée de l'essai, on laisse les condensateurs revenir à la température ambiante pendant une durée de 1 h à 2 h; les conditions de conformité suivantes sont ensuite vérifiées:

- la variation de la capacité doit être inférieure à 1 %;
- la tangente de l'angle de pertes ne doit pas varier de plus de 50 % lorsqu'elle est mesurée à 1 kHz;
- aucune défaillance n'est autorisée.

## 15.2 Essai en courant (décharge)

Les 10 condensateurs qui ont terminé l'essai selon 15.1 doivent être soumis individuellement à un essai en courant à la température ambiante. L'essai doit être poursuivi pendant 15 min dans chacune des conditions suivantes en utilisant un circuit de décharge approprié.

Capacité	Courant de crête
$\leq 10 \mu\text{F}$	30 A/ $\mu\text{F}$ (30 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$
$> 10 \mu\text{F}, \leq 25 \mu\text{F}$	25 A/ $\mu\text{F}$ (25 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$
$> 25 \mu\text{F}$	20 A/ $\mu\text{F}$ (20 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$

– Durant l'essai, il convient que le courant efficace soit égal à 1,5 A/ $\mu\text{F}$  ou 16 A, la valeur la moins élevée étant choisie et la tension crête à crête 600 V  $\pm 10 \%$ .

Les tensions et les formes d'onde de courant qui s'appliquent sont données à la Figure 4.

Un circuit type permettant d'obtenir les conditions d'essai requises est donné à la Figure 5.

D'autres dispositions de circuits peuvent être employées à condition qu'elles donnent les formes d'onde requises.

Des indications pour le calcul des valeurs de l'équipement d'essai sont données à l'Annexe D.

Les conditions de conformité sont vérifiées en utilisant les mesures effectuées à la fin de l'essai de 15.1 comme mesures initiales pour l'essai de 15.2.

À la température ambiante, les échantillons doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- la variation de la capacité doit être inférieure à 1 %;
- la tangente de l'angle de pertes ne doit pas varier de plus de 50 % lorsqu'elle est mesurée à 1 kHz;
- aucune défaillance n'est autorisée.

De plus, tous les condensateurs doivent satisfaire à l'essai sous tension élevée entre les bornes et le boîtier décrit en 14.2.

## 16 Résistance à la chaleur, au feu et au cheminement

**16.1** Les parties externes du matériau isolant maintenant les bornes en position doivent être suffisamment résistantes à la chaleur.

*Pour les matériaux autres que la céramique, la conformité est vérifiée en soumettant les parties à l'essai de pression à la bille, en conformité avec la Section 13 de l'IEC 60598-1.*

**16.2** Les parties externes du matériau isolant maintenant les bornes en position, et autres parties de matériau isolant procurant une protection contre les chocs électriques, doivent être résistantes à la flamme et à l'inflammation.

*Pour les matériaux autres que la céramique, la conformité est vérifiée par les essais du 16.2.1 ou 16.2.2 selon ce qui s'applique.*

**16.2.1** *Les parties extérieures du matériau isolant procurant une protection contre les chocs électriques doivent être soumises à l'essai au fil incandescent en conformité avec l'IEC 60695-2-11, avec les détails suivants:*

- *l'échantillon d'essai est composé d'un seul spécimen;*
- *le spécimen d'essai est un composant complet;*
- *la température de l'extrémité du fil incandescent est de 650 °C;*
- *toute flamme ou incandescence du spécimen doit s'éteindre en moins de 30 s après le retrait du fil incandescent et d'éventuelles gouttes enflammées ne doivent pas mettre le feu à un morceau de papier de soie à cinq couches, tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4,, étalé horizontalement à 200 mm ± 5 mm sous l'échantillon d'essai.*

*Le fabricant doit indiquer si l'essai doit être effectué sur un condensateur complet ou sur les composants isolés constituant le boîtier et fournis spécialement par le fabricant pour cet essai.*

**16.2.2** *Les parties en matériau isolant maintenant les bornes en position doivent être soumises à l'essai du brûleur-aiguille en conformité avec l'IEC 60695-11-5, avec les détails suivants:*

- *l'échantillon d'essai est composé d'un seul spécimen;*
- *le spécimen d'essai est un composant complet. S'il est nécessaire d'enlever des parties du condensateur pour effectuer l'essai, on doit prendre soin de s'assurer que les conditions d'essai ne diffèrent pas d'une manière significative de celles qui apparaissent en usage normal;*
- *la flamme d'essai est appliquée au centre de la surface à essayer;*
- *la durée de l'application est de 10 s;*
- *toute flamme auto-entretenue doit s'éteindre dans les 30 s qui suivent le retrait de la flamme du gaz et d'éventuelles gouttes enflammées ne doivent pas enflammer un morceau de papier de soie, tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4, étalé horizontalement 200 mm ± 5 mm sous le spécimen en essai.*


### **16.3 Essai de cheminement**

Les parties isolantes extérieures des condensateurs destinés à être utilisés dans des luminaires autres que des luminaires ordinaires, qui maintiennent les parties actives en position ou sont en contact avec de telles parties, doivent être en matériau résistant au cheminement.

NOTE Les condensateurs qui ne satisfont pas à ces exigences quand ils sont soumis aux essais ne peuvent être agréés que pour être utilisés dans des luminaires ordinaires.

*La conformité est vérifiée en effectuant l'essai de cheminement spécifié dans l'IEC 60598-1, Section 13, sur les parties concernées.*

## **17 Essai d'autorégénération**

Les condensateurs marqués avec le symbole  (voir alinéa i) de 6.1) doivent être autorégénérateurs.

*La conformité est vérifiée par l'essai suivant.*

Le fabricant doit spécifier si les condensateurs nécessitent d'être préconditionnés suivant l'essai d'endurance de 18.1.1.

*Les condensateurs doivent être soumis à une tension alternative de  $1,25 U_n$ , qui est augmentée à un rythme qui n'est pas supérieur à 200 V/min jusqu'à ce que cinq perforations se soient produites à partir du début de l'essai ou jusqu'à ce que la tension ait atteint  $3,50 U_n$  (une tension plus élevée peut être spécifiée par le fabricant).*

*La tension doit être réduite à 0,8 fois la valeur à laquelle la cinquième perforation s'est produite ou à 0,8 fois  $2,15 U_n$ , en choisissant la plus basse des deux valeurs obtenues, et elle doit être maintenue pendant 10 s.*

*Une perforation supplémentaire dans chaque condensateur est autorisée pendant cette période.*

*Un total de 25 perforations (autorégénératrices) au minimum doit être obtenu à partir des 10 condensateurs soumis aux essais, mais si un condensateur quelconque subit plus de cinq perforations, cinq seulement doivent être utilisés dans le calcul du total.*

Si un nombre insuffisant de perforations est obtenu, la tension maximale peut, après consultation du fabricant, être augmentée et les mêmes condensateurs être soumis à nouveau à l'essai.

D'éventuelles perforations peuvent être ajoutées au total précédent à condition que le nombre maximal de perforations attribué à un condensateur quelconque soit 5.

Les condensateurs sont considérés comme ayant passé avec succès les essais si la variation de la capacité avant et après l'essai n'est pas supérieure à 0,5 %.

Si l'on n'obtient pas un total de 25 perforations, le type doit être rejeté.

On ne doit pas effectuer d'essais ultérieurs sur les condensateurs qui ont subi l'essai d'autorégénération.

NOTE Les perforations autorégénératrices pendant l'essai peuvent être décelées à l'aide d'un oscilloscope ou par des méthodes d'essai acoustiques ou à haute fréquence (voir Figure 3).

## **18 Essai de destruction**

Les condensateurs doivent avoir une résistance adaptée aux défaillances destructives.

Les condensateurs autorégénérateurs doivent être soumis aux essais selon l'une ou l'autre des procédures décrites en 18.1 ou 18.2. Un résumé des procédures d'essais est donné à la Figure 4. Pour les condensateurs d'éclairage montés en parallèle, le fabricant doit spécifier quelle séquence d'essai suivre, essai A ou essai B. Les condensateurs non autorégénérateurs doivent être soumis aux essais selon le 18.3.

### **18.1 Essai A**

Cette procédure d'essai est prévue pour les condensateurs pour montage en parallèle destinés à l'éclairage ne s'appuyant pas nécessairement sur le fonctionnement d'un dispositif interrupteur à pression, c'est-à-dire les condensateurs de type A.

#### **18.1.1 Essai d'endurance**

*Vingt et un échantillons sont soumis à l'essai selon les exigences de l'Article 8 de l'IEC 61049, la tension et la durée étant sélectionnés dans le Tableau 2:*

**Tableau 2 – Tension et durée d'essai applicables à l'essai d'endurance, première séquence d'essais**

Tension ( $U_n$ )	Durée h
1,15	8 500
1,25	4 000
1,3	2 500
1,35	2 000

Température d'essai =  $t_c$

*La conformité doit être vérifiée selon les exigences du paragraphe 8.6 de l'IEC 61049.*

NOTE Si cela est convenu entre le fabricant et l'organisme d'agrément, cet essai peut être effectué par le fabricant sous la supervision de l'organisme d'agrément.

**18.1.2** *Vingt échantillons qui ont satisfait aux exigences de 18.1.1 doivent être enveloppés de papier de soie tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4, et soumis aux exigences d'essai complémentaires suivantes.*

*Température nominale maximale ( $t_c$ ).*

*La tension et la durée doivent être choisies par le fabricant dans le Tableau 3.*

*La tension doit être convenue entre l'organisme d'agrément et le fabricant.*

*Dans tous les cas, la valeur initiale ne doit pas être supérieure à  $1,3 \times U_n$  puis diminuer progressivement vers la valeur choisie.*

**Tableau 3 – Tension et durée d'essai applicables à l'essai d'endurance, deuxième séquence d'essais**

Tension ( $U_n$ )	Durée h
1,6	2 500
1,8	850
2,0	330

*Dans le cas où le courant consommé par l'ensemble des 20 condensateurs ne tombe pas à 50 % de la valeur initiale, le fabricant peut spécifier une durée d'essai plus longue pour dégrader la capacité. La durée de l'essai ne doit pas dépasser 2 500 h. L'essai est satisfaisant si le courant consommé par les 20 condensateurs est au moins descendu à 50 % de la valeur initiale.*

*Les condensateurs sont étroitement enveloppés dans du papier de soie tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4 et installés dans un four ou dans une enceinte d'essai à température ambiante.*

*Si, à la fin de la durée spécifiée, la chute de courant n'a pas été obtenue, les condensateurs sont alors vérifiés pour voir combien sont passés en circuit ouvert (défectueux). Les condensateurs restants sont soumis à l'essai un par un dans l'ordre suivant: un à la température ambiante, le suivant à une température de ( $t_c + 10$ ) °C, et ainsi de suite comme précisé au 18.1.2.1. L'essai est terminé quand un total de 10 condensateurs défectueux a été atteint.*

*La conformité est vérifiée selon les exigences de 18.1.4. Une défaillance est permise pour les exigences a), b) et d). Aucune défaillance n'est permise pour c).*

#### **18.1.2.1 Préparation pour le conditionnement**

*Cette opération est à réaliser seulement si le courant consommé par les 20 condensateurs n'est pas descendu au minimum à 50 % de la valeur initiale telle que précisée au 18.1.2*

*Les condensateurs sont étroitement enveloppés dans du papier de soie tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4, et installés dans un four ou dans une enceinte d'essai à température ambiante.*

*Les condensateurs sont branchés individuellement et successivement à un circuit de conditionnement sous courant continu comme indiqué à la Figure 2 où la source de courant continu variable est capable de délivrer un courant de 50 mA et une tension continue de  $10 U_n$ .*

*Une alimentation alternative de forte puissance et des fusibles temporisés doivent être aussi disponibles comme cela est décrit en 18.2.2 et connectés comme indiqué à la Figure 1.*

*La procédure de conditionnement est la suivante:*

- a) en utilisant un circuit similaire à celui qui est représenté par la Figure 2, le commutateur étant en position 1, l'alimentation en courant continu est ajustée pour que le voltmètre indique  $10 U_n$ ;*
- b) en utilisant un circuit similaire à celui qui est représenté par la Figure 2, le commutateur étant en position 2, la résistance variable  $R$  est ajustée pour que l'ampèremètre indique 50 mA;*
- c) en utilisant un circuit similaire à celui qui est représenté par la Figure 2, le commutateur est placé en position 3 et peu de temps après la lecture doit se stabiliser. La tension de l'alimentation en courant continu doit ensuite être réduite à zéro;*
- d) aussitôt que possible, et avec le condensateur à la même température, une tension alternative de  $1,3 U_n$  est appliquée au condensateur pendant une durée de 5 min à l'aide du circuit de la Figure 1. Un fusible fondu indiquera un court-circuit. Un courant inférieur à 10 % de la lecture attendue sur un ampèremètre indiquera un circuit ouvert.*

#### **18.1.2.2 Conditions d'identification d'un condensateur devenu défectueux**

*Pendant la procédure de 18.1.2.1 d), le condensateur est surveillé pour voir si les exigences suivantes sont satisfaites. Si tel est le cas, on doit laisser les condensateurs se refroidir à la température ambiante puis on les soumettra aux essais pour voir s'ils satisfont aux exigences de 18.1.2.3.*

*Si les exigences suivantes ne sont pas satisfaites, la procédure complète de 18.1.2.1 est répétée.*

*Si le courant dans l'un des condensateurs descend à moins de 10 % de la valeur qui pourrait être attendue à partir de la capacité nominale et de la tension d'essai appliquée, cela sera expliqué par l'une des raisons suivantes:*

- a) le condensateur s'est mis en court-circuit et le fusible a fondu;*
- b) le condensateur s'est mis en circuit ouvert ou a perdu la plus grande partie de sa capacité;*
- c) le fusible a fondu sans que le condensateur soit en court-circuit, à cause d'une modification des états électriques du condensateur.*

En remplaçant le fusible deux fois (les deux doivent fonctionner), on peut établir que le condensateur est stable et tombe dans les cas a) ou c) ci-dessus. Le cas b) peut être détecté avec un ampèremètre selon la Figure 1, montrant un courant très faible ou l'absence de courant. Le condensateur devenu défectueux doit être ensuite retiré du four, laissé à refroidir à la température ambiante et soumis à l'essai pour voir s'il est conforme aux exigences de 18.1.4.

### 18.1.2.3 Conditions de conformité pour les condensateurs devenus défectueux

Chaque condensateur devenu défectueux doit satisfaire aux exigences de 18.1.4.

### 18.1.3 Essai sous courant efficace élevé

*Les condensateurs de type A doivent aussi satisfaire aux exigences de l'essai suivant.*

*Dix échantillons doivent être soumis à l'essai.*

*Les essais doivent être effectués à la température ambiante sur les éléments capacitifs (enroulements terminés prélevés sur la ligne de fabrication).*

*Le fabricant doit préparer les échantillons en les équipant de fils de section suffisante pour supporter le courant efficace élevé.*

*Avant d'effectuer les essais sous courant efficace élevé, les échantillons préparés doivent être soumis à l'essai de l'Article 17. Les échantillons doivent être enveloppés de papier de soie spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4.*

*Les conditions d'essai à appliquer aux échantillons d'essai sont les suivantes:*

$f$  = fréquence de l'onde de courant = 10 kHz  $\pm$  10 %

$I_c$  = courant de crête = 15 A/ $\mu$ F  $\pm$  10 %

$I$  = courant efficace = 3 A/ $\mu$ F  $\pm$  10 %

$I$  devant être limité à 48 A au maximum.

Durée de l'essai = 15 min

La fréquence de répétition des tensions –  $F$  – peut être calculée à partir de l'équation suivante:

$$\frac{I_c}{I\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{f}{F}}$$

*Les conditions de conformité doivent être en accord avec 18.1.4.c).*

Les tensions et les formes d'onde de courant qui s'appliquent sont données à la Figure 4.

Un circuit type pour produire les conditions d'essai requises est donné à la Figure 5.

D'autres dispositions de circuits peuvent être employées à condition qu'elles donnent les formes d'onde requises.

Un guide pour le calcul des valeurs de l'équipement d'essai est donné à l'Annexe D

### 18.1.4 Conditions de conformité

Chaque condensateur doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) *en cas de fuite de matériau liquide, ce dernier peut humecter la surface extérieure du condensateur mais ne doit pas tomber en gouttes;*
- b) *les parties actives internes ne doivent pas être accessibles par le doigt d'épreuve normalisé (voir Figure 1 de l'IEC 60529);*
- c) *le papier de soie ne doit pas montrer de traces évidentes de combustion ou de roussissement, ce qui indiquerait que des flammes ou des particules enflammées ont été émises au travers des ouvertures;*
- d) *le condensateur doit résister à l'essai de 14.2, la tension d'essai étant réduite de 500 V.*

## **18.2 Essai B**

Cette option d'essai est prévue pour les condensateurs autorégénérateurs pour montage en série destinés à l'éclairage et également pour les condensateurs autorégénérateurs pour montage en parallèle, incluant un dispositif interrupteur à pression, c'est-à-dire les condensateurs de type B. Elle est destinée à démontrer que le système interrupteur fonctionne d'une manière sûre.

L'essai de comportement d'un condensateur à la destruction a pour objet de démontrer qu'un type de condensateur deviendra défaillant sans conséquences nuisibles, telles que mise à feu ou dommage mécanique aux éléments voisins.

Les condensateurs de type B doivent être conçus de telle façon que leur destruction soit suivie par un court-circuit ou l'interruption du circuit.

L'essai est effectué sur des condensateurs qui ont subi avec succès les essais initiaux détaillés aux points a) à c) de l'Article 12. De plus, la capacité doit être mesurée avant l'essai (voir Article 6 de l'IEC 61049).

### **18.2.1 Spécimens pour essais**

*L'essai suivant doit être effectué sur 20 condensateurs qui sont en état de fonctionner à l'issue de l'essai d'endurance décrit dans l'IEC 61049 satisfaisant et sur 20 des échantillons «neufs» qui n'ont pas subi le préconditionnement.*

### **18.2.2 Dispositif d'essai**

*Les condensateurs doivent toujours être étroitement enveloppés dans du papier de soie et doivent être placés dans un four.*

*En série avec chaque condensateur il y a un fusible temporisé conforme aux caractéristiques spécifiées dans l'IEC 60269. Le calibre du fusible doit être 20 A ou 10 fois le courant assigné du condensateur auquel il est connecté, en choisissant la plus grande des deux valeurs.*

*Les condensateurs sont connectés à une alimentation alternative de forte puissance capable de délivrer un courant de défaut de 300 A ou 10 fois le courant nominal du fusible du plus fort calibre employé dans le circuit d'essai.*

*Les boîtiers des condensateurs à boîtiers métalliques doivent être reliés à un des pôles de la source de tension.*

*Le circuit d'essai est représenté à la Figure 1.*

### **18.2.3 Procédure d'essai**

#### **18.2.3.1 Préparation pour le conditionnement**

Les condensateurs doivent être étroitement enveloppés dans du papier de soie tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4, et installés dans une enceinte d'essai.

Pour préparer les échantillons d'essai, ces derniers doivent être alimentés à leur tension nominale  $U_n$  pendant 2 h à la température de  $(t_c + 10)$  °C. Il ne doit se produire dans le condensateur ni circuit ouvert ni court-circuit. Ensuite 20 condensateurs qui ont subi l'essai d'endurance suivant l'Article 8 de l'IEC 61049 doivent être alimentés à une tension continue donnée par une source à grande résistance interne ( $I_{\max} < 50$  mA) dans le four d'essai à une température  $(t_c + 10)$  °C avec une augmentation de la tension jusqu'à ce qu'un claquage se produise. Les 20 «nouveaux» condensateurs doivent être soumis à l'essai à la température ambiante comme les condensateurs préconditionnés.

NOTE Le conditionnement de courte durée à la tension nominale ( $2 \text{ h}/U_n / t_c + 10$ ) est un indicateur du fonctionnement des condensateurs.

### 18.2.3.2 Destruction des condensateurs

Immédiatement après la préparation, les condensateurs doivent être alimentés à une tension alternative de  $1,25 U_n$  pendant que la température du conditionnement en courant continu est maintenue.

Chaque échantillon d'essai, après une durée d'alimentation de 20 h, peut, en accord avec les précisions données par le fabricant, être connecté à une tension de  $10 U_n$  jusqu'à ce qu'un claquage se produise.

Dans ce cas, le courant doit être limité à moins de 50 mA. L'alimentation doit cesser quand la tension continue chute.

Ensuite, la tension alternative de  $1,25 U_n$  doit être appliquée aux condensateurs.

Cette procédure peut être répétée à intervalles de 4 h jusqu'à ce que la destruction des 40 échantillons d'essai se produise quand la tension de  $1,25 U_n$  est appliquée. La destruction du condensateur ne doit pas se produire pendant le conditionnement en courant continu.

NOTE Les condensateurs seront soumis alternativement à des tensions continues et alternatives jusqu'à ce qu'une défaillance se produise.

### 18.2.3.3 Conditions d'identification d'un condensateur devenu défectueux

Dans le cas des condensateurs autorégénérateurs, les dispositions constructives destinées à assurer l'interruption doivent avoir fonctionné.

Ceci peut être détecté par l'ampèremètre, dans la Figure 1, indiquant un courant nul. Quand le condensateur est devenu défaillant, il doit être retiré du four, laissé pour qu'il se refroidisse à la température ambiante, et testé pour voir s'il satisfait aux exigences de 18.2.3.4 et 18.2.3.5.

### 18.2.3.4 Conditions de conformité

Chaque condensateur doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) en cas de fuite de matériau liquide, ce dernier peut humecter la surface extérieure du condensateur mais ne doit pas tomber en gouttes;
- b) le condensateur ne doit pas avoir éclaté et le boîtier du condensateur ne doit pas avoir fondu;
- c) le papier de soie ne doit pas montrer de traces évidentes de combustion ou de roussissement, car cela indiquerait que des flammes ou des particules enflammées ont été émises au travers des ouvertures.

### 18.2.3.5 Essai de sécurité dans l'état de défaut

Chaque condensateur devenu défaillant doit subir avec succès l'essai suivant.

- a) Essai sous tension élevée entre bornes à température ambiante, à une tension de  $2,00 U_n$  pendant une durée de 1 min. Aucun contournement ne doit se produire au point d'interruption.

En cas de doute le fabricant doit démontrer que les dispositions constructives destinées à assurer l'interruption du courant ont fonctionné.

- b) Les condensateurs doivent supporter l'essai sous tension élevée entre les bornes et le boîtier selon 14.2.

NOTE Après l'essai de destruction, un essai sous une tension élevée entre les bornes est effectué pour mettre en évidence l'interruption. De plus, un essai sous haute tension entre le boîtier et les bornes est effectué pour la sécurité.

### 18.2.3.6 Evaluation de l'essai

Tous les condensateurs devenus défaillants doivent satisfaire aux exigences de 18.2.3.4 b) et c).

Si un des spécimens de l'essai ne répond pas aux exigences de 18.2.3.4 a) et 18.2.3.5 a) et b) l'essai peut être refait une fois sur 40 autres échantillons. Toutefois, tous les condensateurs doivent passer avec succès le nouvel essai.

Si plus d'un condensateur ne répond pas aux exigences de 18.2.3.4 a) et 18.2.3.5 a) et b) alors l'essai doit être considéré comme infructueux.

## 18.3 Condensateurs non autorégénérateurs

L'essai est effectué sur 10 condensateurs, ayant tous passé les essais initiaux, détaillés de a) à c), de l'Article 12.

### 18.3.1 Préparation pour le conditionnement

Dix condensateurs qui sont en état de marche à l'issue du conditionnement selon le 18.3 et qui sont toujours étroitement enroulés dans du papier de soie sont installés dans un four.

Les condensateurs sont branchés individuellement et successivement à une source de courant continu variable avec une résistance en série pour limiter le courant à un maximum de 3 mA, comme indiqué à la Figure 2.

Une alimentation alternative de forte puissance et des fusibles temporisés doivent être disponibles comme cela est décrit au 18.2.2, et connectés comme indiqué à la Figure 1.

Les condensateurs sont chauffés entièrement à une température de  $(t_c + 10)$  °C et individuellement détruits par l'emploi d'une source de courant continu à tension croissant continuellement, dans laquelle le courant de perforation ne dépasse pas 3 mA.

La perforation se manifeste par une lecture du voltmètre chutant presque à 0 V.

L'essai se déroule de la manière suivante.

- a) Pour les condensateurs marqués du symbole 

Une tension alternative de  $1,3 U_n$  est appliquée pendant une période de 8 h en utilisant le circuit de la Figure 1, excepté la présence d'une inductance ou d'une résistance en série avec le condensateur court-circuité. L'impédance de l'inductance ou de la résistance est

telle qu'avec  $1,3 U_n$  appliqué au circuit, le courant circulant dans le circuit est limité à  $1,5$  fois la valeur assignée ( $1,5 U_n \varpi C$ ) du condensateur.

b) Pour tous les autres condensateurs

Aussi tôt que possible après la perforation, et avec le condensateur à la même température, une tension alternative de  $1,3 U_n$  est appliquée au condensateur pendant une période de 5 min en employant le circuit de la Figure 1.

### 18.3.2 Conditions pour identifier si un condensateur est devenu défectueux

Après refroidissement, tous les défectueux doivent satisfaire aux exigences du 18.2.2 et à celles de a) à d) du 18.1.4. Les condensateurs en état de marche doivent être à nouveau soumis à l'essai selon la procédure complète du 18.3.1.

Des essais ultérieurs répétés sont effectués jusqu'à ce que tous les condensateurs soient défectueux.

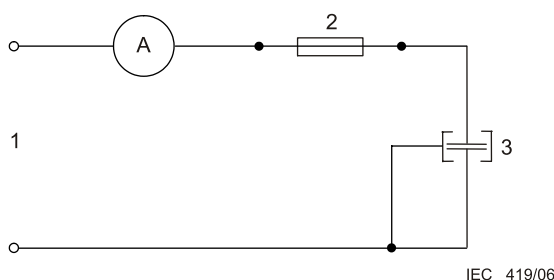


Figure 1 – Circuit de conditionnement sous tension alternative

#### Légende

- 1 Alimentation en courant alternatif
- 2 Fusible
- 3 Boîtier du condensateur

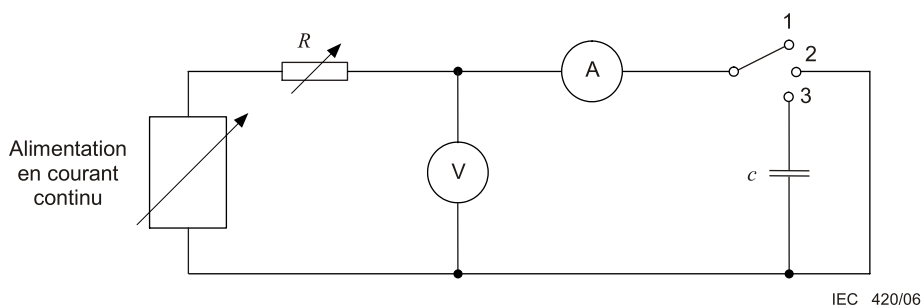
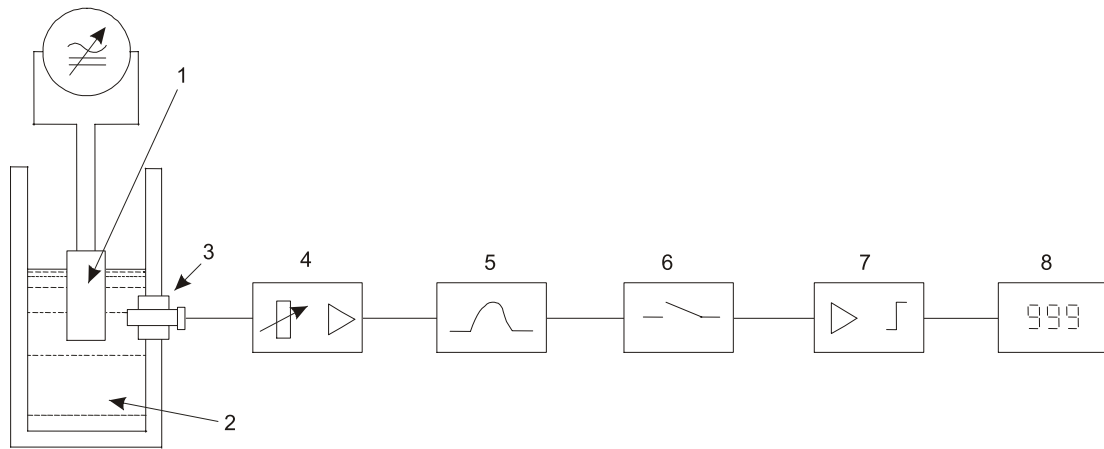


Figure 2 – Circuit de conditionnement sous tension continue

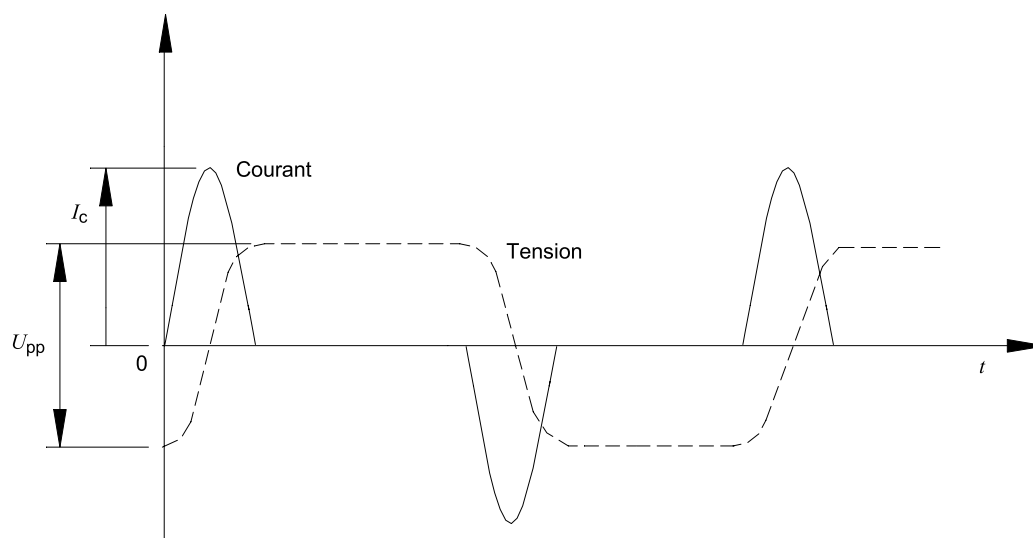


IEC 421/06

**Figure 3 – Appareillage pour l'essai d'auto-régénération après claquage**

**Légende**

- 1 Spécimen en essai
- 2 Bain-marie
- 3 Microphone à ultrason, sensibilité 80 pc/bar Fréquence propre du système 65 kHz
- 4 Diviseur et préamplificateur sensibilité entrée au maximum  $\geq 1$  mV (eff.) résistance d'entrée  $\approx 60$  k $\Omega$
- 5 Filtre de sortie, gamme de fréquence 40 kHz- 80 kHz (-3 dB)
- 6 Contacteur à temps mort réglable de 5 ms à 50 ms
- 7 Amplificateur et sélection d'impulsion
- 8 Compteur électronique



IEC 422/06

La tension et la fréquence (de la tension) doivent être réglables

#### Légende

Symboles

$U_{pp}$  = la tension crête à crête (V)

$I_c$  = le courant de crête (A)

$I$  = le courant efficace par  $\mu\text{F}$  (A/ $\mu\text{F}$ )

$I_T$  = I courant efficace total (A)

$C$  = la capacitance ( $\mu\text{F}$ )

$\frac{dV}{dt}$  = la pente de l'onde de tension, équivalant numériquement au courant de crête (A/ $\mu\text{F}$ )

Par unité de capacitance:

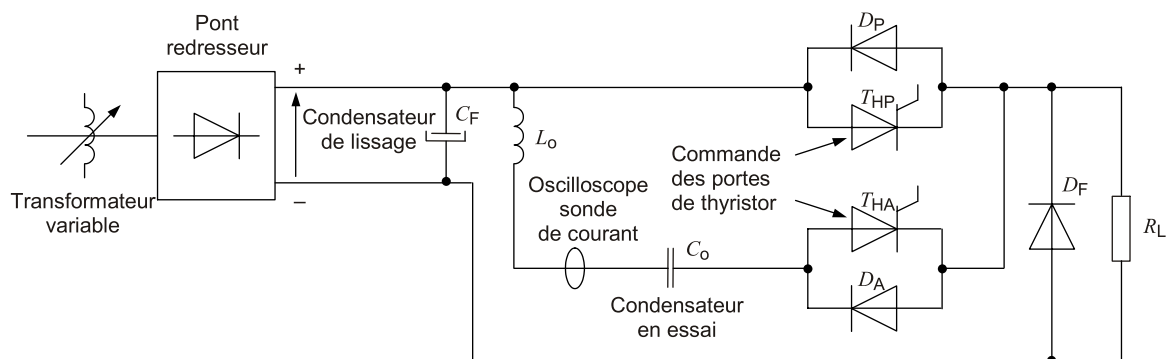
$I_C = C \cdot \frac{dV}{dt}$  = le courant de crête (A)

$L$  = l'inductance de la bobine en série avec le condensateur ( $\mu\text{H}$ )

$f$  = la fréquence de l'onde de courant (Hz)  
(fréquence de commutation)

$F$  = la fréquence de l'onde de tension (Hz)  
(fréquence fondamentale)

**Figure 4 – Forme d'onde de tension et de courant pour les essais de 15.2 et 18.1.3**



IEC 423/06

### Légende

Composants du circuit:

- Transformateur variable triphasé prévu pour une tension de sortie comprise entre 0 V et 450 V
- Pont redresseur de Graetz à diodes
- Condensateur de lissage  $C_F = 640 \mu F$
- 2 thyristors rapides (1 500 V, 200 A,  $t_q = 20 \mu s$ )
- 2 diodes rapides  $D_P$  et  $D_A$  (1 500 V, 200 A)
- 1 diode rapide  $D_F$  (1 500 V, 50 A)
- 1 inductance ajustable à air  $L_o$  (courant de crête 700 A)
- 1 résistance de charge légèrement inductive (FP = 0,8) supportant 5 A sous une tension de 0,5 Vs.

Le transformateur variable permet le réglage de la tension appliquée au(x) condensateur(s) en essai; le courant est réglé grâce à la fréquence de découpage  $F$ .

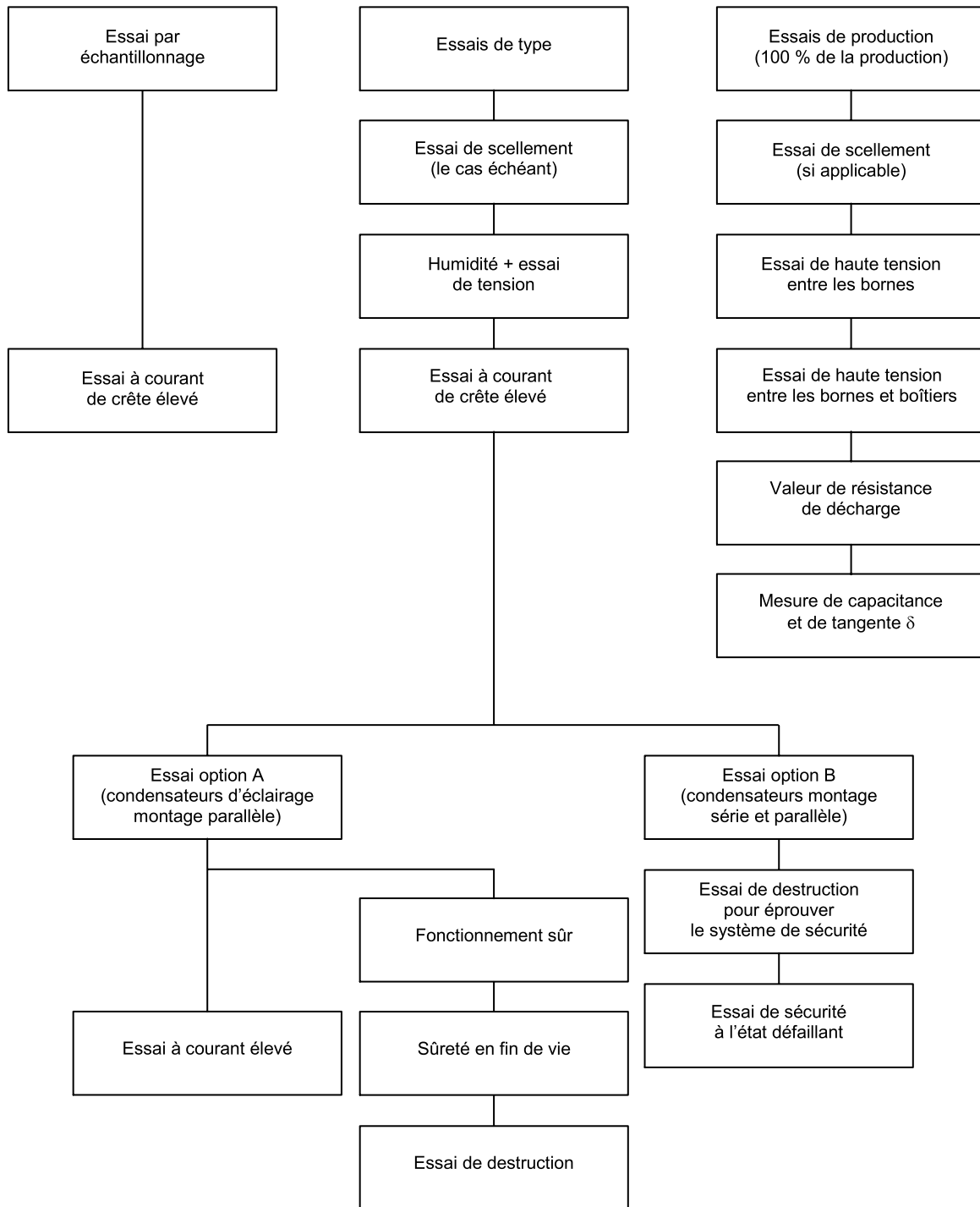
$T$ : période de découpage

$F$ : fréquence de découpage

$F_o$ : fréquence d'oscillation libre  $L_o, C_o$  avec:

$$F_o = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_o \cdot C_o}}$$

**Figure 5 – Circuit d'essai type pour les essais de 15.2 et 18.1.3**



**Figure 6 – Résumé des procédures d’essai**

## **Annexe A** (normative)

### **Tension d'essai**

Les essais de tension doivent être effectués soit avec une alimentation à courant alternatif, soit avec une alimentation à courant continu, comme spécifié dans les articles concernés. L'alimentation doit être capable de maintenir sur n'importe quelle période d'essai spécifiée la tension d'essai requise avec une tolérance de  $\pm 2,5$  %.

Les essais sous tension alternative doivent être effectués en employant une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz selon ce qui s'applique; la forme d'onde de tension doit être suffisamment dépourvue d'harmoniques pour être certain que, lorsqu'elle est appliquée à un condensateur, le courant résultant ne dépasse pas de plus de 10 % la valeur correspondant à une forme d'onde de tension sinusoïdale.

Si cela est désiré, les résistances de décharge peuvent être déconnectées pendant les essais de tension entre bornes.

## **Annexe B** (normative)

### **Réglage de la température de l'enceinte d'essai**

Les condensateurs sont installés dans une enceinte dans laquelle la température de l'air est constante avec une tolérance de  $\pm 2$  °C.

L'air dans l'enceinte est brassé en permanence mais sans trop d'énergie pour ne pas provoquer de refroidissement indu des condensateurs. Les condensateurs en essai ne doivent pas être soumis au rayonnement direct d'un éventuel élément chauffant dans l'enceinte. L'élément sensible du thermostat réglant la température de l'air de l'enceinte doit être bien dans le courant de la circulation de l'air réchauffé.

NOTE Le réchauffement de l'air peut avoir lieu dans une enceinte séparée, à partir de laquelle l'air peut être admis dans l'enceinte des condensateurs au travers d'une vanne permettant une bonne répartition de l'air réchauffé au-dessus des condensateurs.

Les condensateurs sont installés dans la position la plus favorable à la fuite de l'imprégnant ou du matériau de remplissage. La distance entre les condensateurs cylindriques ne doit pas être inférieure à leur diamètre, et la distance entre condensateurs rectangulaires ne doit pas être inférieure à deux fois le plus court côté de leur base.

La sonde de température d'un appareil d'enregistrement de températures est fixée à mi-hauteur du côté du boîtier des condensateurs qui ont la plus faible valeur de la tangente de l'angle de pertes.

Le thermostat est réglé à 15 °C au-dessous de la température d'essai et les condensateurs sont ensuite mis sous tension (voir Annexe A). Pendant les premières 14 h, la différence entre la température d'essai et l'indication de l'appareil d'enregistrement des températures est relevée, et des réglages sont effectués pour s'assurer que la température de chaque boîtier de condensateur est à la température d'essai ( $\begin{smallmatrix} +0 \\ -5 \end{smallmatrix}$  °C).

L'essai est ensuite poursuivi jusqu'à la fin du temps approprié sans ajustement ultérieur du thermostat, le temps étant mesuré à partir de la première mise sous tension des condensateurs.

## **Annexe C** (normative)

### **Essai de conformité de production**

#### **C.1 Contrôle par échantillonnage**

Le fabricant doit effectuer journalièrement des essais périodiques sur les condensateurs en conformité avec l'essai décrit en 15.2, mais en excluant l'essai du 15.1.

#### **C.2 Conformité des essais de production**

Toute la production de condensateurs est soumise aux essais selon les exigences suivantes.

- a) Essai sous tension élevée entre les bornes en conformité avec 14.1, mais pendant une durée minimale de 2 s.
- b) Essai sous tension élevée entre les bornes et le boîtier de 2 000 V efficace ou de  $(2 U_n + 1\,000)$  V, la plus grande des deux valeurs étant retenue, pendant une durée minimale de 2 s.

NOTE Cet essai n'est pas nécessaire si le boîtier du condensateur est entièrement construit avec un matériau isolant.

- c) Essai sur la capacité et la tangente de l'angle de perte à une fréquence minimale de 1 kHz.

La limite de la valeur de la tangente de l'angle de perte utilisée par le fabricant est fournie sur demande.

NOTE Une fréquence minimale de 1 kHz est choisie pour fournir une meilleure indication des défauts potentiels qui peuvent conduire à des défaillances en cours d'utilisation.

Il est recommandé que le fabricant effectue aussi un essai sur la tangente de l'angle de perte sur les éléments du condensateur avant l'assemblage. Ceci dans le but d'éviter les effets de la variation de résistance et des incertitudes de mesure causées par le câblage du condensateur et sa construction.

De plus, il est recommandé de vérifier par prélèvement la valeur de la résistance de décharge pour s'assurer que les exigences de l'Article 11 soient satisfaites.

## Annexe D (informative)

### Guide de calcul des réglages de l'équipement pour les essais des paragraphes 15.2 et 18.1.3

#### D.1 Essais selon le paragraphe 15.2: essai en courant (décharge)

##### D.1.1 Données d'entrée

$$\frac{dV}{dt} \text{ (V/}\mu\text{s)}; \quad U_{pp} = 600 \text{ V}; \quad I = 1,5(A_{rms}/\mu\text{F}); \quad C \text{ (}\mu\text{F)}$$

##### D.1.2 Calcul pour une valeur de capacité donnée ( $C$ )

$$I_T = I \times C \quad I_C = C \times \frac{dV}{dt}$$
$$L = \left( \frac{U_{pp}}{2 \times I_C} \right)^2 \times C \quad F = \frac{2 \times I_T^2}{\pi \times U_{pp} \times C \times E - 6 \times I_C}$$

##### D.1.3 Exemple

$$C = 15 \mu\text{F}$$

$$\frac{dV}{dt} = 25 \text{ V/}\mu\text{s} \quad U_{pp} = 600 \text{ V}$$

$$I = 1,5(A_{rms}/\mu\text{F}) \quad \text{max. } 16 \text{ A}$$

$$I_T = 1,5 \times 15 = 22,5 \text{ A}$$

22,5 > 16 alors  $I_T = 16 \text{ A}$

$$I_C = C \times \frac{dV}{dt} = 15 \times 25 = 375 \text{ A}$$

$$L = \left( \frac{600}{2 \times 375} \right)^2 \times 15 = 9,6 \mu\text{H}$$

$$F = \frac{2 \times 16^2}{\pi \times 600 \times 15 \cdot E - 6 \times 375} = 48 \text{ Hz}$$

#### D.2 Essais selon le paragraphe 18.1.3: essai sous courant efficace élevé

##### D.2.1 Données d'entrée

$$\frac{dV}{dt} \text{ (A/}\mu\text{F)}; \quad f \text{ (Hz)}; \quad I = 3(A_{rms}/\mu\text{F}); \quad C \text{ (}\mu\text{F)}$$

### D.2.2 Calculs

$$I_T = C \times I$$

$$I_C = C \times \frac{dV}{dt}$$

$$U_{pp} = \frac{I_C}{\pi \times f \times C \times E - 6}$$

$$F = 2 \times f \times \left( \frac{I_T}{I_C} \right)^2$$

$$L = \left( \frac{U_{pp}}{2 \times I_C} \right)^2 \times C \times E - 6$$

### D.2.3 Exemple:

$$C = 15 \mu\text{F}$$

$$f = 10 \text{ kHz}$$

$$\frac{dV}{dt} = 15 \text{ V}/\mu\text{s}$$

$$I = 3(A_{\text{rms}}/\mu\text{F})$$

$$I_T = 3 \times 15 = 45 \text{ A}$$

$$I_C = 15 \times 15 = 225 \text{ A}$$

$$U_{pp} = \frac{225}{\pi \times 10\,000 \times 15 \times E - 6} = 477,5 \text{ V}$$

$$F = 2 \times 10\,000 \times \left( \frac{45}{225} \right)^2 = 800 \text{ Hz}$$

$$L = \left( \frac{477,5}{2 \times 225} \right)^2 \times 15 \times E - 6 = 17 \mu\text{H}$$

## **Annexe E** (normative)

### **Exigences supplémentaires relatives aux condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée**

#### **E.1 Application de l'Annexe E**

La présente annexe s'applique aux condensateurs intégrés destinés à être utilisés dans les luminaires de Classe II qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée.

#### **E.2 Termes et définitions**

Pour les besoins de la présente annexe, les termes et définitions suivants s'appliquent.

##### **E.2.1**

##### **condensateur intégré qui possède une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée**

condensateur conçu pour être intégré dans un luminaire, une enveloppe ou un appareil analogue qui n'est pas prévu pour être monté à l'extérieur d'un luminaire dans lequel des parties métalliques accessibles sont isolées des parties actives par une double isolation ou une isolation renforcée

Note 1 à l'article: Pour les définitions de double isolation et d'isolation renforcée, voir l'IEC 60598-1, 1.2.16, 1.2.17, 1.2.18 et 1.2.19.

Note 2 à l'article: Les exigences particulières de l'IEC 60598-1, Section 10 et Section 11 s'appliquent.

#### **E.3 Exigences générales**

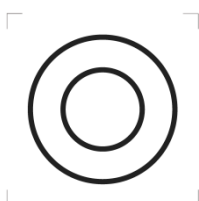
L'Article 4 de la présente norme s'applique.

#### **E.4 Généralités sur les essais**

L'Article 5 de la présente norme s'applique.

#### **E.5 Marquage**

En plus du marquage mentionné dans l'Article 6 de la présente norme, les condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée doivent être identifiés par le symbole IEC 60417-6295 (2014-09):



La signification de ce marquage doit être expliquée dans la documentation ou le catalogue du fabricant.

## **E.6 Moyens de raccordement**

L'Article 7 de la présente norme s'applique.

## **E.7 Lignes de fuite et distances dans l'air**

L'Article 8 de la présente norme s'applique avec l'addition suivante:

Pour les condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée, les exigences de l'IEC 60598-1, Section 11 et Annexe M s'appliquent.

## **E.8 Tension assignée**

L'Article 9 de la présente norme s'applique.

## **E.9 Fusibles**

L'Article 10 de la présente norme s'applique.

## **E.10 Résistances de décharge**

L'Article 11 de la présente norme s'applique.

## **E.11 Ordre des essais**

L'Article 12 de la présente norme s'applique.

## **E.12 Essai de scellement et d'échauffement**

L'Article 13 de la présente norme s'applique.

## **E.13 Essai sous tension élevée**

### **E.13.1 Généralités**

L'Article 14 de la présente norme s'applique avec l'addition suivante:

Pour les condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée, le 14.2 doit être modifié comme indiqué en E.13.2.

### **E.13.2 Essai sous tension élevée entre bornes et boîtier pour les condensateurs de Classe II**

L'essai de rigidité diélectrique donné dans l'IEC 60598-1:2008, Tableau 10.2 doit être utilisé pour l'essai sous tension élevée entre bornes et boîtier.

## **E.14 Résistance aux conditions de fonctionnement défavorables**

L'Article 15 de la présente norme s'applique.

## **E.15 Résistance à la chaleur, au feu et au cheminement**

L'Article 16 de la présente norme s'applique.

## **E.16 Essai d'autorégénération**

L'Article 17 de la présente norme s'applique.

## **E.17 Essai de destruction**

L'Article 18 de la présente norme s'applique avec les modifications suivantes:

Pour les condensateurs intégrés qui possèdent une double isolation ou une isolation renforcée:

- La dernière phrase du 18.1.2 doit être remplacée par ce qui suit:  
*La conformité est vérifiée selon les exigences du 18.1.4. Une défaillance est autorisée pour a) et b). Aucune défaillance n'est autorisée pour c) et d).*
- Le point d) du 18.1.4 doit être remplacé par ce qui suit:  
*d) le condensateur doit résister à l'essai du 14.2 (non modifié comme en E.13.2), la tension d'essai étant réduite de 500 V.*
- Le point b) du 18.2.3.5 doit être remplacé par ce qui suit:  
*b) Les condensateurs doivent résister à l'essai sous tension élevée entre bornes et boîtier conformément au 14.2 (non modifié comme en E.13.2).*
- Le 18.2.3.6 doit être remplacé par ce qui suit:  
*Tous les condensateurs devenus défectueux doivent satisfaire aux exigences du 18.2.3.4 b) et c) et du 18.2.3.5 b).*  
*Si l'un des spécimens d'essai ne satisfait pas aux critères du 18.2.3.4 a) et du 18.2.3.5 a), il est admis de répéter l'essai une fois sur 40 échantillons supplémentaires. Toutefois, tous les condensateurs doivent satisfaire à ce nouvel essai.*  
*Si plus d'un condensateur ne satisfait pas aux critères du 18.2.3.4 a) et du 18.2.3.5 a), l'essai doit être considéré comme un échec.*

## **Annexe F** **(informative)**

### **Renseignements pour la conception du luminaire**

Pour les condensateurs de type B, un espace adéquat doit être libre de tout autre composant sur le haut du condensateur, de manière à permettre le fonctionnement correct du dispositif contre les surpressions.

Les connexions et le câble connecté ne doivent pas fournir une résistance appréciable au mouvement dans les conditions mentionnées ci-dessus.

Une fois que le dispositif contre les surpressions a fonctionné, les lignes de fuite et les distances dans l'air ne doivent pas passer en dessous des limites exigées.

Le fabricant du condensateur peut être consulté pour définir l'augmentation des dimensions du condensateur après le fonctionnement du dispositif contre les surpressions.

## Bibliographie

IEC 60068-2-78: *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide – Essai continu*

IEC 60081: *Lampes à fluorescence à deux culots – Prescriptions de performances*

IEC 60188: *Lampes à vapeur de mercure à haute pression – Prescriptions de performances*

IEC 60192: *Lampes à vapeur de sodium à basse pression – Prescriptions de performances*

IEC 60384-14: *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation (disponible en anglais seulement)*

IEC 60410: *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

IEC 60662: *Lampes à vapeur de sodium à haute pression.*

IEC 60901: *Lampes à fluorescence à culot unique - Prescriptions de performances*

IEC 61167: *Lampes aux halogénures métalliques*

IEC 61347-2-8: *Appareillages de lampes – Partie 2-8: Prescriptions particulières pour les ballasts pour lampes fluorescentes*

IEC 61347-2-9: *Appareillages de lampes – Partie 2-9: Prescriptions particulières pour les ballasts pour lampes à décharge (à l'exclusion des lampes fluorescentes)*

JIS C 4908:1995, *Capacitors for electrical apparatus*

---



# FINAL VERSION

# VERSION FINALE

---

**Auxiliaries for lamps – Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – General and safety requirements**

**Appareils auxiliaires pour lampes – Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge – Prescriptions générales et de sécurité**

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions.....	8
4 General requirements.....	9
5 General notes on tests.....	9
6 Marking.....	10
6.1 Required marking.....	10
6.2 Additional information.....	10
6.3 Durability and legibility of marking.....	10
7 Terminations.....	10
8 Creepage distances and clearances.....	11
9 Voltage rating.....	12
10 Fuses.....	12
11 Discharge resistors.....	13
12 Testing sequence.....	13
13 Sealing and heating test.....	13
13.1 Sealing and heating test for type A capacitors.....	13
13.2 Sealing and heating test for type B capacitors.....	14
14 High-voltage test.....	14
14.1 High-voltage test between terminals.....	14
14.2 High-voltage test between terminals and case.....	14
15 Resistance to adverse operating conditions.....	15
15.1 Humidity test with voltage applied.....	15
15.2 Current (discharge) test.....	16
16 Resistance to heat, fire and tracking.....	16
17 Self-healing test.....	17
18 Destruction test.....	18
18.1 Test A.....	18
18.2 Test B.....	21
18.3 Non-self-healing capacitors.....	23
Annex A (normative) Test voltage.....	29
Annex B (normative) Temperature adjustment of test enclosure.....	30
Annex C (normative) Test for conformity of manufacture.....	31
Annex D (informative) Guide to calculating equipment settings for tests in subclauses 15.2 and 18.1.3.....	32
Annex E (normative) Additional requirements for built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation.....	34
Annex F (informative) Information for luminaire design.....	37
Bibliography.....	38

Figure 1 – AC conditioning circuit ..... 24  
Figure 2 – DC conditioning circuit ..... 24  
Figure 3 – Self-healing breakdown test equipment ..... 25  
Figure 4 – Voltage and current waveform for the tests in 15.2 and 18.1.3 ..... 26  
Figure 5 – Typical test circuit for the tests in 15.2 and 18.1.3 ..... 27  
Figure 6 – Summary of test procedure ..... 28

Table 1 – Minimum creepage distances and clearances ..... 12  
Table 2 – Voltage and test duration for endurance test, first test sequence ..... 18  
Table 3 – Voltage and test duration for endurance test, second test sequence ..... 19

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**AUXILIARIES FOR LAMPS –  
CAPACITORS FOR USE IN TUBULAR FLUORESCENT AND  
OTHER DISCHARGE LAMP CIRCUITS –  
GENERAL AND SAFETY REQUIREMENTS**

## 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.

**DISCLAIMER**

**This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.**

**This Consolidated version of IEC 61048 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2006-03) [documents 34C/720/FDIS and 34C/736/RVD] and its amendment 1 (2015-07) [documents 34C/1155/FDIS and 34C/1160/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.**

**This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.**

This International Standard has been prepared by subcommittee 34C: Auxiliaries for lamps, of IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

In this standard, the following print types are used:

- requirements proper: in roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- notes: in smaller roman type.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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.

## INTRODUCTION

This International Standard covers general and safety requirements for certain capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits.

Performance requirements for these capacitors are the subject of IEC 61049.

**NOTE** Safety requirements ensure that electrical equipment constructed in accordance with these requirements, does not endanger the safety of persons, domestic animals or property when properly installed and maintained and used in applications for which it was intended.

## **AUXILIARIES FOR LAMPS – CAPACITORS FOR USE IN TUBULAR FLUORESCENT AND OTHER DISCHARGE LAMP CIRCUITS – GENERAL AND SAFETY REQUIREMENTS**

### **1 Scope**

This International Standard states the requirements for both self-healing and non-self-healing continuously rated a.c. capacitors of up to and including 2,5 kVAr, and not less than 0,1  $\mu$ F, having a rated voltage not exceeding 1 000 V, which are intended for use in discharge lamp circuits operating at 50 Hz or 60 Hz and at altitudes up to 3 000 m.

NOTE These lamps and associated ballasts are covered by IEC 60081, IEC 60901, IEC 60188, IEC 60192, IEC 60662, and IEC 61167 and by IEC 61347-2-8 and IEC 61347-2-9, respectively.

It covers capacitors intended for connection in shunt or in series with the lamp circuit or an effective combination of these.

It covers only impregnated or unimpregnated capacitors, having a dielectric of paper, plastic film or a combination of both, either metallized or with metal foil electrodes.

This standard does not cover radio-interference suppressor capacitors the requirements for which are found in IEC 60384-14.

Tests given in this standard are type tests. Requirements for testing individual capacitors during production are not included.

Particular requirements for built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation are given in Annex E.

### **2 Normative references**

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

IEC 60269 (all parts), *Low-voltage fuses*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60598-1, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*

IEC 60695-2-11, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-11-5, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle flame method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 61049:1991, *Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – Performance requirements*

ISO 4046-4:2002, *Paper, board, pulps and related terms – Vocabulary – Paper and board grades and converted products*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

#### 3.1 rated voltage

$U_n$

r.m.s. value of the sinusoidal voltage, marked on the capacitor

#### 3.2 rated maximum temperature

$t_c$

temperature, in degrees Celsius, which must not be exceeded by the hottest part of the capacitor surface during operation

NOTE The internal losses in a capacitor, though small, result in the surface temperature being above ambient air temperature and due allowance for this should be made.

#### 3.3 rated minimum temperature

temperature, in degrees Celsius, of any part of the surface of the capacitor below which the capacitor must not be energized

#### 3.4 discharge resistor

resistor connected across the terminals of a capacitor to reduce shock hazard from the charge stored in the capacitor

#### 3.5 tangent of loss angle

$\tan \delta$

power loss of the capacitor divided by the reactive power of the capacitor at a sinusoidal voltage of rated frequency

#### 3.6 self-healing

process by which the electrical properties of the capacitor, after a local breakdown of the dielectric, are rapidly and essentially restored to the values before the breakdown

#### 3.7 type test

test or series of tests, made on a type test sample for the purpose of checking compliance of the design of a given product with the requirements of the relevant specification

#### 3.8 type test sample

sample consisting of one or more similar units submitted by the manufacturer or the responsible vendor for the purpose of a type test

#### 3.9 capacitor of type A

self-healing parallel capacitor not necessarily including an interrupting device

#### 3.10 capacitor of type B

self-healing capacitor used in series lighting circuits or a self-healing parallel capacitor, containing an interrupter device

## 4 General requirements

Capacitors shall be so designed that in normal use they function safely and cause no danger to persons or surroundings.

All exposed metal parts shall be constructed of non-ferrous material or shall be protected against rusting. Visible rust shall not occur. The test of Clause 15 will show whether the capacitor is sufficiently protected against rust.

*Tests for checking the mechanical robustness are under consideration.*

*Compliance with the requirements of Clauses 4 to 11 is checked by measurement, inspection and by carrying out all the tests specified in this standard.*

NOTE In Japan an additional capacitor type is permitted, details of which are to be found in JIS C 4908. Inclusion of the requirements for these capacitors in this standard is under consideration.

## 5 General notes on tests

*Tests according to this standard are type tests, (Annex C excluded).*

NOTE The requirements and tolerances permitted by this standard are related to testing of a type test sample submitted for that purpose. Compliance of the type test sample does not ensure compliance of the whole production of a manufacturer with this safety standard. Conformity of production is the responsibility of the manufacturer and includes routine tests and quality assurance in addition to type testing.

*Capacitors shall be subjected to the tests detailed in Clause 12.*

*Unless otherwise specified, tests shall be carried out at a temperature of  $(20 \pm 5)$  °C, using where appropriate a voltage source as detailed in Annex A.*

*Test temperatures specified in particular clauses shall be subject to a tolerance of  $\pm 2$  °C, unless otherwise stated.*

*Unless otherwise specified, the type shall be deemed to comply with any one clause or subclause if not more than one failure occurs in the test of that clause or subclause. If three or more failures occur, the type shall be rejected. If two failures occur in any one test, that test, and any preceding tests which may have influenced the test results, shall be repeated on the same quantity of capacitors and if any further failures occur, the type shall be rejected.*

NOTE A repeat test may be permitted only once in a series of tests according to the requirements of this standard. A repeat test is not permitted in the destruction test, Clause 18, in the case of a catastrophic failure.

*For a range of capacitors of the same construction, rated voltage and cross-sectional shape, each group referred to in Clause 12 shall contain as nearly as possible equal numbers of capacitors of the highest capacitance and the lowest capacitance in that range.*

*Moreover, the manufacturer shall provide data on the ratio of capacitance per area outer total surface of the container of each capacitance value in the range. The capacitor with the maximum capacitance per unit surface area shall also be tested if this ratio exceeds that of the maximum capacitance value in the range by 10 % or greater. Similarly, the capacitor with the minimum capacitance per unit area shall also be tested if the ratio is less than that of the minimum capacitance value in the range by 10 % or greater.*

*"Area" denotes total outer surface area of capacitor enclosure ignoring small protrusions, terminals and fixing studs.*

*With this procedure the tests qualify all intermediate values of capacitance in the range.*

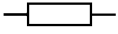
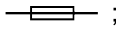


NOTE 1 The "same construction" is that which is declared by the manufacturer to be the same dielectric material, the same dielectric thickness, the same type of case (metal or plastic), the same generic family of filler or impregnating liquid, the same type of safety device and the same type of metallization (e.g. zinc or aluminium).

NOTE 2 "Cross-sectional shape" means: round, rectangular, oval, etc.

## 6 Marking

### 6.1 Required marking

Capacitors shall be legibly marked as follows:

- a) name or trade mark of the manufacturer or responsible vendor;
- b) manufacturer's catalogue number and/or model reference;
- c) rated capacitance and tolerance;
- d) rated voltage;
- e) when a discharge resistor is fitted, the symbol  ;
- f) when a current fuse is fitted, the symbol  ;
- g) rated frequency or frequency range;
- h) rated minimum and maximum temperatures, for example  $-10\text{ °C}/70\text{ °C}$ ;
- i) if the capacitor is self-healing, the symbol  ;
- j) if a non-self-healing capacitor is exclusively intended for series operation the symbol  ;

This symbol shall not appear on capacitors bearing the self-healing symbol.

NOTE This type of capacitor is not intended to be connected across the mains supply.

- k) type A or B as applicable.

### 6.2 Additional information

- a) Declaration of value of discharge resistor, if fitted.
- b) Declaration whether the capacitor does not contain substances which are liquid at  $(t_c + 10)\text{ °C}$ .

### 6.3 Durability and legibility of marking

Marking shall be durable and legible.

*Compliance is checked by inspection and by trying to remove the marking by rubbing lightly, for 15 s each, with one piece of cloth soaked with water and another with petroleum spirit. The marking shall be legible after the test.*

NOTE The petroleum spirit used should consist of a solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 volume percentage, a kauri-butanol value of 29, an initial boiling point of approximately  $65\text{ °C}$ , a dry-point of approximately  $69\text{ °C}$  and a density of approximately  $0,68\text{ g/cm}^3$ .

## 7 Terminations

**7.1** Terminations shall be provided by means of either cables (tails) or terminals (screw, screwless, solder tag or the like). Terminations shall be capable of accepting the size and number of conductors appropriate to the rating and application of the capacitor. Cables (tails) shall be suitable for the rating of the capacitor, but in no case shall they be smaller than  $0,5\text{ mm}^2$  and their insulation shall be appropriate to the capacitor rated voltage and temperatures.

Screw terminals shall comply with section 14 of IEC 60598-1.

Screwless terminals shall comply with section 15 of IEC 60598-1.

**7.2** The capacitor case, if of metal, shall either be fitted with an earthing terminal or be capable of being earthed (or connected to other metal parts, if any, of the luminaire) by clamping or by an appropriate fixing bracket. The part of the case to which such a clamp is fitted or the fixing bracket attached shall be free from paint or other non-conducting covering in order to ensure the maintenance of good electrical contact.

*Compliance is checked by inspection and the following test:*

*A current of at least 10 A, derived from a source with a no-load voltage not exceeding 12 V, shall be passed between the earthing terminal or earthing contact and each of the accessible metal parts in turn. The voltage drop between the case and the clamping means or fixing bracket shall be measured and the resistance calculated from the current and the voltage drop.*

*In no case shall the resistance exceed 0,5  $\Omega$ .*

The requirements of the previous paragraph do not apply to metal-cased capacitors completely covered in an insulating material, because these are tested according to 14.2.

## **8 Creepage distances and clearances**

The creepage distances over external surfaces of terminal insulation and the clearances between the exterior parts of terminal connections or between such live parts and the metal case of the capacitor, if any, shall be not less than the minimum values given in Table 1.

These minimum distances shall apply to the terminals with or without the external wiring connected.

They are not intended to apply to internal distances and clearances.

*Compliance is checked by measurement.*

**Table 1 – Minimum creepage distances and clearances**

Rated voltage	Up to and including 24 V	Above 24 V up to and including 250 V	Above 250 V up to and including 500 V	Above 500 V up to and including 1 000 V
	mm	mm	mm	mm
<i>Creepage distance</i>				
1) between live parts of different polarity	2	3 (2) <sup>a</sup>	5	6
2) between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the capacitor, including screws of devices for fixing covers or fixing the capacitor to its support	2	4 (2) <sup>a</sup> 3 <sup>b</sup>	6 3 <sup>b</sup>	7
<i>Clearances</i>				
3) between live parts of different polarity	2	3 (2) <sup>a</sup>	5	6
4) between live parts and accessible metal parts which are permanently fixed to the capacitor, including screws or devices for fixing covers or fixing the capacitors to its support	2	4 (2) <sup>a</sup> 3 <sup>b</sup>	6 3 <sup>b</sup>	7
5) between live parts and a flat supporting surface or a loose metal cover, if any, if the construction does not ensure that the values of Item 4) above are maintained under the most unfavourable conditions	2	6	10	12
<sup>a</sup> The values in brackets apply to creepage distances and clearances protected against pollution. For permanently sealed-off or compound-filled enclosures, creepage distances and clearances are not checked. <sup>b</sup> For glass or other insulation with equivalent tracking qualities.				

The contribution to the creepage distances of any groove less than 1 mm wide shall be limited to its width.

Any air-gap of less than 1 mm shall be ignored in computing the total air path.

Creepage distances are distances in air, measured along the surface of insulating material.

## 9 Voltage rating

*Capacitors shall be capable of withstanding for prolonged periods a voltage not exceeding 110 % of their rated voltage within the temperature ratings.*

*Compliance is checked by the test given in Clause 14.*

NOTE This requirement is intended to cover variations in voltage due to supply fluctuations.

## 10 Fuses

Where an internal current fuse is fitted, it shall be adequately protected, enclosed and insulated so as to prevent flashover to, or contact with, a metal container in normal service in the event of the operation of the fuse.

*Compliance is checked by inspection and by the tests given in 14.2 and 16.*

NOTE In establishing the design of any internal fuse, the possibility of short circuits occurring external to the capacitor should be taken into account.

## 11 Discharge resistors

Capacitors may have a discharge resistor permanently connected across their terminals. If fitted, this discharge resistor shall have a value such that it will discharge the capacitor from the peak of the a.c. voltage applied to it, to a voltage not exceeding 50 V, within 1 min. Allowance shall be made for a voltage which is 10 % above its rated value.

The manufacturer shall declare the resistor value and tolerance.

*Compliance is checked by measurement.*

NOTE 1 Within the overall lamp circuit, it is essential that a discharge path be provided for any capacitor. It is recommended that this should be by means of a resistor integral with the capacitor, but other arrangements are possible.

NOTE 2 In certain cases, for example luminaires connected by plugs, a discharge to 50 V within 1 min may not be acceptable, see subclause 8.2.7 of IEC 60598-1.

## 12 Testing sequence

*A total of 50 self-healing capacitors or 20 non-self-healing capacitors are taken and divided into groups as indicated below.*

NOTE For capacitors above 1 kVAr, the quantities for testing can be agreed between manufacturer and testing authority.

*The following initial tests are applied to all the capacitors in the order given:*

- a) *sealing and heating test, if required, in accordance with Clause 13;*
- b) *high-voltage test between terminals in accordance with 14.1;*
- c) *high-voltage test between terminals and container in accordance with 14.2.*

*The first group of 10 capacitors is subjected to a series of tests that are designed to check the ability of the capacitor design to withstand adverse operating conditions. Details of these tests are described in Clause 15. In addition, tests to check resistance to heat and fire are carried out in accordance with Clause 16.*

*The second group of 40 self-healing capacitors shall provide the samples for the tests of Clauses 17 and 18. Ten capacitors are submitted to the self-healing test and no subsequent testing. The remainder are used for the destruction test.*

## 13 Sealing and heating test

### 13.1 Sealing and heating test for type A capacitors

Capacitors containing substances which are liquid at  $(t_c + 10)$  °C shall be adequately sealed and have adequate resistance to heating.

*Compliance is checked by the following test.*

*The unenergized capacitors are placed in an oven in the position most conducive to the leakage of impregnant or filling material and heated throughout to 10 °C above their rated maximum temperature ( $t_c$ ). They are maintained at this temperature for 1 h.*

*Leakage of impregnant or filling material shall not occur during this test. The capacitor shall not become open-circuited during this test.*

NOTE This test does not apply to any capacitor where the manufacturer declares that the capacitor does not contain substances which are liquid at  $(t_c + 10)$  °C.

### 13.2 Sealing and heating test for type B capacitors

The sealing of the capacitors is a requirement for the safety device with overpressure. This test shall be carried out as a random test and a type-test.

Capacitors whose fillers have a dropping point above  $t_c$  and capacitors without fillers shall be tested as follows:

*After the capacitors have been degreased they shall be placed in a vessel which can be hermetically sealed and which is filled with liquid up to such a level that the liquid surface is at least 10 mm above the test-piece.*

*The liquid is, for example, degassed water at 20 °C. The liquid shall be at room temperature. After the vessel has been closed it shall be evacuated within 1 min to 160 mbar and this vacuum shall be maintained for at least 1 min. The test specimens are observed through a window in the test vessel. Leakage points in the capacitor container are indicated by rising air bubbles.*

*In this test it shall be noted that some designs have hollows outside the seal of the capacitor. Air bubbles which rise from these outer cavities at the start of the test shall not be taken into account. If necessary, the test shall be lengthened for these capacitors.*

*During the test no bubbles shall be visible.*

## 14 High-voltage test

Capacitors shall withstand high voltages.

*Compliance is checked by the tests of 14.1 and 14.2.*

### 14.1 High-voltage test between terminals

Non-self-healing capacitors shall withstand, at room temperature, an a.c. test voltage of  $2,15 U_n$  applied between terminals for a period of 60 s.

Self-healing capacitors shall withstand, at room temperature, an a.c. test voltage of  $2 U_n$  applied between terminals for a period of 60 s.

In Japan and North America, self-healing capacitors shall withstand, at room temperature, an a.c. test voltage of  $1,75 U_n$  applied between terminals for a period of 10 s.

For self-healing capacitors, self-healing breakdowns (clearings) are allowed during the test.

Initially, not more than half the test voltage is applied, following which it shall be raised gradually to the full value.

### 14.2 High-voltage test between terminals and case

Each capacitor shall withstand at 50 Hz or 60 Hz, as appropriate, the following a.c. test voltage for a period of 1 min.

<i>Capacitor rated voltage</i>	<i>Test voltage</i>
Up to and including 250 V	2 000 V r.m.s.
Greater than 250 V	2 500 V r.m.s.

Initially not more than half the test voltage is applied, following which it is raised gradually to the full value.

For capacitors having cases of insulating material, the test voltage is applied between the terminals and a metal foil in close contact with the surface of the case, with a clearance of not less than 4 mm between metal foil and terminals.

## **15 Resistance to adverse operating conditions**

The capacitor shall have adequate resistance to adverse operating conditions.

*Compliance is checked by the tests of 15.1 and 15.2.*

Capacitors are required to meet a humidity test with voltage applied, followed by a current (discharge) test. This is to demonstrate reliability of operation under damp conditions and on "dirty" mains supplies that can subject the capacitor to current surges due to non-sinusoidal wave forms.

If the capacitor design has a self-contained fuse element internally fitted, the fuse element may be short-circuited for the purpose of the tests described in 15.1 and 15.2. The manufacturer shall clearly specify which samples have been prepared in this way. Capacitor designs which have fuse wire directly connected to the capacitor winding shall not be modified for these tests.

Ten capacitors are subjected to the test described in 15.1, followed by the test described in 15.2.

### **15.1 Humidity test with voltage applied**

*Ten capacitors shall be measured for capacitance and tangent of loss angle at a frequency of 1 kHz.*

*For the purpose of this test, leads or terminals shall not exceed 30 mm in length.*

*The test cabinet shall be capable of maintaining the temperature at  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ , and the relative humidity between 90 % and 95 % in the region where the capacitors are placed. The air in the cabinet shall be circulated and the cabinet shall be so designed that mist or water droplets cannot fall on the capacitors.*

*The test samples are placed in the humidity cabinet and connected to an a.c. supply. A voltage of  $U_n$  shall be applied to all the samples after the humidity conditions have been reached.*

*The voltage and humidity is maintained for a period of 240 h.*

*At the end of the test period the capacitors shall be permitted to recover at room temperature for a period of 1 h to 2 h, after which the following conditions of compliance are checked:*

- change of capacitance shall be less than 1 %;*
- tangent of loss angle change shall be less than 50 % when measured at 1 kHz;*
- no failures are permitted.*

## 15.2 Current (discharge) test

The same 10 capacitors that have completed the test of 15.1 shall be individually subjected to a current test at room temperature. The test shall be maintained for 15 min at the following conditions using an appropriate discharge circuit.

Capacitance	Peak current
$\leq 10 \mu\text{F}$	30 A/ $\mu\text{F}$ (30 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$
$> 10 \mu\text{F}, \leq 25 \mu\text{F}$	25 A/ $\mu\text{F}$ (25 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$
$> 25 \mu\text{F}$	20 A/ $\mu\text{F}$ (20 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$

- During the test, the RMS current should be 1,5 A/ $\mu\text{F}$  or 16 A, whichever is the less, and the peak -to-peak voltage 600V  $\pm 10 \%$ .

The relevant voltage and current waveform are given in Figure 4.

A typical circuit for creating the required test conditions is given in Figure 5.

Alternative circuit arrangements may be used, provided that the required waveforms are produced.

A guide for calculating equipment settings for tests is given in Annex D.

*Conditions of compliance are checked using the final measurement after the test of 15.1 as the initial measurement for the test of 15.2.*

At room temperature the samples shall meet the following requirements:

- change of capacitance shall be less than 1 %;
- tangent of loss angle change shall be less than 50 % when measured at 1 kHz;
- no failures are permitted.

In addition, all capacitors are required to meet a high-voltage test between terminals and case as given in 14.2.

## 16 Resistance to heat, fire and tracking

**16.1** External parts of insulating material retaining terminals in position, shall be sufficiently resistant to heat.

*For materials other than ceramic, compliance is checked by subjecting the parts to the ball-pressure test in accordance with IEC 60598-1, Section 13.*

**16.2** External parts of insulating material retaining terminals in position and other parts of insulating material providing protection against electric shock, shall be resistant to flame and ignition.

*For materials other than ceramic, compliance is checked by the tests of 16.2.1 or 16.2.2 as appropriate.*

**16.2.1** *External parts of insulating material providing protection against electric shock shall be subjected to the glow-wire test in accordance with IEC 60695-2-11, subject to the following details:*

- *the test sample is one specimen;*
- *the test specimen is a complete component;*

- *the temperature of the tip of the glow-wire is 650 °C;*
- *any flame or glowing of the specimen shall extinguish within 30 s of withdrawing the glow-wire and any flaming drops shall not ignite a piece of five-layer tissue-paper, specified in 4.187 of ISO 4046-4, spread out horizontally 200 mm ± 5 mm below the test specimen.*

*The manufacturer shall declare whether the test shall be carried out on a complete capacitor or on the individual components forming the housing and supplied specially by the manufacturer for this test.*

**16.2.2** *Parts of insulating material retaining terminals in position shall be subjected to the needle flame test in accordance with IEC 60695-11-5, subject to the following details:*

- *the test sample is one specimen;*
- *the test specimen is a complete component. If it is necessary to take away parts of the capacitor to perform the test, care must be taken to ensure that the test conditions are not significantly different from those occurring in normal use;*
- *the test flame is applied to the centre of the surface to be tested;*
- *the duration of application is 10 s;*
- *any self-sustaining flame shall extinguish within 30 s of removal of the gas flame and any flaming drops shall not ignite a piece of five-layer tissue-paper, specified in 4.187 of ISO 4046-4, spread out horizontally 200 mm ± 5 mm below the test specimen.*


### **16.3 Tracking test**

Outer insulating parts of capacitors for use in luminaires, other than ordinary luminaires, which retain live parts in position or are in contact with such parts, shall be of material resistant to tracking.

NOTE Capacitors not complying with this requirement when being tested can only be approved for use in ordinary luminaires.

*Compliance is checked by carrying out the tracking test specified in IEC 60598-1, Section 13, on relevant parts.*

## **17 Self-healing test**

Capacitors marked with the symbol  (see 6.1 i) shall be self-healing).

*Compliance is checked by the following test.*

The manufacturer shall specify whether the capacitors require to be preconditioned by the endurance test of 18.1.1.

*The capacitors shall be subjected to an a.c. voltage of 1,25  $U_n$  which is increased at a rate of not more than 200 V/min until five clearings have occurred since the beginning of the test or until the voltage has reached 3,5  $U_n$ . (A higher voltage may be specified by the manufacturer.)*

*The voltage shall be decreased to 0,8 times the value at which the fifth clearing occurs or 0,8 times 2,15  $U_n$  whichever is lower and maintained for 10 s.*

*One additional clearing in each capacitor is permitted during this period.*

*A total of 25 or more clearings (self-healing breakdowns) shall be obtained from the 10 capacitors tested but if any capacitor shows more than five clearings, only five shall be used in calculating the total.*

If insufficient clearings are achieved, in consultation with the manufacturer, the maximum voltage may be increased and the same capacitors retested.

Any additional clearings shall be added to the previous total, subject to the maximum number attributed to any one capacitor being five.

The capacitors shall be deemed to have passed the test if the change of capacitance measured before and after the test is not greater than 0,5 %.

If 25 clearings do not occur, the type shall be rejected.

No further tests shall be applied to capacitors which have been tested for self-healing.

NOTE Self-healing breakdowns during the test may be detected by an oscilloscope or by acoustic or high frequency test methods (see Figure 3).

## 18 Destruction test

Capacitors shall have adequate resistance against destructive failure.

Self-healing capacitors shall be tested in accordance with either of the test procedures in 18.1 and 18.2. A summary of the test procedures is given in Figure 4. For parallel lighting capacitors, the manufacturer shall specify which test route to follow, test A or test B. Non-self-healing capacitors shall be tested in accordance with 18.3.

### 18.1 Test A

This test procedure is intended for parallel lighting capacitors not necessarily relying on the operation of a pressure interrupter device, i.e. type A capacitors.

#### 18.1.1 Endurance test

*Twenty-one samples are tested in accordance with the requirements of IEC 61049, Clause 8, the voltage and time being selected from Table 2:*

**Table 2 – Voltage and test duration for endurance test, first test sequence**

Voltage ( $U_n$ )	Time h
1,15	8 500
1,25	4 000
1,3	2 500
1,35	2 000

Test temperature =  $t_c$

*Compliance shall be checked by the requirements of IEC 61049, subclause 8.6.*

NOTE If agreed between the manufacturer and the test house this test may be carried out by the manufacturer under the supervision of the test house.

**18.1.2** *Twenty samples that have met the requirements of 18.1.1 are wrapped in tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4 and subjected to the following additional test requirements.*

*Maximum rated temperature ( $t_c$ ).*

*Voltage and time shall be chosen by the manufacturer from Table 3.*

*The test voltage shall be agreed between the test house and the manufacturer.*

*However, the initial value shall not be higher than  $1,3 \times U_n$  and then increased successively to the chosen value.*

**Table 3 – Voltage and test duration for endurance test, second test sequence**

Voltage ( $U_n$ )	Time h
1,6	2 500
1,8	850
2,0	330

*Where the total current drawn by all the 20 capacitors has not decreased to 50 % of the initial value, the manufacturer may specify a longer test time to destroy capacitance. The test time shall not exceed 2 500 h. The test is concluded if the current drawn by the 20 capacitors has decreased to 50% or less of the initial value.*

*The capacitors are wrapped closely with tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4 and mounted in an oven or test cabinet at room temperature.*

*If, at the end of the specified time, the current decrease has not been achieved, the capacitors are checked to see how many have become open circuit (inoperative). The remaining capacitors are tested one at a time in the following order: one at room temperature, the next at a temperature of  $(t_c + 10)^\circ\text{C}$ , and so on, as specified in 18.1.2.1. The test is complete when the total of 10 inoperatives has been obtained.*

*Compliance is checked by the requirements of 18.1.4. One failure is permitted for a), b) and d). No failures are permitted for c).*

#### **18.1.2.1 Preparation for conditioning**

*This procedure is only to be carried out if the total current drawn by the 20 capacitors has not decreased to 50% or less of the initial value as specified in 18.1.2*

*The capacitors are wrapped closely with tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4 and mounted in an oven or test cabinet at room temperature.*

*The capacitors are connected individually and successively to a d.c. conditioning circuit as shown in Figure 2, where the variable d.c. source is capable of supplying a current of 50 mA and a voltage of  $10 U_n$  d.c.*

*A high-power a.c. source and time-lag fuses shall also be available as described in 18.2.2, connected as shown in Figure 1.*

*The conditioning procedure is as follows:*

- a) *using the circuit illustrated in Figure 2 and with the switch in position 1, the d.c. supply is adjusted so that the voltmeter reads  $10 U_n$ ;*
- b) *using the circuit illustrated in Figure 2 and with the switch in position 2, the variable resistor  $R$  is adjusted so that the ammeter reads 50 mA;*

- c) *using the circuit illustrated in Figure 2 the switch is moved to position 3, and shortly afterwards the reading will assume a stable position. The voltage of the d.c. source shall then be reduced to zero;*
- d) *as soon as possible, and with the capacitor at the same temperature, an a.c. voltage of  $1,3 U_n$  is applied to the capacitor for a period of 5 min using the circuit of Figure 1. A blown fuse indicates a short-circuit. A current of less than 10 % of the expected reading of an ammeter indicates an open circuit.*

#### **18.1.2.2 Conditions for identifying whether a capacitor has become inoperative**

During the procedure of 18.1.2.1 d) the capacitor is monitored to see if the following requirements are met. If they are met, then the capacitors shall be allowed to cool to room temperature and are tested to see that they meet the requirements of 18.1.2.3.

If the following requirements are not met, then the whole procedure of 18.1.2.1 is repeated.

If the current through any capacitor falls to less than 10 % of the value which would be expected from the rated capacitance and the test voltage applied, this will be due to one of the following reasons:

- a) the capacitor has become short-circuited and the fuse has blown;
- b) the capacitor has become open-circuited or has lost most of its capacitance;
- c) the fuse has blown without the capacitor being short-circuited, due to changed electrical conditions in the capacitor.

By replacing the fuse twice (both of which have to operate) it will be established that the capacitor is stable and meets the conditions a) or c) above. Condition b) can be detected by the ammeter, in Figure 1, showing very low or no current. The capacitor having become inoperative shall then be removed from the oven, allowed to cool to room temperature, and tested to see if it meets the requirements of 18.1.4.

#### **18.1.2.3 Conditions of compliance for capacitors having become inoperative**

Each capacitor having become inoperative shall meet the requirements of 18.1.4.

#### **18.1.3 High r.m.s. current test**

*Type A capacitors shall also meet the requirements of the following test.*

*Ten samples shall be tested.*

*Tests shall be carried out at room temperature using capacitor elements (completed windings from the production line).*

*The manufacturer shall prepare the samples by attaching wire of sufficient cross-sectional area to withstand the high r.m.s. current.*

*Before carrying out the high r.m.s. current test, the prepared samples shall be subjected to the test of Clause 17. The samples shall then be wrapped with tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4.*

*Conditions to be applied to the test samples are as follows:*

$f$  = frequency of current waveform = 10 kHz  $\pm$  10 %

$I_c$  = peak current = 15 A/ $\mu$ F  $\pm$  10 %

$I$  = r.m.s. current = 3 A/ $\mu$ F  $\pm$  10 %

$I$  to be limited to 48 A maximum.

Duration of test = 15 min

Repetition frequency of the voltage –  $F$  – may be derived from the following equation:

$$\frac{I_c}{I\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{f}{F}}$$

*Conditions of compliance are to be in accordance with 18.1.4 c).*

The relevant voltage and current waveform are given in Figure 4.

A typical circuit for creating the required test conditions is given in Figure 5.

Alternative circuit arrangements may be used, provided that the required waveforms are produced.

A guide for calculating equipment settings for tests is given in Annex D.

#### **18.1.4 Conditions of compliance**

*Each capacitor shall meet the following requirements:*

- a) *escaping liquid materials may wet the outer surface of the capacitor, but not fall away in drops;*
- b) *internal live parts shall not be accessible to the standard test finger (see Figure 1 of IEC 60529);*
- c) *burning or scorching of the tissue paper shall not be evident, since this would indicate that flames or fiery particles had been emitted from the openings;*
- d) *the capacitor shall withstand the test of 14.2, the test voltage being reduced by 500 V.*

#### **18.2 Test B**

This test option is intended for self-healing capacitors used in series lighting circuits and self-healing parallel capacitors including a pressure interrupter device, i.e. type B capacitors. It demonstrates that the interrupter device functions reliably.

Testing the behaviour of a capacitor on destruction is intended to demonstrate that a type of capacitor will fail without harmful consequences, e.g. ignition or mechanical damage to neighbouring parts.

Capacitors of type B shall be so designed that their destruction is followed by short-circuiting or interruption of the circuit.

The test is carried out on capacitors which have passed the initial tests detailed in items a) to c) of Clause 12. In addition, the capacitance shall be measured before the test (see Clause 6 of IEC 61049).

##### **18.2.1 Test specimens**

*The following test shall be carried out on 20 capacitors which are operative at the completion of the endurance test described in IEC 61049 and 20 of the "new" samples that have not been through the preconditioning.*

## 18.2.2 Test arrangement

*The capacitors shall be still closely wrapped in tissue paper and shall be mounted in an oven.*

*In series with each capacitor there is a time-lag fuse complying with the electrical characteristics specified in IEC 60269. The rating of the fuse shall be 20 A or 10 times the rated current of the capacitor to which it is connected, whichever is greater.*

*The capacitors are connected to a high-power a.c. supply capable of passing a fault current of 300 A or 10 times the rated current of the highest rated current of the fuse in use in the test circuit.*

*The cases of capacitor with metal case shall be connected with one pole of the voltage source.*

*The test circuit is given in Figure 1.*

## 18.2.3 Test procedure

### 18.2.3.1 Preparation for conditioning

*The capacitors shall be wrapped closely with tissue paper complying with 4.187 of ISO 4046-4 and mounted in a test cabinet.*

*To prepare the test samples, they shall be loaded with their rated voltage  $U_n$  for 2 h at temperature  $(t_c + 10)$  °C. No open circuit or short-circuit shall occur in the capacitor. Then 20 capacitors which have passed the endurance test of Clause 8 of IEC 61049, shall be exposed to a highly resistive d.c. voltage source ( $I_{\max} < 50$  mA) in the test oven at the temperature  $(t_c + 10)$  °C, with increasing voltage until breakdown occurs. The 20 "new" capacitors shall be tested at room temperature as the preconditioned capacitors.*

NOTE The short conditioning with the rated voltage ( $2 \text{ h}/U_n/t_c + 10$ ) is evidence for the operation of the capacitors.

### 18.2.3.2 Destruction of the capacitors

*Immediately after preparation, the capacitors shall be loaded with a voltage of  $1,25 U_n$  a.c. while the d.c. conditioning temperature is maintained.*

*Each test sample, after a loading period of 20 h, may, in accordance with details provided by the manufacturer, be connected to a voltage of  $10 U_n$  until breakdown will occur.*

*The current in this case shall be limited to less than 50 mA. Loading shall be terminated when the d.c. voltage breaks down.*

*Subsequently, the voltage of  $1,25 U_n$  a.c. shall be applied to the capacitors.*

*This procedure may be repeated at intervals of 4 h until destruction of the 40 test samples occurs when the voltage of  $1,25 U_n$  is applied. The destruction of the capacitors shall not occur at the d.c. conditioning.*

NOTE The capacitors will be subjected to a d.c. and a.c. voltage alternatively until failure occurs.

### 18.2.3.3 Conditions of identifying a capacitor having become inoperative

*In the case of self-healing capacitors, the constructive measures to ensure interrupting shall have been operated.*

*This can be detected by the ammeter, in Figure 1, showing no current. When the capacitor has become inoperative, it shall be removed from the oven, allowed to cool to room temperature, and tested to see if it meets the requirements of 18.2.3.4 and 18.2.3.5.*

#### **18.2.3.4 Conditions of compliance**

*Each capacitor shall meet the following requirements:*

- a) *escaping liquid materials may wet the outer surface of the capacitor, but not fall away in drops;*
- b) *the capacitor shall not have burst and the case of the capacitor shall not have melted;*
- c) *burning or scorching of the tissue paper shall not be evident, since this would indicate that flames or fiery particles had been emitted from the openings.*

#### **18.2.3.5 Testing safety in the failed state**

*Each capacitor becoming inoperative shall pass the following test.*

- a) *High-voltage test between the terminals at a voltage of  $2,00 U_n$  and at room temperature for a period of 1 min. No flash-over shall occur at the point of interruption.*

*In case of doubt, the manufacturer shall demonstrate that the constructive measures to ensure interruption of the current have operated.*

- b) *The capacitors shall withstand the high-voltage test between the terminals and the case in accordance with 14.2.*

NOTE After the destruction test, a high-voltage test between the terminals is carried out to obtain evidence of interruption. In addition a high-voltage test between case and terminal is made for safety.

#### **18.2.3.6 Evaluation of the test**

*All capacitors becoming inoperative shall fulfil the requirements of 18.2.3.4 b) and c).*

*If one of the test specimens does not satisfy the criteria according to 18.2.3.4 a) and 18.2.3.5 a) and b), the test may be repeated once on a further 40 samples. However, all the capacitors shall pass the repeat test.*

*If more than one capacitor does not satisfy the criteria according to 18.2.3.4 a) and 18.2.3.5 a) and b), the test shall be regarded as having failed.*

### **18.3 Non-self-healing capacitors**

*The test is carried out on 10 capacitors, all of which have passed the initial tests detailed in items a) to c) of Clause 12.*

#### **18.3.1 Preparation for conditioning**

*Ten capacitors which are operative at the completion of the conditioning in 18.3 and are still closely wrapped in tissue-paper are mounted in an oven.*


*The capacitors are connected individually and successively to a variable d.c. voltage source with a resistance in series to limit the current to a maximum of 3 mA, as shown in Figure 2.*

*A high-power a.c. source and time-lag fuses shall be available as described in 18.2.2, connected as shown in Figure 1.*

*The capacitors are heated throughout to a temperature of  $(t_c + 10)$  °C and individually broken down using a steadily increasing d.c. voltage source where the breakdown current does not exceed 3 mA.*

Breakdown will be indicated by the voltmeter reading dropping to effectively 0 V.

The test proceeds as follows.

a) For capacitors marked with the symbol 

An a.c. voltage of  $1,3 U_n$  is applied for a period of 8 h using the circuit of Figure 1 except that there is a choke or resistor in series with the short-circuited capacitor. The impedance of the choke or resistor is such that with  $1,3 U_n$  applied to the circuit, the current flowing through the circuit is limited to  $1,5$  times the rated value ( $1,5 U_n \omega C$ ) of the capacitor.

b) For all other capacitors

As soon as possible after breakdown, and with the capacitor at the same temperature, an a.c. voltage of  $1,3 U_n$  is applied to the capacitor for a period of 5 min using the circuit of Figure 1.

### 18.3.2 Conditions for identifying whether a capacitor has become inoperative

After cooling, all inoperatives shall meet the requirements of 18.2.2 and a) to d) of 18.1.4. Operative capacitors shall be repeat tested according to the whole procedure of 18.3.1.

Further repeat tests are made until all capacitors are inoperative.

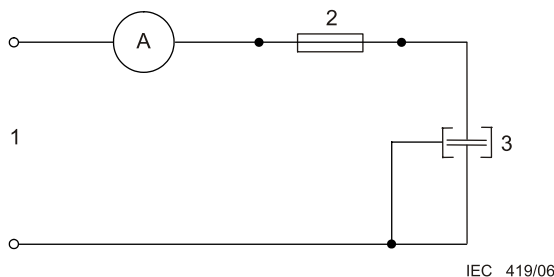


Figure 1 – AC conditioning circuit

Key

- 1 A.C. supply
- 2 Fuse
- 3 Capacitor case

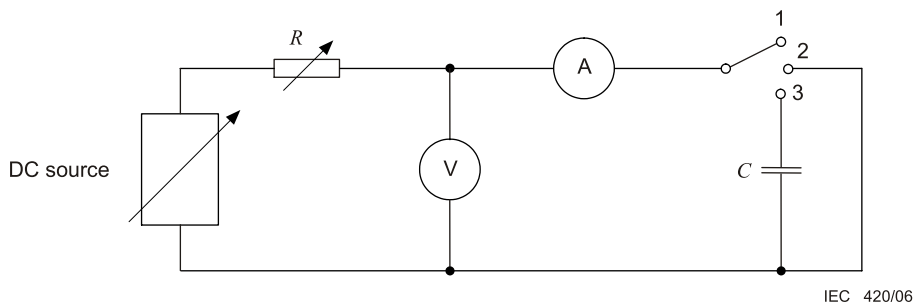
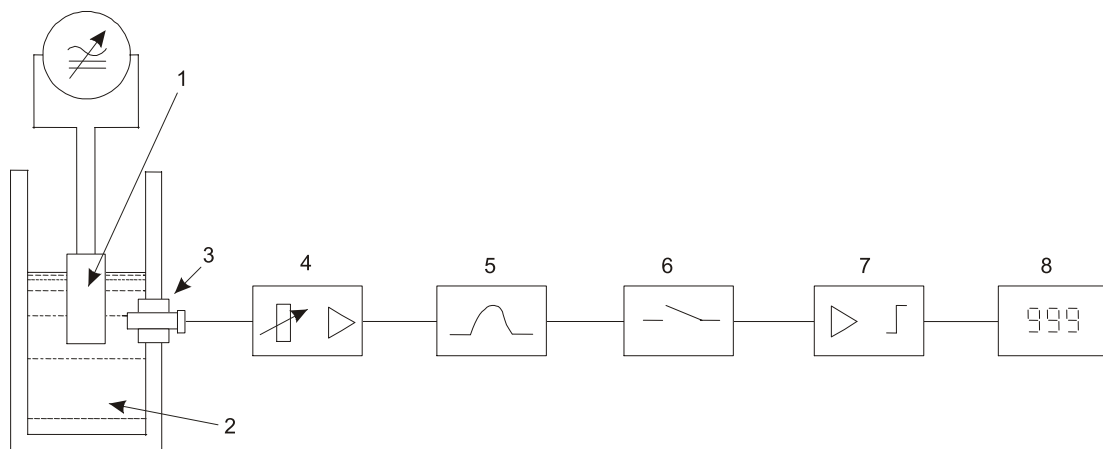


Figure 2 – DC conditioning circuit

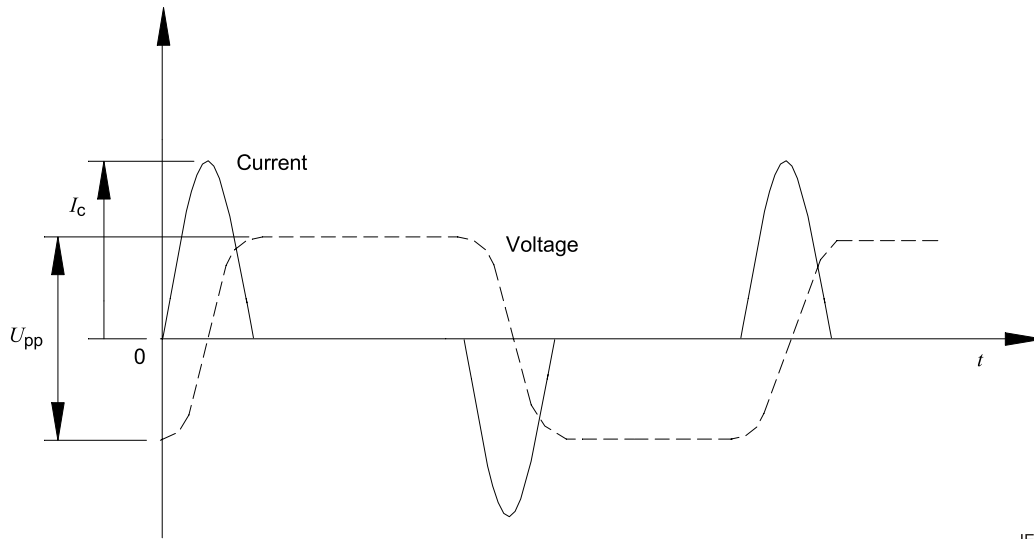


IEC 421/06

**Figure 3 – Self-healing breakdown test equipment**

**Key**

- 1 Test object
- 2 Water bath
- 3 Ultrasonic microphone; sensitivity: 80 pc/bar; natural frequency: 65 kHz
- 4 Divider and preamplifier; max. input sensitivity  $\geq 1$  mV r.m.s.; input resistance  $\approx 60$  k $\Omega$
- 5 Filter; outlet range: 40 kHz to 80 kHz (- 3 dB)
- 6 Deadtime switch; adjustable from 5 ms to 50 ms
- 7 Amplifier and pulse shaper
- 8 Electronic counter



IEC 422/06

Voltage and frequency (of the voltage) shall be adjustable

Key

Symbols

$U_{pp}$ = peak to peak voltage	(V)
$I_C$ = peak current	(A)
$I$ = r.m.s. current per $\mu\text{F}$	(A/ $\mu\text{F}$ )
$I_T$ = total r.m.s. current	(A)
$C$ = capacitance	( $\mu\text{F}$ )
$\frac{dV}{dt}$ = slope of voltage wave, numerically equivalent to the peak current	(A/ $\mu\text{F}$ )
per unit capacitance	

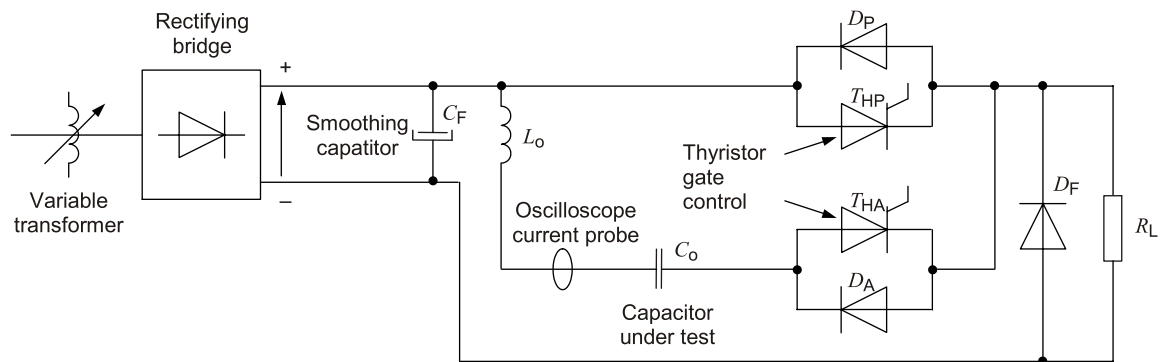
$$I_C = C \cdot \frac{dV}{dt} = \text{peak current} \quad (\text{A})$$

$L$  = inductance of the coil in series with the capacitor (μH)

$f$  = frequency of the current waveform (Hz)  
(commutation frequency)

$F$  = frequency of the voltage waveform (Hz)  
(fundamental frequency)

**Figure 4 – Voltage and current waveform for the tests in 15.2 and 18.1.3**



IEC 423/06

### Key

#### Circuit components:

- Variable three phases transformer intended for an output voltage ranging from 0 V to 450 V
- Graetz diodes rectifying bridge
- Smoothing capacitor  $C_F = 640 \mu F$
- 2 fast thyristors (1 500 V, 200 A,  $t_q = 20 \mu s$ )
- 2 fast diodes  $D_P$  and  $D_A$  (1 500 V, 200 A)
- 1 fast diode  $D_F$  (1 500 V, 50 A)
- 1 adjustable air inductance  $L_o$  (peak current 700 A)
- 1 slightly inductive resistive load (FP=0.8) withstanding 5 A under 0,5 Vs voltage.

Variable transformer allows adjustment of voltage applied to capacitor(s) under test; current is adjusted thanks to chopper frequency  $F$ .

$T$ : chopper period

$F$ : chopper frequency

$F_o$ : free running oscillator frequency  $L_o$ ,  $C_o$  with:

$$F_o = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_o \cdot C_o}}$$

**Figure 5 – Typical test circuit for the tests in 15.2 and 18.1.3**

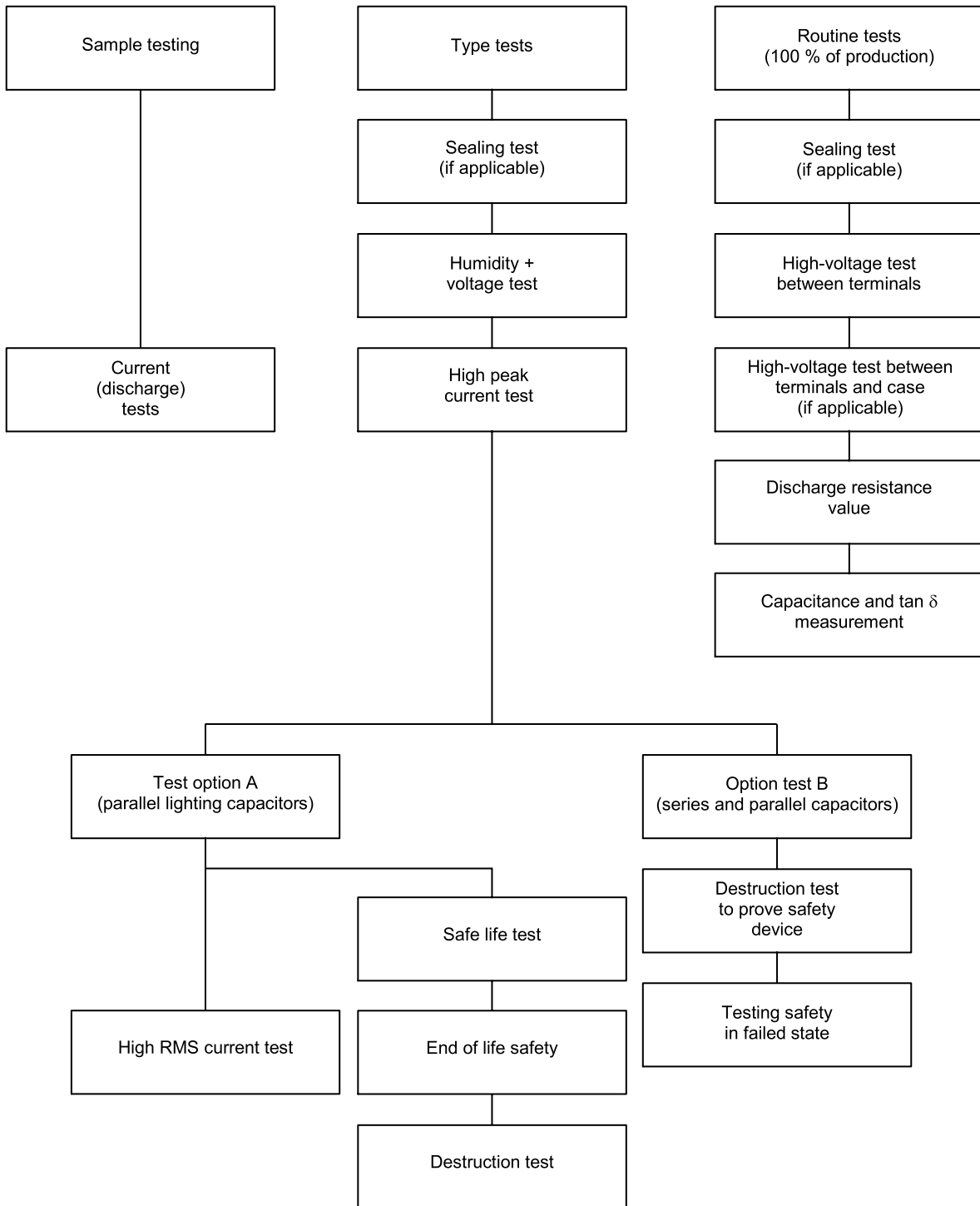


Figure 6 – Summary of test procedure

## **Annex A** (normative)

### **Test voltage**

Voltage tests shall be carried out with either an a.c. or a d.c. source as specified in the relevant clauses. The source shall be adequate to maintain, over any specified test period, the test voltage required, subject to a tolerance of  $\pm 2,5$  %.

AC voltage tests shall be made using a 50 Hz or 60 Hz frequency, as appropriate, the voltage waveform of which shall be sufficiently free from harmonics as to ensure that, when applied to the capacitor, the resulting current shall not exceed the value corresponding to a sinusoidal voltage waveform by more than 10 %.

If desired, discharge resistors may be disconnected during voltage tests between terminals.

## **Annex B** (normative)

### **Temperature adjustment of test enclosure**

The capacitors are mounted in an enclosure in which the temperature of the air is constant within a tolerance of  $\pm 2$  °C.

The air in the enclosure is continuously agitated, but not so vigorously as to cause undue cooling of the capacitors. The capacitors under test shall not be subjected to direct radiation from any heating elements in the chamber. The sensitive element of the thermostat regulating the air temperature of the chamber shall be well within the stream of heated circulating air.

NOTE Heating to the air may take place in a separate enclosure, from which the air can be admitted to the test enclosure through a valve allowing good distribution of heating air over the capacitors.

The capacitors are mounted in a position most conducive to the leakage of impregnant or filling material. The distance between cylindrical capacitors shall be not less than their diameter, and the distance between rectangular capacitors shall be not less than twice the shorter side of their base.

The temperature sensitive element of a temperature recording instrument is attached half-way up the side of the case of the capacitor with the lowest value of tangent of loss angle.

The thermostat is set at 15 °C below test temperature, and capacitors shall then be energized (see Annex A). During the first 14 h, the difference between test temperature and the indication of the temperature recording instrument is noted, and adjustments are made to ensure the temperature of each capacitor case is at test temperature ( $\pm 0$  °C).

The test is then continued to the end of the appropriate time without further adjustment of the thermostat, the time being measured from the first energization of the capacitors.

## **Annex C** (normative)

### **Test for conformity of manufacture**

#### **C.1 Sample testing**

The manufacturer is required to carry out daily periodic tests on capacitors in accordance with the test of 15.2 but without the test of 15.1 .

#### **C.2 Conformity of production testing**

All production capacitors are tested according to the following requirements.

- a) High-voltage test between terminals in accordance with 14.1, but for a minimum period of 2 s.
- b) High-voltage test between terminals and case of 2 000 V r.m.s. or  $(2 U_n + 1\,000)$  V, whichever is the greater, for a minimum period of 2 s.

NOTE – This test is not necessary if the capacitor case is made entirely of insulating material.

- c) Capacitance and tangent of loss angle at a minimum frequency of 1 kHz.

The limit of loss angle used by the manufacturer is declared upon request.

NOTE A minimum frequency of 1 kHz is chosen to provide a better indication of potential faults that could result in field failure.

It is recommended that the manufacturer also carries out a tangent of loss angle test on the capacitor elements before assembly. This is to avoid the effect of variation in resistance and uncertainty of measurement caused by the capacitor wiring and construction.

Moreover, as sampling, it is recommended to check the discharge resistance value to ensure that the requirements of Clause 11 are met

## Annex D (informative)

### Guide to calculating equipment settings for tests in subclauses 15.2 and 18.1.3

#### D.1 Test according to subclause 15.2: current discharge test

##### D.1.1 Input data

$$\frac{dV}{dt} \text{ (V/}\mu\text{s)}; \quad U_{pp} = 600 \text{ V}; \quad I = 1,5(A_{rms}/\mu\text{F}); \quad C \text{ (}\mu\text{F)}$$

##### D.1.2 Calculation for a given capacitance value ( $C$ )

$$I_T = I \times C \quad I_C = C \times \frac{dV}{dt}$$

$$L = \left( \frac{U_{pp}}{2 \times I_C} \right)^2 \times C \quad F = \frac{2 \times I_T^2}{\pi \times U_{pp} \times C \times E - 6 \times I_C}$$

##### D.1.3 Example:

$$C = 15 \mu\text{F}$$

$$\frac{dV}{dt} = 25 \text{ V/}\mu\text{s} \quad U_{pp} = 600 \text{ V}$$

$$I = 1,5(A_{rms}/\mu\text{F}) \quad \text{max } 16 \text{ A}$$

$$I_T = 1,5 \times 15 = 22,5 \text{ A}$$

$$22,5 > 16 \quad \text{then} \quad I_T = 16 \text{ A}$$

$$I_C = C \times \frac{dV}{dt} = 15 \times 25 = 375 \text{ A}$$

$$L = \left( \frac{600}{2 \times 375} \right)^2 \times 15 = 9,6 \mu\text{H}$$

$$F = \frac{2 \times 16^2}{\pi \times 600 \times 15 \cdot E - 6 \times 375} = 48 \text{ Hz}$$

## D.2 Test according to clause 18.1.3 high r.m.s. current test

### D.2.1 Input data

$$\frac{dV}{dt} (\text{A}/\mu\text{F}); \quad f (\text{Hz}); \quad I = 3(A_{\text{rms}}/\mu\text{F}); \quad C (\mu\text{F})$$

### D.2.2 Calculation

$$I_{\text{T}} = C \times I$$

$$I_{\text{C}} = C \times \frac{dV}{dt} \qquad U_{\text{pp}} = \frac{I_{\text{C}}}{\pi \times f \times C \times E - 6}$$

$$F = 2 \times f \times \left( \frac{I_{\text{T}}}{I_{\text{C}}} \right)^2 \qquad L = \left( \frac{U_{\text{pp}}}{2 \times I_{\text{C}}} \right)^2 \times C \times E - 6$$

### D.2.3 Example

$$C = 15 \mu\text{F} \qquad f = 10 \text{ kHz} \qquad \frac{dV}{dt} = 15 \text{ V}/\mu\text{s}$$

$$I = 3(A_{\text{rms}}/\mu\text{F})$$

$$I_{\text{T}} = 3 \times 15 = 45 \text{ A}$$

$$I_{\text{C}} = 15 \times 15 = 225 \text{ A}$$

$$U_{\text{pp}} = \frac{225}{\pi \times 10\,000 \times 15 \times E - 6} = 477,5 \text{ V}$$

$$F = 2 \times 10\,000 \times \left( \frac{45}{225} \right)^2 = 800 \text{ Hz}$$

$$L = \left( \frac{477,5}{2 \times 225} \right)^2 \times 15 \times E - 6 = 17 \mu\text{H}$$

## **Annex E** (normative)

### **Additional requirements for built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation**

#### **E.1 Application of Annex E**

This annex applies to built-in capacitors intended for use in Class II luminaires having insulation equivalent to double or reinforced insulation.

#### **E.2 Terms and definitions**

For the purposes of this annex, the following terms and definitions apply.

##### **E.2.1**

##### **built-in capacitor having an insulation equivalent to double or reinforced insulation**

capacitor designed to be built into a luminaire, an enclosure or the like not intended to be mounted outside a luminaire in which accessible metallic parts are insulated from the live parts by double or reinforced insulation

Note 1 to entry: For the definitions of double and reinforced insulation, see IEC 60598-1, 1.2.16, 1.2.17, 1.2.18 and 1.2.19.

Note 2 to entry: Particular requirements of IEC 60598-1, Section 10 and Section 11 apply.

#### **E.3 General requirements**

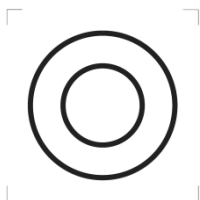
Clause 4 of this standard applies.

#### **E.4 General notes on tests**

Clause 5 of this standard applies.

#### **E.5 Marking**

In addition to the marking mentioned under Clause 6 of this standard, built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation shall be identified by the symbol IEC 60417-6295 (2014-09):



The meaning of this marking shall be explained in the manufacturer's literature or catalogue.

#### **E.6 Terminations**

Clause 7 of this standard applies.

## **E.7 Creepage distances and clearances**

Clause 8 of this standard applies with the following addition.

For built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation, the requirements of IEC 60598-1, Section 11 and Annex M apply.

## **E.8 Voltage rating**

Clause 9 of this standard applies.

## **E.9 Fuses**

Clause 10 of this standard applies.

## **E.10 Discharge resistors**

Clause 11 of this standard applies.

## **E.11 Testing sequence**

Clause 12 of this standard applies.

## **E.12 Sealing and heating test**

Clause 13 of this standard applies.

## **E.13 High-voltage test**

### **E.13.1 General**

Clause 14 of this standard applies with the following addition.

For built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation, 14.2 shall be modified as in E.13.2

### **E.13.2 High-voltage test between terminals and case for Class II capacitors**

The dielectric strength test given in IEC 60598-1, Table 10.2 shall be used for the high-voltage test between terminals and case.

## **E.14 Resistance to adverse operating conditions**

Clause 15 of this standard applies.

## **E.15 Resistance to heat, fire and tracking**

Clause 16 of this standard applies.

## E.16 Self-healing test

Clause 17 of this standard applies.

## E.17 Destruction test

Clause 18 of this standard applies, with the following modifications.

For built-in capacitors having an insulation equivalent to double or reinforced insulation:

- the last sentence of 18.1.2 shall be replaced by the following:  
*Compliance is checked by the requirements of 18.1.4. One failure is permitted for a) and b). No failures are permitted for c) and d).*
- item d) of 18.1.4 shall be replaced by the following:  
d) *the capacitor shall withstand the test of 14.2 (not modified as in E.13.2), the test voltage being reduced by 500 V.*
- item b) of 18.2.3.5 shall be replaced by the following:  
b) *The capacitors shall withstand the high-voltage test between the terminals and the case in accordance with 14.2 (not modified as in E.13.2).*
- 18.2.3.6 shall be replaced by the following:  
*All capacitors becoming inoperative shall fulfil the requirements of 18.2.3.4 b) and c) and 18.2.3.5 b).*  
*If one of the test specimens does not satisfy the criteria according to 18.2.3.4 a) and 18.2.3.5 a), the test may be repeated once on a further 40 samples. However, all the capacitors shall pass the repeat test.*  
*If more than one capacitor does not satisfy the criteria according to 18.2.3.4 a) and 18.2.3.5 a), the test shall be regarded as having failed.*

## **Annex F** (informative)

### **Information for luminaire design**

For type B capacitors an adequate space on the top of the capacitor shall be free from other components, in order to allow the correct operation of the overpressure device.

The connections and the connected cable shall not provide appreciable resistance to the movement under the above-mentioned conditions.

After the operation of the overpressure device, creepage distances and clearances shall not be reduced below the required limits.

The capacitor manufacturer may be consulted to define the increased dimensions of the capacitor after operation of the overpressure device.

## Bibliography

- IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*
- IEC 60081, *Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications*
- IEC 60901, *Single-capped fluorescent lamps – Performance specifications*
- IEC 60188, *High-pressure mercury vapour lamps – Performance specifications*
- IEC 60192, *Low-pressure sodium vapour lamps – Performance specifications*
- IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*
- IEC 60410, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*
- IEC 60662, *High-pressure sodium vapour lamps*
- IEC 61167, *Metal halide lamps*
- IEC 61347-2-8, *Lamp controlgear – Part 2-8: Particular requirements for ballasts for fluorescent lamps*
- IEC 61347-2-9, *Lamp controlgear – Part 2-9: Particular requirements for ballasts for discharge lamps (excluding fluorescent lamps)*
- JIS C 4908:1995, *Capacitors for electrical apparatus*
-



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	42
INTRODUCTION.....	44
1 Domaine d'application .....	45
2 Références normatives.....	45
3 Termes et définitions .....	46
4 Exigences générales .....	47
5 Généralités sur les essais .....	47
6 Marquage .....	48
6.1 Marquage obligatoire.....	48
6.2 Informations supplémentaires.....	48
6.3 Durabilité et lisibilité du marquage.....	48
7 Moyens de raccordement .....	49
8 Lignes de fuite et distances dans l'air .....	49
9 Tension assignée .....	50
10 Fusibles .....	50
11 Résistances de décharge .....	51
12 Ordre des essais .....	51
13 Essai de scellement et d'échauffement.....	51
13.1 Essai de scellement et d'échauffement pour les condensateurs de type A.....	51
13.2 Essai de scellement et d'échauffement pour les condensateurs de type B.....	52
14 Essai sous tension élevée .....	52
14.1 Essai sous tension élevée entre bornes.....	52
14.2 Essai sous tension élevée entre bornes et boîtier.....	53
15 Résistance aux conditions de fonctionnement défavorables .....	53
15.1 Essai à l'humidité sous tension.....	53
15.2 Essai en courant (décharge).....	54
16 Résistance à la chaleur, au feu et au cheminement .....	54
17 Essai d'autorégénération .....	55
18 Essai de destruction .....	56
18.1 Essai A.....	56
18.2 Essai B .....	60
18.3 Condensateurs non autorégénérateurs .....	62
Annexe A (normative) Tension d'essai .....	68
Annexe B (normative) Réglage de la température de l'enceinte d'essai.....	69
Annexe C (normative) Essai de conformité de production .....	70
Annexe D (informative) Guide de calcul des réglages de l'équipement pour les essais des paragraphes 15.2 et 18.1.3 .....	71
Annexe E (normative) Exigences supplémentaires relatives aux condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée .....	73
Annexe F (informative) Renseignements pour la conception du luminaire .....	76
Bibliographie.....	77

Figure 1 – Circuit de conditionnement sous tension alternative .....	63
Figure 2 – Circuit de conditionnement sous tension continue .....	63
Figure 3 – Appareillage pour l'essai d'auto-régénération après claquage .....	64
Figure 4 – Forme d'onde de tension et de courant pour les essais de 15.2 et 18.1.3.....	65
Figure 5 – Circuit d'essai type pour les essais de 15.2 et 18.1.3 .....	66
Figure 6 – Résumé des procédures d'essai.....	67
Tableau 1 – Lignes de fuite et distances dans l'air minimales .....	50
Tableau 2 – Tension et durée d'essai applicables à l'essai d'endurance, première séquence d'essais .....	57
Tableau 3 – Tension et durée d'essai applicables à l'essai d'endurance, deuxième séquence d'essais .....	57

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILS AUXILIAIRES POUR LAMPES –  
CONDENSATEURS DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS DANS LES CIRCUITS  
DE LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE  
ET AUTRES LAMPES À DÉCHARGE –  
PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES ET DE SÉCURITÉ**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

**DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ**

**Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(s) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.**

**Cette version consolidée de l'IEC 61048 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2006-03) [documents 34C/720/FDIS et 34C/736/RVD] et son amendement 1 (2015-07) [documents 34C/1155/FDIS et 34C/1160/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.**

**Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.**

La présente Norme internationale a été établie par le sous-comité 34C: Appareils auxiliaires pour lampes, du comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

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

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- prescriptions proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques;*
- notes: petits caractères romains.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC 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.

## INTRODUCTION

La présente Norme internationale couvre les exigences générales et de sécurité applicables à certains condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits pour lampes tubulaires fluorescentes et autres lampes à décharge.

Les exigences de performances pour ces condensateurs font l'objet de l'IEC 61049.

NOTE Les exigences de sécurité permettent de s'assurer qu'un équipement électrique ayant été construit en conformité avec ces exigences ne met pas en danger la sécurité des personnes, des animaux domestiques ou des biens quand il est correctement installé et entretenu, et utilisé dans les applications auxquelles il est destiné.

# APPAREILS AUXILIAIRES POUR LAMPES – CONDENSATEURS DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS DANS LES CIRCUITS DE LAMPES TUBULAIRES À FLUORESCENCE ET AUTRES LAMPES À DÉCHARGE – EXIGENCES GÉNÉRALES ET DE SÉCURITÉ

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale énonce les exigences pour les condensateurs auto-régénérateurs et non autorégénérateurs pour usage permanent en courant alternatif, d'une puissance inférieure ou égale à 2,5 kVAr, de capacité supérieure à 0,1  $\mu$ F et dont la tension assignée n'excède pas 1 000 V, qui sont destinés à être utilisés dans les circuits de lampes à décharge fonctionnant à 50 Hz ou 60 Hz à des altitudes jusqu'à 3 000 m.

NOTE Ces lampes et les ballasts associés sont couverts, respectivement, par l'IEC 60081, l'IEC 60901, l'IEC 60188, l'IEC 60192, l'IEC 60662 l'IEC 61167 et par l'IEC 61347-2-8 et l'IEC 61347-2-9.

Elle couvre les condensateurs prévus pour le branchement shunt ou en série avec le circuit de lampe ou une combinaison fonctionnelle des deux.

Elle couvre seulement les condensateurs imprégnés ou non imprégnés, ayant un diélectrique en papier, en film plastique ou une combinaison des deux, soit métallisés, soit pourvus d'électrodes en feuilles métalliques.

Cette norme ne couvre pas les condensateurs d'antiparasitage, dont les exigences se trouvent dans l'IEC 60384-14.

Les essais figurant dans cette norme sont des essais de type. Les exigences pour l'essai individuel des condensateurs en cours de production ne sont pas incluses.

Des exigences particulières relatives aux condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée sont données dans l'Annexe E.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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).

IEC 60269: (toutes les parties), *Fusibles basse tension*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60598-1, *Luminaires – Partie 1: Prescriptions générales et essais*

IEC 60695-2-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

IEC 60695-11-5, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flammes d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

IEC 61049:1991, *Condensateurs destinés à être utilisés dans les circuits de lampes tubulaires à fluorescence et autres lampes à décharge – Prescriptions de performance*

ISO 4046-4:2002, *Papier, carton, pâtes et termes connexes – Vocabulaire – Partie 4 :Catégories et produits transformés de papier et de carton*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

#### 3.1

##### **tension nominale**

$U_n$

valeur efficace de la tension sinusoïdale, marquée sur le condensateur

#### 3.2

##### **température maximale assignée**

$t_c$

température, en degrés Celsius, qui ne doit pas être dépassée par la partie la plus chaude de la surface du condensateur pendant le fonctionnement en service

NOTE Les pertes internes dans un condensateur, quoique faibles, ont pour effet que la température de surface est plus élevée que la température de l'air ambiant et il y a lieu d'en tenir dûment compte.

#### 3.3

##### **température minimale assignée**

température, en degrés Celsius, de n'importe quelle partie de la surface du condensateur, en dessous de laquelle le condensateur ne doit pas être chargé

#### 3.4

##### **résistance de décharge**

résistance branchée aux bornes du condensateur pour réduire le risque de choc électrique par les charges accumulées dans le condensateur

#### 3.5

##### **tangente de l'angle de perte**

$\tan \delta$

pertes de puissance du condensateur divisées par la puissance réactive du condensateur à une tension sinusoïdale de fréquence assignée

#### 3.6

##### **autorégénération**

processus par lequel les propriétés électriques du condensateur, après une perforation localisée du diélectrique, sont rapidement et essentiellement restaurées aux valeurs précédant la perforation

#### 3.7

##### **essai de type**

essai ou série d'essais effectués sur un échantillon pour essai de type afin de vérifier la conformité de la conception d'un produit donné avec les exigences de spécifications concernées

#### 3.8

##### **échantillon pour essai de type**

échantillon constitué d'une ou de plusieurs unités semblables, soumis par le fabricant ou par le vendeur responsable pour effectuer un essai de type

### 3.9

#### **condensateur de type A**

condensateur autorégénérateur pour montage en parallèle n'incluant pas nécessairement un dispositif d'interruption

### 3.10

#### **condensateur de type B**

condensateur autorégénérateur utilisé dans les circuits d'éclairage à montage en série ou condensateur autorégénérateur pour montage en parallèle, contenant un dispositif d'interruption

## 4 Exigences générales

Les condensateurs doivent être conçus de telle façon qu'en usage normal ils fonctionnent d'une manière sûre et ne mettent pas en danger les personnes ou l'environnement.

Toutes les parties métalliques exposées doivent être constituées de matériaux non ferreux ou être protégées contre la rouille. Une rouille visible ne doit pas se produire. L'essai de l'Article 15 montrera si le condensateur est suffisamment protégé contre la rouille.

*Les essais pour vérifier la robustesse mécanique sont à l'étude.*

*La conformité aux exigences des Articles 4 à 11 est vérifiée par mesure, par examen, et en effectuant tous les essais spécifiés dans cette norme.*

NOTE Au Japon, un condensateur additionnel est autorisé; les détails se trouvent dans la Norme JIS C 4908. L'introduction dans cette norme des exigences sur ces condensateurs est à l'étude.

## 5 Généralités sur les essais

*Les essais selon cette norme sont des essais de type, (sauf Annexe C).*

NOTE Les exigences et les tolérances autorisées par cette norme sont fondées sur l'essai d'un échantillon pour essai de type. La conformité de l'échantillon pour essai de type n'assure pas la conformité de la totalité de la production d'un fabricant à cette norme de sécurité. La conformité de la production est sous la responsabilité du fabricant et inclut des essais individuels de série et une assurance qualité, en plus de l'essai de type.

*Les condensateurs doivent être soumis aux essais détaillés à l'Article 12.*

*Sauf spécifications contraires, les essais doivent être effectués à une température de  $(20 \pm 5)$  °C, en employant, le cas échéant, une source de tension comme détaillé à l'Annexe A.*

*Les températures d'essai spécifiées dans des articles particuliers sont données avec une tolérance de  $\pm 2$  °C, sauf spécifications contraires.*

*A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, le type doit être considéré comme étant conforme à un article ou paragraphe s'il ne se produit pas plus d'un défaut pendant l'essai selon cet article ou paragraphe. Si trois défauts ou plus se produisent, le type doit être rejeté. Si deux défauts se produisent dans un essai quelconque, cet essai, ainsi que tout essai précédent susceptible d'avoir influencé les résultats de l'essai, doit être répété sur la même quantité de condensateurs; si d'autres défauts se produisent, le type doit être rejeté.*

NOTE Un essai renouvelé ne peut être autorisé qu'une fois dans une série d'essai selon les exigences de cette norme. Un essai renouvelé n'est pas autorisé dans l'essai de destruction Article 18, en cas de défaut majeur.

*Pour une gamme de condensateurs de construction identique, de même tension assignée et de même forme de section transversale, chaque groupe de condensateurs dont il est question à l'Article 12 doit contenir un nombre égal ou un nombre aussi approchant que possible de condensateurs de la plus forte capacité et de condensateurs de la plus faible capacité de cette gamme.*

*De plus, le fabricant doit fournir des données sur le rapport de capacité par aire de surface extérieure totale du boîtier, pour chaque valeur de capacité dans la gamme. Le condensateur qui a la capacité maximale par unité de surface doit être soumis à un essai si ce rapport dépasse, de 10 % ou plus, celui du condensateur de la gamme qui a la valeur maximale. De la même manière, le condensateur qui a la capacité minimale par unité de surface doit aussi être soumis à un essai si ce rapport est inférieur, de 10 % ou plus, à celui du condensateur de la gamme qui a la capacité minimale.*

*L'aire signifie la surface extérieure totale du boîtier du condensateur, à l'exclusion des petites saillies, des bornes et des goujons de fixation.*

*Avec cette procédure, les essais qualifient toutes les valeurs intermédiaires de capacité dans la gamme.*

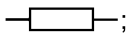



NOTE 1 Les termes «de construction identique» s'appliquent à des éléments qui sont déclarés par le fabricant comme présentant le même matériau diélectrique, la même épaisseur de diélectrique, le même type de boîtier (métal ou plastique), la même famille générique de matière de remplissage ou de liquide d'imprégnation, le même type de dispositif de sécurité et le même type de métallisation (par exemple zinc ou aluminium).

NOTE 2 La «forme de la section transversale» peut être ronde, rectangulaire, ovale, etc.

## 6 Marquage

### 6.1 Marquage obligatoire

Les condensateurs doivent porter un marquage lisible indiquant les éléments suivants:

- a) le nom ou la marque du fabricant ou du vendeur responsable;
- b) le numéro dans le catalogue du fabricant et/ou la référence du modèle;
- c) la capacité et la tolérance assignées;
- d) la tension nominale;
- e) quand une résistance de décharge est montée, le symbole ;
- f) quand un fusible est monté, le symbole ;
- g) la fréquence ou la gamme de fréquences assignée;
- h) les températures minimale et maximale assignées, par exemple  $-10\text{ °C}/70\text{ °C}$ ;
- i) si le condensateur est autorégénérateur, le symbole ;
- j) si un condensateur non autorégénérateur est exclusivement destiné au fonctionnement en mode série, le symbole .

Ce symbole ne doit pas apparaître sur les condensateurs portant le symbole d'autorégénération

NOTE Ce type de condensateur n'est pas destiné à être branché sur le réseau d'alimentation.

- k) le type A ou B selon le cas.

### 6.2 Informations supplémentaires

- a) indication de la valeur de la résistance de décharge si elle est montée;
- b) indication de l'absence de substances qui sont liquides à  $(t_c + 10)\text{ °C}$ .

### 6.3 Durabilité et lisibilité du marquage

Le marquage doit être durable et lisible.

*La conformité est vérifiée par examen et en essayant d'enlever le marquage en frottant légèrement avec un morceau de tissu imbibé d'eau puis avec un autre imbibé d'essence, pendant 15 s à chaque fois. Le marquage doit être lisible après l'essai.*

NOTE Il convient d'utiliser de l'essence à base d'hexane avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, une teneur en kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température d'ébullition finale d'environ 69 °C et une masse volumique d'environ 0,68 g/cm<sup>3</sup>.

## 7 Moyens de raccordement

7.1 Des moyens de raccordement doivent être prévus, au moyen de câbles (brins) ou de bornes (à vis, sans vis, à cosses à souder ou similaires). Les moyens de raccordement doivent être tels qu'ils puissent recevoir la taille et le nombre des conducteurs appropriés aux caractéristiques nominales et à l'usage du condensateur. Les câbles (brins) doivent être adaptés aux caractéristiques du condensateur mais en aucun cas ils ne doivent être inférieurs à 0,5 mm<sup>2</sup> et leur isolation doit être adaptée à la tension et à la température assignées du condensateur.

Les bornes à vis doivent être conformes à la Section 14 de l'IEC 60598-1.

Les bornes sans vis doivent être conformes à la Section 15 de l'IEC 60598-1.

7.2 Le boîtier du condensateur, s'il est en métal, doit soit être équipé d'une borne de mise à la terre, soit être susceptible d'être mis à la terre (ou, le cas échéant, connecté à d'autres parties métalliques des luminaires) par serrage ou par un étrier de fixation adapté. La partie du boîtier sur laquelle un tel dispositif de serrage ou un tel étrier de fixation est attaché ne doit être ni peinte ni recouverte d'un revêtement non-conducteur, afin d'assurer le maintien d'un bon contact électrique.

*La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant:*

*Un courant d'au moins 10 A, délivré par une source de tension à vide ne dépassant pas 12 V, doit passer entre la borne de terre ou le contact de mise à la terre et, à tour de rôle, chacune des parties métalliques accessibles. La chute de tension entre le boîtier et le dispositif de serrage ou l'étrier de fixation doit être mesurée et la résistance calculée à partir du courant et de la chute de tension.*

*En aucun cas la résistance ne doit dépasser 0,5 Ω.*

Les exigences du dernier alinéa ne s'appliquent pas aux condensateurs dont le boîtier métallique est entièrement recouvert d'un matériau isolant, ces derniers étant soumis aux essais selon 14.2.

## 8 Lignes de fuite et distances dans l'air

Les lignes de fuite sur les surfaces externes de l'enveloppe isolante des moyens de raccordement et les distances dans l'air entre les parties externes des bornes de connexion ou, le cas échéant entre de telles parties actives et le boîtier métallique du condensateur, ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales données dans le Tableau 1.

Ces distances minimales doivent s'appliquer aux bornes avec ou sans câblage externe connecté.

Elles ne sont pas destinées à être appliquées aux lignes de fuite et aux distances dans l'air internes.

*La conformité est vérifiée par mesurage.*

**Tableau 1 – Lignes de fuite et distances dans l'air minimales**

<b>Tension assignée</b>	<b>Jusqu'à 24 V inclus</b> mm	<b>De 24 V à 250 V inclus</b> mm	<b>De 250 V à 500 V inclus</b> mm	<b>De 500 V à 1 000 V inclus</b> mm
<i>Lignes de fuite</i>				
1) entre parties actives de polarités différentes	2	3 (2) <sup>a</sup>	5	6
2) entre parties actives et parties métalliques accessibles qui sont fixées d'une manière permanente sur le condensateur, vis ou dispositifs de fixation des couvercles ou du condensateur sur son support inclus	2	4 (2) <sup>a</sup> 3 <sup>b</sup>	6 3 <sup>b</sup>	7
<i>Distances dans l'air</i>				
3) entre parties actives de polarités différentes	2	3 (2) <sup>a</sup>	5	6
4) entre parties actives et parties métalliques accessibles qui sont fixées d'une manière permanente sur le condensateur, y compris les vis ou dispositifs de fixation des couvercles ou du condensateur sur son support	2	4 (2) <sup>a</sup> 3 <sup>b</sup>	6 3 <sup>b</sup>	7
5) entre parties actives et une surface d'appui plate ou un éventuel couvercle métallique détaché, si la construction ne permet pas d'être sûr que les valeurs de 4) ci-dessus sont respectées dans les conditions les plus défavorables	2	6	10	12
<sup>a</sup> Les valeurs entre parenthèses s'appliquent aux lignes de fuite et aux distances dans l'air protégées de la pollution. Pour les enveloppes scellées d'une manière permanente ou remplies de compound, les lignes de fuite et les distances dans l'air ne sont pas vérifiées. <sup>b</sup> Pour le verre ou une autre isolation ayant une tenue équivalente au cheminement.				

Une fente de moins de 1 mm de largeur ne doit être prise en considération dans l'évaluation des lignes de fuite que dans la limite de sa largeur.

Une distance inférieure à 1 mm ne doit pas être prise en considération pour l'évaluation de la distance dans l'air totale.

Les lignes de fuite sont les distances dans l'air mesurées à la surface des matériaux isolants.

## 9 Tension assignée

*Les condensateurs doivent pouvoir supporter pendant des périodes prolongées une tension ne dépassant pas 110 % de leur tension assignée à l'intérieur de leur gamme de températures assignées.*

*La conformité est vérifiée par les essais indiqués à l'Article 14.*

NOTE Cette exigence est destinée à couvrir les variations de tension dues aux fluctuations de l'alimentation.

## 10 Fusibles

Quand un fusible interne est monté, il doit être protégé, enfermé et isolé d'une manière adaptée, de façon à éviter un contournement vers – ou un contact avec – un boîtier métallique en service normal, dans l'éventualité du fonctionnement du fusible.

*La conformité est vérifiée par examen et par les essais indiqués en 14.2 et 16.*

NOTE En déterminant les caractéristiques d'un éventuel fusible interne, il convient de prendre en compte la possibilité de courts-circuits se produisant à l'extérieur du condensateur.

## 11 Résistances de décharge

Les condensateurs peuvent avoir une résistance de décharge branchée en permanence à leurs bornes. S'ils en sont équipés, cette résistance de décharge doit avoir une valeur telle qu'elle décharge le condensateur de la valeur de crête de la tension alternative appliquée, jusqu'à une valeur ne dépassant pas 50 V, en 1 min. On doit prendre en compte une tension qui est supérieure de 10 % à sa valeur assignée.

Le fabricant doit indiquer la valeur et la tolérance de la résistance.

*La conformité est vérifiée par mesurage.*

NOTE 1 Dans le circuit de lampe complet, il est essentiel qu'un circuit de décharge soit prévu pour chaque condensateur. Il est recommandé que cela soit obtenu au moyen d'une résistance intégrée au condensateur, mais d'autres dispositions sont possibles.

NOTE 2 Dans certains cas, par exemple luminaires connectés par fiches, une décharge jusqu'à 50 V en 1 min peut ne pas être acceptable; voir le paragraphe 8.2.7 de l'IEC 60598-1.

## 12 Ordre des essais

*Un ensemble composé de 50 condensateurs autorégénérateurs ou de 20 condensateurs non autorégénérateurs est pris et divisé en deux parties comme indiqué ci-après.*

NOTE Pour les condensateurs au-dessus de 1 kVAR, les quantités pour essais peuvent être convenues entre le fabricant et l'autorité effectuant les essais.

*Les essais préliminaires suivants sont appliqués à tous les condensateurs dans l'ordre indiqué:*

- a) *essai de scellement et d'échauffement, si demandé, en conformité avec l'Article 13;*
- b) *essai sous tension élevée entre bornes, en conformité avec le 14.1;*
- c) *essai sous tension élevée entre bornes et boîtier, en conformité avec le 14.2.*

*Un premier groupe de 10 condensateurs est soumis à une série d'essais qui sont conçus pour vérifier l'aptitude de la conception du condensateur à résister à des conditions de fonctionnement défavorables. Les détails de ces essais sont décrits à l'Article 15. De plus, les essais pour vérifier la résistance à la chaleur et au feu sont effectués en conformité avec l'Article 16.*

*Un deuxième groupe de 40 condensateurs autorégénérateurs doit fournir des échantillons pour les essais des Articles 17 et 18. Dix des 40 condensateurs sont soumis à l'essai d'autorégénération, mais à aucun autre essai. Le reste est utilisé pour l'essai de destruction.*

## 13 Essai de scellement et d'échauffement

### 13.1 Essai de scellement et d'échauffement pour les condensateurs de type A

Les condensateurs qui contiennent des substances qui sont liquides à  $(t_c + 10)$  °C doivent être scellés d'une manière convenable et avoir une résistance adaptée à l'échauffement.

*La conformité est vérifiée par l'essai suivant.*

*Les condensateurs non chargés sont placés dans un four dans la position la plus favorable à la fuite du matériau d'imprégnation ou de remplissage, et échauffés entièrement à 10 °C au-dessus de leur température maximale assignée ( $t_c$ ). Ils sont maintenus à cette température pendant 1 h.*

*Aucune fuite du matériau d'imprégnation ou de remplissage ne doit se produire pendant cet essai. Le condensateur ne doit pas passer en circuit ouvert pendant cet essai.*

NOTE Cet essai ne s'applique à aucun condensateur dans le cas où le fabricant déclare que le condensateur ne contient pas de substances liquides à  $(t_c + 10)$  °C.

### **13.2 Essai de scellement et d'échauffement pour les condensateurs de type B**

Le scellement du condensateur est exigé pour le dispositif de sécurité à surpression. Cet essai doit être effectué comme essai d'échantillonnage et comme essai de type.

Les condensateurs dont la matière de remplissage a un point de fusion supérieur à  $t_c$  et les condensateurs sans remplissage doivent être soumis à l'essai suivant:

*Après avoir été dégraissés les condensateurs doivent être placés dans un récipient pouvant être fermé hermétiquement, ce récipient étant rempli avec un liquide jusqu'à un niveau tel que la surface du liquide dépasse au moins de 10 mm la face supérieure des pièces en essai.*

*Le liquide est par exemple de l'eau dégazée à 20 °C. Le liquide doit être à la température de la pièce. Après la fermeture du récipient, ce dernier doit être mis en dépression en 1 min à 160 mbar et ce vide doit être maintenu pendant au moins 1 min. Les spécimens en essai sont alors observés au travers d'un regard du récipient. Les points de fuite du boîtier du condensateur sont mis en évidence par la montée de bulles d'air.*

*Dans cet essai, on doit noter que certains types de construction présentent des cavités en dehors du scellement du condensateur. Des bulles d'air qui s'échappent de ces cavités extérieures au début de l'essai ne doivent cependant pas être prises en compte. Il est nécessaire de prolonger l'essai pour ces condensateurs.*

*Pendant l'essai, il ne doit pas apparaître de bulles visibles.*

## **14 Essai sous tension élevée**

Les condensateurs doivent supporter les tensions élevées.

*La conformité est vérifiée par les essais des 14.1 et 14.2.*

### **14.1 Essai sous tension élevée entre bornes**

Les condensateurs non autorégénérateurs doivent supporter, à température ambiante, une tension d'essai alternative de  $2,15 U_n$  appliquée entre les bornes pendant une durée de 60 s.

Les condensateurs autorégénérateurs doivent supporter, à température ambiante, une tension d'essai alternative de  $2 U_n$  appliquée entre les bornes pendant une durée de 60 s.

Au Japon et en Amérique du Nord, les condensateurs autorégénérateurs doivent supporter, à température ambiante, une tension d'essai alternative de  $1,75 U_n$  appliquée entre les bornes pendant une durée de 10 s.

Pour les condensateurs autorégénérateurs, des perforations avec autorégénération (appelées ci-après «perforations») sont admises pendant l'essai.

Au début, la tension appliquée n'excède pas la moitié de la tension d'essai; elle doit être ensuite élevée graduellement jusqu'à la valeur totale.

## 14.2 Essai sous tension élevée entre bornes et boîtier

Chaque condensateur doit supporter, à 50 Hz ou 60 Hz selon ce qui s'applique, la tension d'essai alternative suivante pendant une durée de 1 min.

<i>Tension assignée du condensateur</i>	<i>Tension d'essai</i>
Jusqu'à 250 V inclus	2 000 V efficace
Supérieur à 250 V	2 500 V efficace

Au début, la tension appliquée n'excède pas la moitié de la tension d'essai; elle est ensuite élevée graduellement jusqu'à sa valeur totale.

Pour les condensateurs ayant des boîtiers en matériau isolant, la tension d'essai est appliquée entre les bornes et une feuille de métal en contact étroit avec la surface du boîtier, avec une distance dans l'air minimale de 4 mm entre la feuille de métal et les bornes.

## 15 Résistance aux conditions de fonctionnement défavorables

Les condensateurs doivent avoir une résistance adaptée aux conditions de fonctionnement défavorables.

*La conformité est vérifiée par les essais du 15.1 et 15.2.*

Les condensateurs doivent satisfaire à un essai à l'humidité sous tension suivi par un essai en courant (décharge). Ceci pour démontrer la sûreté du fonctionnement dans des conditions humides et sur un réseau d'alimentation pollué qui peut soumettre le condensateur à des pics de courant dus à des formes d'onde non sinusoïdales.

Si la construction du condensateur comprend un fusible indépendant monté intérieurement, le fusible peut être court-circuité pour les besoins des essais décrits en 15.1 et 15.2. Le fabricant doit spécifier d'une manière claire quels échantillons ont été préparés de cette façon. Les condensateurs dont la construction comprend un fil fusible directement connecté à l'enroulement du condensateur ne doivent pas être modifiés pour ces essais.

Dix condensateurs sont soumis à l'essai décrit en 15.1 suivi par l'essai décrit en 15.2.

### 15.1 Essai à l'humidité sous tension

*Dix condensateurs doivent être soumis à la mesure de la capacité et de la tangente de l'angle de pertes à une fréquence de 1 kHz.*

*Pour les besoins de cet essai, les fils ou les bornes ne doivent pas dépasser 30 mm de longueur.*

*L'enceinte d'essai doit permettre de maintenir une température de  $(40 \pm 2)$  °C et une humidité relative comprise entre 90 % et 95 % à l'endroit où sont placés les condensateurs. L'air dans l'enceinte doit être mis en mouvement et l'enceinte doit être conçue de telle façon que de la buée ou des gouttelettes d'eau ne puissent pas tomber sur les condensateurs.*

*Les échantillons pour l'essai sont placés dans l'enceinte d'humidité et connectés à une source de courant alternatif. Une tension de  $U_n$  doit être appliquée à tous les échantillons une fois les conditions d'humidité atteintes.*

La tension et l'humidité sont maintenues pendant une durée de 240 h.

À la fin de la durée de l'essai, on laisse les condensateurs revenir à la température ambiante pendant une durée de 1 h à 2 h; les conditions de conformité suivantes sont ensuite vérifiées:

- la variation de la capacité doit être inférieure à 1 %;
- la tangente de l'angle de pertes ne doit pas varier de plus de 50 % lorsqu'elle est mesurée à 1 kHz;
- aucune défaillance n'est autorisée.

## 15.2 Essai en courant (décharge)

Les 10 condensateurs qui ont terminé l'essai selon 15.1 doivent être soumis individuellement à un essai en courant à la température ambiante. L'essai doit être poursuivi pendant 15 min dans chacune des conditions suivantes en utilisant un circuit de décharge approprié.

Capacité	Courant de crête
$\leq 10 \mu\text{F}$	30 A/ $\mu\text{F}$ (30 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$
$> 10 \mu\text{F}, \leq 25 \mu\text{F}$	25 A/ $\mu\text{F}$ (25 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$
$> 25 \mu\text{F}$	20 A/ $\mu\text{F}$ (20 V/ $\mu\text{s}$ ) $\pm 10 \%$

– Durant l'essai, il convient que le courant efficace soit égal à 1,5 A/ $\mu\text{F}$  ou 16 A, la valeur la moins élevée étant choisie et la tension crête à crête 600 V  $\pm 10 \%$ .

Les tensions et les formes d'onde de courant qui s'appliquent sont données à la Figure 4.

Un circuit type permettant d'obtenir les conditions d'essai requises est donné à la Figure 5.

D'autres dispositions de circuits peuvent être employées à condition qu'elles donnent les formes d'onde requises.

Des indications pour le calcul des valeurs de l'équipement d'essai sont données à l'Annexe D.

Les conditions de conformité sont vérifiées en utilisant les mesures effectuées à la fin de l'essai de 15.1 comme mesures initiales pour l'essai de 15.2.

À la température ambiante, les échantillons doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- la variation de la capacité doit être inférieure à 1 %;
- la tangente de l'angle de pertes ne doit pas varier de plus de 50 % lorsqu'elle est mesurée à 1 kHz;
- aucune défaillance n'est autorisée.

De plus, tous les condensateurs doivent satisfaire à l'essai sous tension élevée entre les bornes et le boîtier décrit en 14.2.

## 16 Résistance à la chaleur, au feu et au cheminement

**16.1** Les parties externes du matériau isolant maintenant les bornes en position doivent être suffisamment résistantes à la chaleur.

*Pour les matériaux autres que la céramique, la conformité est vérifiée en soumettant les parties à l'essai de pression à la bille, en conformité avec la Section 13 de l'IEC 60598-1.*

**16.2** Les parties externes du matériau isolant maintenant les bornes en position, et autres parties de matériau isolant procurant une protection contre les chocs électriques, doivent être résistantes à la flamme et à l'inflammation.

*Pour les matériaux autres que la céramique, la conformité est vérifiée par les essais du 16.2.1 ou 16.2.2 selon ce qui s'applique.*

**16.2.1** *Les parties extérieures du matériau isolant procurant une protection contre les chocs électriques doivent être soumises à l'essai au fil incandescent en conformité avec l'IEC 60695-2-11, avec les détails suivants:*

- *l'échantillon d'essai est composé d'un seul spécimen;*
- *le spécimen d'essai est un composant complet;*
- *la température de l'extrémité du fil incandescent est de 650 °C;*
- *toute flamme ou incandescence du spécimen doit s'éteindre en moins de 30 s après le retrait du fil incandescent et d'éventuelles gouttes enflammées ne doivent pas mettre le feu à un morceau de papier de soie à cinq couches, tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4,, étalé horizontalement à 200 mm ± 5 mm sous l'échantillon d'essai.*

*Le fabricant doit indiquer si l'essai doit être effectué sur un condensateur complet ou sur les composants isolés constituant le boîtier et fournis spécialement par le fabricant pour cet essai.*

**16.2.2** *Les parties en matériau isolant maintenant les bornes en position doivent être soumises à l'essai du brûleur-aiguille en conformité avec l'IEC 60695-11-5, avec les détails suivants:*

- *l'échantillon d'essai est composé d'un seul spécimen;*
- *le spécimen d'essai est un composant complet. S'il est nécessaire d'enlever des parties du condensateur pour effectuer l'essai, on doit prendre soin de s'assurer que les conditions d'essai ne diffèrent pas d'une manière significative de celles qui apparaissent en usage normal;*
- *la flamme d'essai est appliquée au centre de la surface à essayer;*
- *la durée de l'application est de 10 s;*
- *toute flamme auto-entretenue doit s'éteindre dans les 30 s qui suivent le retrait de la flamme du gaz et d'éventuelles gouttes enflammées ne doivent pas enflammer un morceau de papier de soie, tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4, étalé horizontalement 200 mm ± 5 mm sous le spécimen en essai.*


### **16.3 Essai de cheminement**

Les parties isolantes extérieures des condensateurs destinés à être utilisés dans des luminaires autres que des luminaires ordinaires, qui maintiennent les parties actives en position ou sont en contact avec de telles parties, doivent être en matériau résistant au cheminement.

NOTE Les condensateurs qui ne satisfont pas à ces exigences quand ils sont soumis aux essais ne peuvent être agréés que pour être utilisés dans des luminaires ordinaires.

*La conformité est vérifiée en effectuant l'essai de cheminement spécifié dans l'IEC 60598-1, Section 13, sur les parties concernées.*

## **17 Essai d'autorégénération**

Les condensateurs marqués avec le symbole  (voir alinéa i) de 6.1) doivent être autorégénérateurs.

*La conformité est vérifiée par l'essai suivant.*

Le fabricant doit spécifier si les condensateurs nécessitent d'être préconditionnés suivant l'essai d'endurance de 18.1.1.

*Les condensateurs doivent être soumis à une tension alternative de  $1,25 U_n$ , qui est augmentée à un rythme qui n'est pas supérieur à 200 V/min jusqu'à ce que cinq perforations se soient produites à partir du début de l'essai ou jusqu'à ce que la tension ait atteint  $3,50 U_n$  (une tension plus élevée peut être spécifiée par le fabricant).*

*La tension doit être réduite à 0,8 fois la valeur à laquelle la cinquième perforation s'est produite ou à 0,8 fois  $2,15 U_n$ , en choisissant la plus basse des deux valeurs obtenues, et elle doit être maintenue pendant 10 s.*

*Une perforation supplémentaire dans chaque condensateur est autorisée pendant cette période.*

*Un total de 25 perforations (autorégénératrices) au minimum doit être obtenu à partir des 10 condensateurs soumis aux essais, mais si un condensateur quelconque subit plus de cinq perforations, cinq seulement doivent être utilisés dans le calcul du total.*

Si un nombre insuffisant de perforations est obtenu, la tension maximale peut, après consultation du fabricant, être augmentée et les mêmes condensateurs être soumis à nouveau à l'essai.

D'éventuelles perforations peuvent être ajoutées au total précédent à condition que le nombre maximal de perforations attribué à un condensateur quelconque soit 5.

Les condensateurs sont considérés comme ayant passé avec succès les essais si la variation de la capacité avant et après l'essai n'est pas supérieure à 0,5 %.

Si l'on n'obtient pas un total de 25 perforations, le type doit être rejeté.

On ne doit pas effectuer d'essais ultérieurs sur les condensateurs qui ont subi l'essai d'autorégénération.

NOTE Les perforations autorégénératrices pendant l'essai peuvent être décelées à l'aide d'un oscilloscope ou par des méthodes d'essai acoustiques ou à haute fréquence (voir Figure 3).

## **18 Essai de destruction**

Les condensateurs doivent avoir une résistance adaptée aux défaillances destructives.

Les condensateurs autorégénérateurs doivent être soumis aux essais selon l'une ou l'autre des procédures décrites en 18.1 ou 18.2. Un résumé des procédures d'essais est donné à la Figure 4. Pour les condensateurs d'éclairage montés en parallèle, le fabricant doit spécifier quelle séquence d'essai suivre, essai A ou essai B. Les condensateurs non autorégénérateurs doivent être soumis aux essais selon le 18.3.

### **18.1 Essai A**

Cette procédure d'essai est prévue pour les condensateurs pour montage en parallèle destinés à l'éclairage ne s'appuyant pas nécessairement sur le fonctionnement d'un dispositif interrupteur à pression, c'est-à-dire les condensateurs de type A.

#### **18.1.1 Essai d'endurance**

*Vingt et un échantillons sont soumis à l'essai selon les exigences de l'Article 8 de l'IEC 61049, la tension et la durée étant sélectionnés dans le Tableau 2:*

**Tableau 2 – Tension et durée d'essai applicables à l'essai d'endurance, première séquence d'essais**

Tension ( $U_n$ )	Durée h
1,15	8 500
1,25	4 000
1,3	2 500
1,35	2 000

Température d'essai =  $t_c$

*La conformité doit être vérifiée selon les exigences du paragraphe 8.6 de l'IEC 61049.*

NOTE Si cela est convenu entre le fabricant et l'organisme d'agrément, cet essai peut être effectué par le fabricant sous la supervision de l'organisme d'agrément.

**18.1.2** *Vingt échantillons qui ont satisfait aux exigences de 18.1.1 doivent être enveloppés de papier de soie tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4, et soumis aux exigences d'essai complémentaires suivantes.*

*Température nominale maximale ( $t_c$ ).*

*La tension et la durée doivent être choisies par le fabricant dans le Tableau 3.*

*La tension doit être convenue entre l'organisme d'agrément et le fabricant.*

*Dans tous les cas, la valeur initiale ne doit pas être supérieure à  $1,3 \times U_n$  puis diminuer progressivement vers la valeur choisie.*

**Tableau 3 – Tension et durée d'essai applicables à l'essai d'endurance, deuxième séquence d'essais**

Tension ( $U_n$ )	Durée h
1,6	2 500
1,8	850
2,0	330

*Dans le cas où le courant consommé par l'ensemble des 20 condensateurs ne tombe pas à 50 % de la valeur initiale, le fabricant peut spécifier une durée d'essai plus longue pour dégrader la capacité. La durée de l'essai ne doit pas dépasser 2 500 h. L'essai est satisfaisant si le courant consommé par les 20 condensateurs est au moins descendu à 50 % de la valeur initiale.*

*Les condensateurs sont étroitement enveloppés dans du papier de soie tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4 et installés dans un four ou dans une enceinte d'essai à température ambiante.*

*Si, à la fin de la durée spécifiée, la chute de courant n'a pas été obtenue, les condensateurs sont alors vérifiés pour voir combien sont passés en circuit ouvert (défectueux). Les condensateurs restants sont soumis à l'essai un par un dans l'ordre suivant: un à la température ambiante, le suivant à une température de ( $t_c + 10$ ) °C, et ainsi de suite comme précisé au 18.1.2.1. L'essai est terminé quand un total de 10 condensateurs défectueux a été atteint.*

La conformité est vérifiée selon les exigences de 18.1.4. Une défaillance est permise pour les exigences a), b) et d). Aucune défaillance n'est permise pour c).

#### 18.1.2.1 Préparation pour le conditionnement

Cette opération est à réaliser seulement si le courant consommé par les 20 condensateurs n'est pas descendu au minimum à 50 % de la valeur initiale telle que précisée au 18.1.2

Les condensateurs sont étroitement enveloppés dans du papier de soie tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4, et installés dans un four ou dans une enceinte d'essai à température ambiante.

Les condensateurs sont branchés individuellement et successivement à un circuit de conditionnement sous courant continu comme indiqué à la Figure 2 où la source de courant continu variable est capable de délivrer un courant de 50 mA et une tension continue de  $10 U_n$ .

Une alimentation alternative de forte puissance et des fusibles temporisés doivent être aussi disponibles comme cela est décrit en 18.2.2 et connectés comme indiqué à la Figure 1.

La procédure de conditionnement est la suivante:

- a) en utilisant un circuit similaire à celui qui est représenté par la Figure 2, le commutateur étant en position 1, l'alimentation en courant continu est ajustée pour que le voltmètre indique  $10 U_n$ ;
- b) en utilisant un circuit similaire à celui qui est représenté par la Figure 2, le commutateur étant en position 2, la résistance variable  $R$  est ajustée pour que l'ampèremètre indique 50 mA;
- c) en utilisant un circuit similaire à celui qui est représenté par la Figure 2, le commutateur est placé en position 3 et peu de temps après la lecture doit se stabiliser. La tension de l'alimentation en courant continu doit ensuite être réduite à zéro;
- d) aussitôt que possible, et avec le condensateur à la même température, une tension alternative de  $1,3 U_n$  est appliquée au condensateur pendant une durée de 5 min à l'aide du circuit de la Figure 1. Un fusible fondu indiquera un court-circuit. Un courant inférieur à 10 % de la lecture attendue sur un ampèremètre indiquera un circuit ouvert.

#### 18.1.2.2 Conditions d'identification d'un condensateur devenu défectueux

Pendant la procédure de 18.1.2.1 d), le condensateur est surveillé pour voir si les exigences suivantes sont satisfaites. Si tel est le cas, on doit laisser les condensateurs se refroidir à la température ambiante puis on les soumettra aux essais pour voir s'ils satisfont aux exigences de 18.1.2.3.

Si les exigences suivantes ne sont pas satisfaites, la procédure complète de 18.1.2.1 est répétée.

Si le courant dans l'un des condensateurs descend à moins de 10 % de la valeur qui pourrait être attendue à partir de la capacité nominale et de la tension d'essai appliquée, cela sera expliqué par l'une des raisons suivantes:

- a) le condensateur s'est mis en court-circuit et le fusible a fondu;
- b) le condensateur s'est mis en circuit ouvert ou a perdu la plus grande partie de sa capacité;
- c) le fusible a fondu sans que le condensateur soit en court-circuit, à cause d'une modification des états électriques du condensateur.

En remplaçant le fusible deux fois (les deux doivent fonctionner), on peut établir que le condensateur est stable et tombe dans les cas a) ou c) ci-dessus. Le cas b) peut être détecté avec un ampèremètre selon la Figure 1, montrant un courant très faible ou l'absence de courant. Le condensateur devenu défectueux doit être ensuite retiré du four, laissé à refroidir à la température ambiante et soumis à l'essai pour voir s'il est conforme aux exigences de 18.1.4.

### 18.1.2.3 Conditions de conformité pour les condensateurs devenus défectueux

Chaque condensateur devenu défectueux doit satisfaire aux exigences de 18.1.4.

### 18.1.3 Essai sous courant efficace élevé

*Les condensateurs de type A doivent aussi satisfaire aux exigences de l'essai suivant.*

*Dix échantillons doivent être soumis à l'essai.*

*Les essais doivent être effectués à la température ambiante sur les éléments capacitifs (enroulements terminés prélevés sur la ligne de fabrication).*

*Le fabricant doit préparer les échantillons en les équipant de fils de section suffisante pour supporter le courant efficace élevé.*

*Avant d'effectuer les essais sous courant efficace élevé, les échantillons préparés doivent être soumis à l'essai de l'Article 17. Les échantillons doivent être enveloppés de papier de soie spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4.*

*Les conditions d'essai à appliquer aux échantillons d'essai sont les suivantes:*

$f$  = fréquence de l'onde de courant = 10 kHz  $\pm$  10 %

$I_c$  = courant de crête = 15 A/ $\mu$ F  $\pm$  10 %

$I$  = courant efficace = 3 A/ $\mu$ F  $\pm$  10 %

$I$  devant être limité à 48 A au maximum.

Durée de l'essai = 15 min

La fréquence de répétition des tensions –  $F$  – peut être calculée à partir de l'équation suivante:

$$\frac{I_c}{I\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{f}{F}}$$

*Les conditions de conformité doivent être en accord avec 18.1.4.c).*

Les tensions et les formes d'onde de courant qui s'appliquent sont données à la Figure 4.

Un circuit type pour produire les conditions d'essai requises est donné à la Figure 5.

D'autres dispositions de circuits peuvent être employées à condition qu'elles donnent les formes d'onde requises.

Un guide pour le calcul des valeurs de l'équipement d'essai est donné à l'Annexe D

### 18.1.4 Conditions de conformité

Chaque condensateur doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) *en cas de fuite de matériau liquide, ce dernier peut humecter la surface extérieure du condensateur mais ne doit pas tomber en gouttes;*
- b) *les parties actives internes ne doivent pas être accessibles par le doigt d'épreuve normalisé (voir Figure 1 de l'IEC 60529);*
- c) *le papier de soie ne doit pas montrer de traces évidentes de combustion ou de roussissement, ce qui indiquerait que des flammes ou des particules enflammées ont été émises au travers des ouvertures;*
- d) *le condensateur doit résister à l'essai de 14.2, la tension d'essai étant réduite de 500 V.*

## **18.2 Essai B**

Cette option d'essai est prévue pour les condensateurs autorégénérateurs pour montage en série destinés à l'éclairage et également pour les condensateurs autorégénérateurs pour montage en parallèle, incluant un dispositif interrupteur à pression, c'est-à-dire les condensateurs de type B. Elle est destinée à démontrer que le système interrupteur fonctionne d'une manière sûre.

L'essai de comportement d'un condensateur à la destruction a pour objet de démontrer qu'un type de condensateur deviendra défaillant sans conséquences nuisibles, telles que mise à feu ou dommage mécanique aux éléments voisins.

Les condensateurs de type B doivent être conçus de telle façon que leur destruction soit suivie par un court-circuit ou l'interruption du circuit.

L'essai est effectué sur des condensateurs qui ont subi avec succès les essais initiaux détaillés aux points a) à c) de l'Article 12. De plus, la capacité doit être mesurée avant l'essai (voir Article 6 de l'IEC 61049).

### **18.2.1 Spécimens pour essais**

*L'essai suivant doit être effectué sur 20 condensateurs qui sont en état de fonctionner à l'issue de l'essai d'endurance décrit dans l'IEC 61049 satisfaisant et sur 20 des échantillons «neufs» qui n'ont pas subi le préconditionnement.*

### **18.2.2 Dispositif d'essai**

*Les condensateurs doivent toujours être étroitement enveloppés dans du papier de soie et doivent être placés dans un four.*

*En série avec chaque condensateur il y a un fusible temporisé conforme aux caractéristiques spécifiées dans l'IEC 60269. Le calibre du fusible doit être 20 A ou 10 fois le courant assigné du condensateur auquel il est connecté, en choisissant la plus grande des deux valeurs.*

*Les condensateurs sont connectés à une alimentation alternative de forte puissance capable de délivrer un courant de défaut de 300 A ou 10 fois le courant nominal du fusible du plus fort calibre employé dans le circuit d'essai.*

*Les boîtiers des condensateurs à boîtiers métalliques doivent être reliés à un des pôles de la source de tension.*

*Le circuit d'essai est représenté à la Figure 1.*

### **18.2.3 Procédure d'essai**

#### **18.2.3.1 Préparation pour le conditionnement**

Les condensateurs doivent être étroitement enveloppés dans du papier de soie tel que spécifié en 4.187 de l'ISO 4046-4, et installés dans une enceinte d'essai.

Pour préparer les échantillons d'essai, ces derniers doivent être alimentés à leur tension nominale  $U_n$  pendant 2 h à la température de  $(t_c + 10)$  °C. Il ne doit se produire dans le condensateur ni circuit ouvert ni court-circuit. Ensuite 20 condensateurs qui ont subi l'essai d'endurance suivant l'Article 8 de l'IEC 61049 doivent être alimentés à une tension continue donnée par une source à grande résistance interne ( $I_{\max} < 50$  mA) dans le four d'essai à une température  $(t_c + 10)$  °C avec une augmentation de la tension jusqu'à ce qu'un claquage se produise. Les 20 «nouveaux» condensateurs doivent être soumis à l'essai à la température ambiante comme les condensateurs préconditionnés.

NOTE Le conditionnement de courte durée à la tension nominale ( $2 \text{ h}/U_n / t_c + 10$ ) est un indicateur du fonctionnement des condensateurs.

### 18.2.3.2 Destruction des condensateurs

Immédiatement après la préparation, les condensateurs doivent être alimentés à une tension alternative de  $1,25 U_n$  pendant que la température du conditionnement en courant continu est maintenue.

Chaque échantillon d'essai, après une durée d'alimentation de 20 h, peut, en accord avec les précisions données par le fabricant, être connecté à une tension de  $10 U_n$  jusqu'à ce qu'un claquage se produise.

Dans ce cas, le courant doit être limité à moins de 50 mA. L'alimentation doit cesser quand la tension continue chute.

Ensuite, la tension alternative de  $1,25 U_n$  doit être appliquée aux condensateurs.

Cette procédure peut être répétée à intervalles de 4 h jusqu'à ce que la destruction des 40 échantillons d'essai se produise quand la tension de  $1,25 U_n$  est appliquée. La destruction du condensateur ne doit pas se produire pendant le conditionnement en courant continu.

NOTE Les condensateurs seront soumis alternativement à des tensions continues et alternatives jusqu'à ce qu'une défaillance se produise.

### 18.2.3.3 Conditions d'identification d'un condensateur devenu défectueux

Dans le cas des condensateurs autorégénérateurs, les dispositions constructives destinées à assurer l'interruption doivent avoir fonctionné.

Ceci peut être détecté par l'ampèremètre, dans la Figure 1, indiquant un courant nul. Quand le condensateur est devenu défaillant, il doit être retiré du four, laissé pour qu'il se refroidisse à la température ambiante, et testé pour voir s'il satisfait aux exigences de 18.2.3.4 et 18.2.3.5.

### 18.2.3.4 Conditions de conformité

Chaque condensateur doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) en cas de fuite de matériau liquide, ce dernier peut humecter la surface extérieure du condensateur mais ne doit pas tomber en gouttes;
- b) le condensateur ne doit pas avoir éclaté et le boîtier du condensateur ne doit pas avoir fondu;
- c) le papier de soie ne doit pas montrer de traces évidentes de combustion ou de roussissement, car cela indiquerait que des flammes ou des particules enflammées ont été émises au travers des ouvertures.

### 18.2.3.5 Essai de sécurité dans l'état de défaut

Chaque condensateur devenu défaillant doit subir avec succès l'essai suivant.

- a) Essai sous tension élevée entre bornes à température ambiante, à une tension de  $2,00 U_n$  pendant une durée de 1 min. Aucun contournement ne doit se produire au point d'interruption.

En cas de doute le fabricant doit démontrer que les dispositions constructives destinées à assurer l'interruption du courant ont fonctionné.

- b) Les condensateurs doivent supporter l'essai sous tension élevée entre les bornes et le boîtier selon 14.2.

NOTE Après l'essai de destruction, un essai sous une tension élevée entre les bornes est effectué pour mettre en évidence l'interruption. De plus, un essai sous haute tension entre le boîtier et les bornes est effectué pour la sécurité.

### 18.2.3.6 Evaluation de l'essai

Tous les condensateurs devenus défaillants doivent satisfaire aux exigences de 18.2.3.4 b) et c).

Si un des spécimens de l'essai ne répond pas aux exigences de 18.2.3.4 a) et 18.2.3.5 a) et b) l'essai peut être refait une fois sur 40 autres échantillons. Toutefois, tous les condensateurs doivent passer avec succès le nouvel essai.

Si plus d'un condensateur ne répond pas aux exigences de 18.2.3.4 a) et 18.2.3.5 a) et b) alors l'essai doit être considéré comme infructueux.

## 18.3 Condensateurs non autorégénérateurs

L'essai est effectué sur 10 condensateurs, ayant tous passé les essais initiaux, détaillés de a) à c), de l'Article 12.

### 18.3.1 Préparation pour le conditionnement

Dix condensateurs qui sont en état de marche à l'issue du conditionnement selon le 18.3 et qui sont toujours étroitement enroulés dans du papier de soie sont installés dans un four.

Les condensateurs sont branchés individuellement et successivement à une source de courant continu variable avec une résistance en série pour limiter le courant à un maximum de 3 mA, comme indiqué à la Figure 2.

Une alimentation alternative de forte puissance et des fusibles temporisés doivent être disponibles comme cela est décrit au 18.2.2, et connectés comme indiqué à la Figure 1.

Les condensateurs sont chauffés entièrement à une température de  $(t_c + 10)$  °C et individuellement détruits par l'emploi d'une source de courant continu à tension croissant continuellement, dans laquelle le courant de perforation ne dépasse pas 3 mA.

La perforation se manifeste par une lecture du voltmètre chutant presque à 0 V.

L'essai se déroule de la manière suivante.

- a) Pour les condensateurs marqués du symbole 

Une tension alternative de  $1,3 U_n$  est appliquée pendant une période de 8 h en utilisant le circuit de la Figure 1, excepté la présence d'une inductance ou d'une résistance en série avec le condensateur court-circuité. L'impédance de l'inductance ou de la résistance est

telle qu'avec  $1,3 U_n$  appliqué au circuit, le courant circulant dans le circuit est limité à  $1,5$  fois la valeur assignée ( $1,5 U_n \varpi C$ ) du condensateur.

b) Pour tous les autres condensateurs

Aussi tôt que possible après la perforation, et avec le condensateur à la même température, une tension alternative de  $1,3 U_n$  est appliquée au condensateur pendant une période de 5 min en employant le circuit de la Figure 1.

### 18.3.2 Conditions pour identifier si un condensateur est devenu défectueux

Après refroidissement, tous les défectueux doivent satisfaire aux exigences du 18.2.2 et à celles de a) à d) du 18.1.4. Les condensateurs en état de marche doivent être à nouveau soumis à l'essai selon la procédure complète du 18.3.1.

Des essais ultérieurs répétés sont effectués jusqu'à ce que tous les condensateurs soient défectueux.

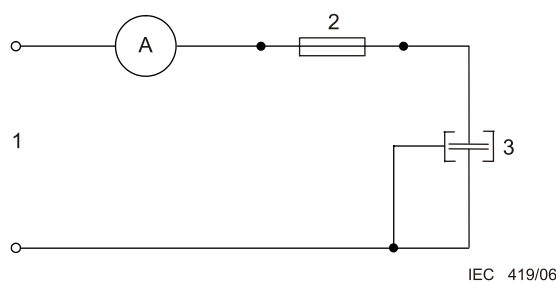


Figure 1 – Circuit de conditionnement sous tension alternative

#### Légende

- 1 Alimentation en courant alternatif
- 2 Fusible
- 3 Boîtier du condensateur

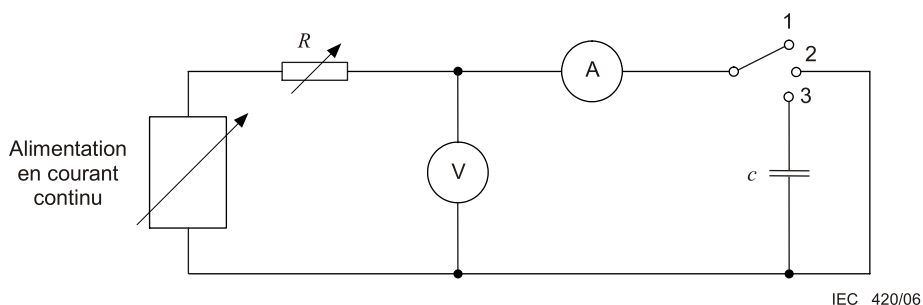
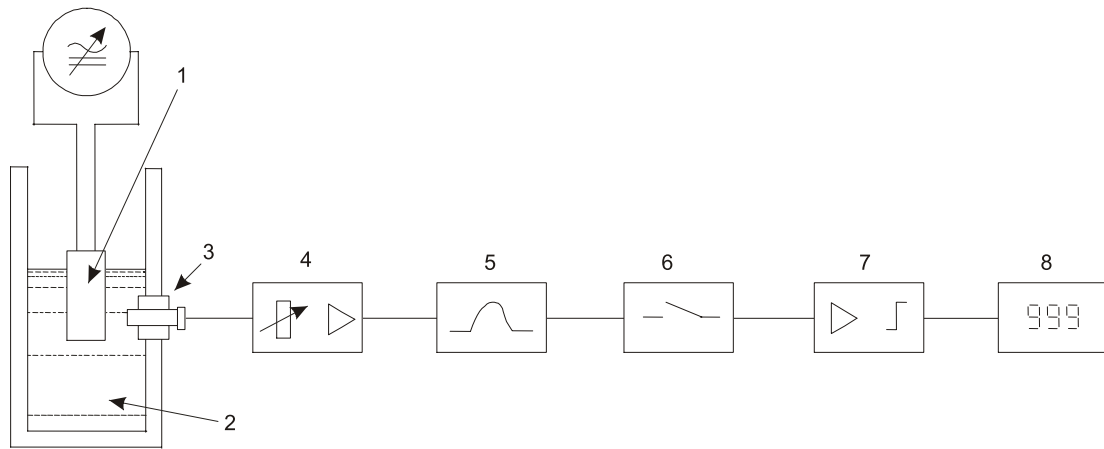


Figure 2 – Circuit de conditionnement sous tension continue

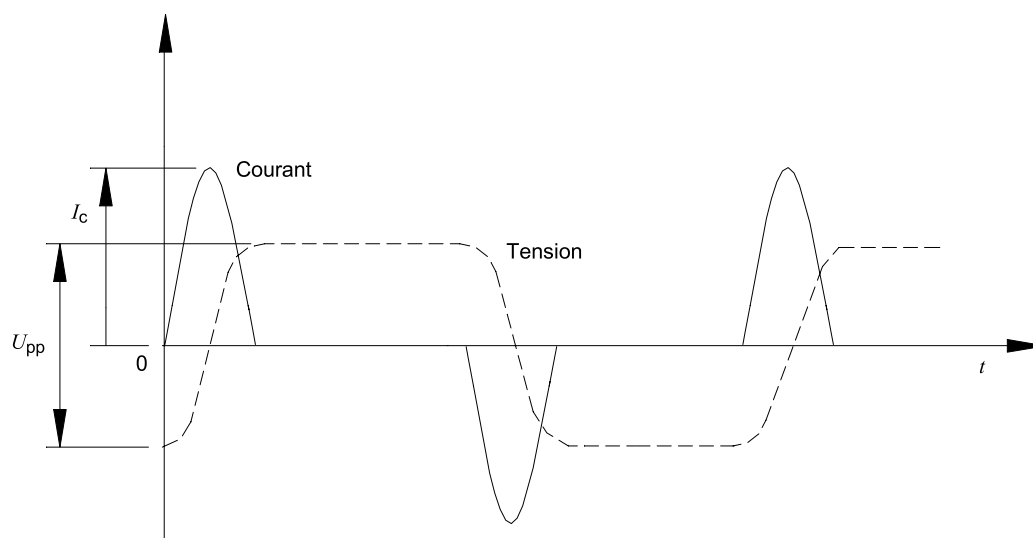


IEC 421/06

**Figure 3 – Appareillage pour l'essai d'auto-régénération après claquage**

**Légende**

- 1 Spécimen en essai
- 2 Bain-marie
- 3 Microphone à ultrason, sensibilité 80 pc/bar Fréquence propre du système 65 kHz
- 4 Diviseur et préamplificateur sensibilité entrée au maximum  $\geq 1$  mV (eff.) résistance d'entrée  $\approx 60$  k $\Omega$
- 5 Filtre de sortie, gamme de fréquence 40 kHz- 80 kHz (-3 dB)
- 6 Contacteur à temps mort réglable de 5 ms à 50 ms
- 7 Amplificateur et sélection d'impulsion
- 8 Compteur électronique



IEC 422/06

La tension et la fréquence (de la tension) doivent être réglables

#### Légende

Symboles

$U_{pp}$  = la tension crête à crête (V)

$I_c$  = le courant de crête (A)

$I$  = le courant efficace par  $\mu\text{F}$  (A/ $\mu\text{F}$ )

$I_T$  = I courant efficace total (A)

$C$  = la capacitance ( $\mu\text{F}$ )

$\frac{dV}{dt}$  = la pente de l'onde de tension, équivalent numériquement au courant de crête (A/ $\mu\text{F}$ )

Par unité de capacitance:

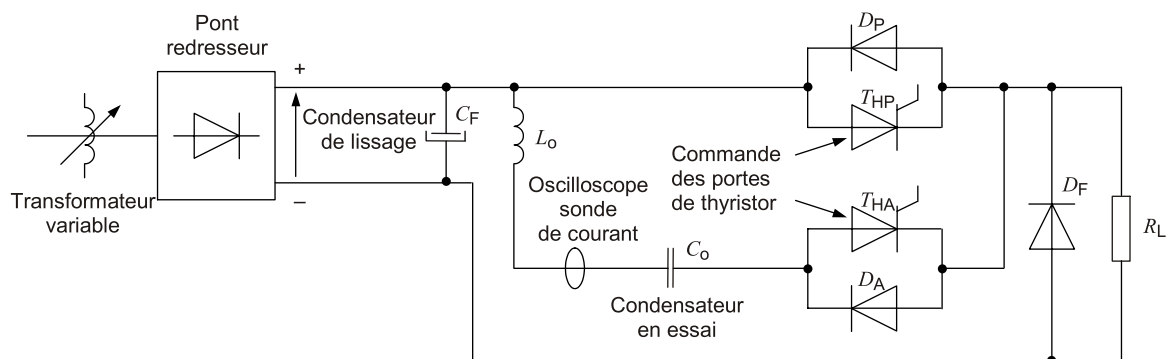
$I_C = C \cdot \frac{dV}{dt}$  = le courant de crête (A)

$L$  = l'inductance de la bobine en série avec le condensateur ( $\mu\text{H}$ )

$f$  = la fréquence de l'onde de courant (Hz)  
(fréquence de commutation)

$F$  = la fréquence de l'onde de tension (Hz)  
(fréquence fondamentale)

**Figure 4 – Forme d'onde de tension et de courant pour les essais de 15.2 et 18.1.3**



IEC 423/06

### Légende

Composants du circuit:

- Transformateur variable triphasé prévu pour une tension de sortie comprise entre 0 V et 450 V
- Pont redresseur de Graetz à diodes
- Condensateur de lissage  $C_F = 640 \mu F$
- 2 thyristors rapides (1 500 V, 200 A,  $t_q = 20 \mu s$ )
- 2 diodes rapides  $D_P$  et  $D_A$  (1 500 V, 200 A)
- 1 diode rapide  $D_F$  (1 500 V, 50 A)
- 1 inductance ajustable à air  $L_o$  (courant de crête 700 A)
- 1 résistance de charge légèrement inductive (FP = 0,8) supportant 5 A sous une tension de 0,5 Vs.

Le transformateur variable permet le réglage de la tension appliquée au(x) condensateur(s) en essai; le courant est réglé grâce à la fréquence de découpage  $F$ .

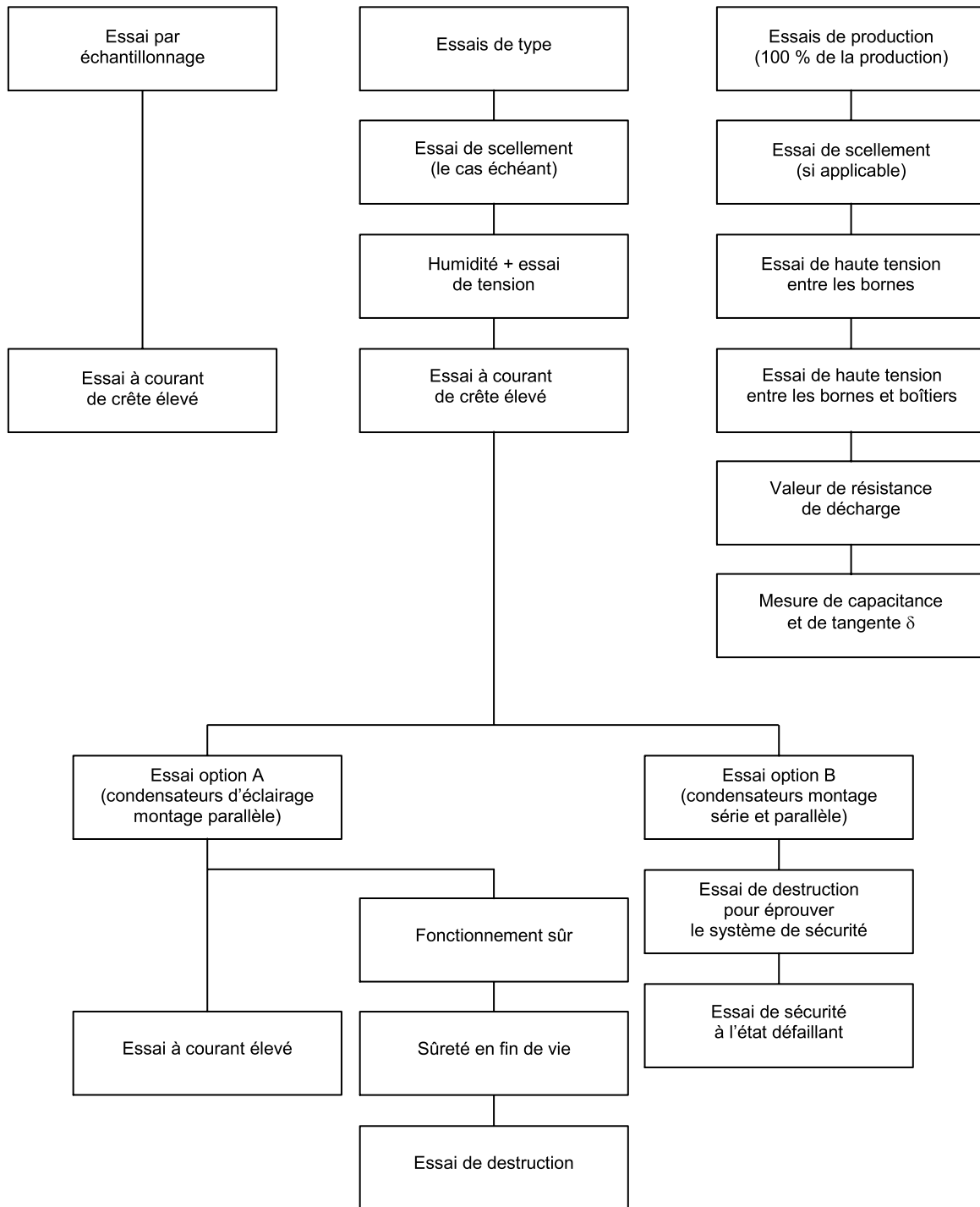
$T$ : période de découpage

$F$ : fréquence de découpage

$F_o$ : fréquence d'oscillation libre  $L_o$ ,  $C_o$  avec:

$$F_o = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_o \cdot C_o}}$$

**Figure 5 – Circuit d'essai type pour les essais de 15.2 et 18.1.3**



**Figure 6 – Résumé des procédures d’essai**

## **Annexe A** (normative)

### **Tension d'essai**

Les essais de tension doivent être effectués soit avec une alimentation à courant alternatif, soit avec une alimentation à courant continu, comme spécifié dans les articles concernés. L'alimentation doit être capable de maintenir sur n'importe quelle période d'essai spécifiée la tension d'essai requise avec une tolérance de  $\pm 2,5$  %.

Les essais sous tension alternative doivent être effectués en employant une fréquence de 50 Hz ou 60 Hz selon ce qui s'applique; la forme d'onde de tension doit être suffisamment dépourvue d'harmoniques pour être certain que, lorsqu'elle est appliquée à un condensateur, le courant résultant ne dépasse pas de plus de 10 % la valeur correspondant à une forme d'onde de tension sinusoïdale.

Si cela est désiré, les résistances de décharge peuvent être déconnectées pendant les essais de tension entre bornes.

## **Annexe B** (normative)

### **Réglage de la température de l'enceinte d'essai**

Les condensateurs sont installés dans une enceinte dans laquelle la température de l'air est constante avec une tolérance de  $\pm 2$  °C.

L'air dans l'enceinte est brassé en permanence mais sans trop d'énergie pour ne pas provoquer de refroidissement indu des condensateurs. Les condensateurs en essai ne doivent pas être soumis au rayonnement direct d'un éventuel élément chauffant dans l'enceinte. L'élément sensible du thermostat réglant la température de l'air de l'enceinte doit être bien dans le courant de la circulation de l'air réchauffé.

NOTE Le réchauffement de l'air peut avoir lieu dans une enceinte séparée, à partir de laquelle l'air peut être admis dans l'enceinte des condensateurs au travers d'une vanne permettant une bonne répartition de l'air réchauffé au-dessus des condensateurs.

Les condensateurs sont installés dans la position la plus favorable à la fuite de l'imprégnant ou du matériau de remplissage. La distance entre les condensateurs cylindriques ne doit pas être inférieure à leur diamètre, et la distance entre condensateurs rectangulaires ne doit pas être inférieure à deux fois le plus court côté de leur base.

La sonde de température d'un appareil d'enregistrement de températures est fixée à mi-hauteur du côté du boîtier des condensateurs qui ont la plus faible valeur de la tangente de l'angle de pertes.

Le thermostat est réglé à 15 °C au-dessous de la température d'essai et les condensateurs sont ensuite mis sous tension (voir Annexe A). Pendant les premières 14 h, la différence entre la température d'essai et l'indication de l'appareil d'enregistrement des températures est relevée, et des réglages sont effectués pour s'assurer que la température de chaque boîtier de condensateur est à la température d'essai ( $\begin{smallmatrix} +0 \\ -5 \end{smallmatrix}$  °C).

L'essai est ensuite poursuivi jusqu'à la fin du temps approprié sans ajustement ultérieur du thermostat, le temps étant mesuré à partir de la première mise sous tension des condensateurs.

## **Annexe C** (normative)

### **Essai de conformité de production**

#### **C.1 Contrôle par échantillonnage**

Le fabricant doit effectuer journalièrement des essais périodiques sur les condensateurs en conformité avec l'essai décrit en 15.2, mais en excluant l'essai du 15.1.

#### **C.2 Conformité des essais de production**

Toute la production de condensateurs est soumise aux essais selon les exigences suivantes.

- a) Essai sous tension élevée entre les bornes en conformité avec 14.1, mais pendant une durée minimale de 2 s.
- b) Essai sous tension élevée entre les bornes et le boîtier de 2 000 V efficace ou de  $(2 U_n + 1\,000)$  V, la plus grande des deux valeurs étant retenue, pendant une durée minimale de 2 s.

NOTE Cet essai n'est pas nécessaire si le boîtier du condensateur est entièrement construit avec un matériau isolant.

- c) Essai sur la capacité et la tangente de l'angle de perte à une fréquence minimale de 1 kHz.

La limite de la valeur de la tangente de l'angle de perte utilisée par le fabricant est fournie sur demande.

NOTE Une fréquence minimale de 1 kHz est choisie pour fournir une meilleure indication des défauts potentiels qui peuvent conduire à des défaillances en cours d'utilisation.

Il est recommandé que le fabricant effectue aussi un essai sur la tangente de l'angle de perte sur les éléments du condensateur avant l'assemblage. Ceci dans le but d'éviter les effets de la variation de résistance et des incertitudes de mesure causées par le câblage du condensateur et sa construction.

De plus, il est recommandé de vérifier par prélèvement la valeur de la résistance de décharge pour s'assurer que les exigences de l'Article 11 soient satisfaites.

## Annexe D (informative)

### Guide de calcul des réglages de l'équipement pour les essais des paragraphes 15.2 et 18.1.3

#### D.1 Essais selon le paragraphe 15.2: essai en courant (décharge)

##### D.1.1 Données d'entrée

$$\frac{dV}{dt} \text{ (V/}\mu\text{s)}; \quad U_{pp} = 600 \text{ V}; \quad I = 1,5(A_{rms}/\mu\text{F}); \quad C \text{ (}\mu\text{F)}$$

##### D.1.2 Calcul pour une valeur de capacité donnée ( $C$ )

$$I_T = I \times C \quad I_C = C \times \frac{dV}{dt}$$
$$L = \left( \frac{U_{pp}}{2 \times I_C} \right)^2 \times C \quad F = \frac{2 \times I_T^2}{\pi \times U_{pp} \times C \times E - 6 \times I_C}$$

##### D.1.3 Exemple

$$C = 15 \mu\text{F}$$

$$\frac{dV}{dt} = 25 \text{ V/}\mu\text{s} \quad U_{pp} = 600 \text{ V}$$

$$I = 1,5(A_{rms}/\mu\text{F}) \quad \text{max. } 16 \text{ A}$$

$$I_T = 1,5 \times 15 = 22,5 \text{ A}$$

22,5 > 16 alors  $I_T = 16 \text{ A}$

$$I_C = C \times \frac{dV}{dt} = 15 \times 25 = 375 \text{ A}$$

$$L = \left( \frac{600}{2 \times 375} \right)^2 \times 15 = 9,6 \mu\text{H}$$

$$F = \frac{2 \times 16^2}{\pi \times 600 \times 15 \cdot E - 6 \times 375} = 48 \text{ Hz}$$

#### D.2 Essais selon le paragraphe 18.1.3: essai sous courant efficace élevé

##### D.2.1 Données d'entrée

$$\frac{dV}{dt} \text{ (A/}\mu\text{F)}; \quad f \text{ (Hz)}; \quad I = 3(A_{rms}/\mu\text{F}); \quad C \text{ (}\mu\text{F)}$$

### D.2.2 Calculs

$$I_T = C \times I$$

$$I_C = C \times \frac{dV}{dt}$$

$$U_{pp} = \frac{I_C}{\pi \times f \times C \times E - 6}$$

$$F = 2 \times f \times \left( \frac{I_T}{I_C} \right)^2$$

$$L = \left( \frac{U_{pp}}{2 \times I_C} \right)^2 \times C \times E - 6$$

### D.2.3 Exemple:

$$C = 15 \mu\text{F}$$

$$f = 10 \text{ kHz}$$

$$\frac{dV}{dt} = 15 \text{ V}/\mu\text{s}$$

$$I = 3(A_{\text{rms}}/\mu\text{F})$$

$$I_T = 3 \times 15 = 45 \text{ A}$$

$$I_C = 15 \times 15 = 225 \text{ A}$$

$$U_{pp} = \frac{225}{\pi \times 10\,000 \times 15 \times E - 6} = 477,5 \text{ V}$$

$$F = 2 \times 10\,000 \times \left( \frac{45}{225} \right)^2 = 800 \text{ Hz}$$

$$L = \left( \frac{477,5}{2 \times 225} \right)^2 \times 15 \times E - 6 = 17 \mu\text{H}$$

## **Annexe E** (normative)

### **Exigences supplémentaires relatives aux condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée**

#### **E.1 Application de l'Annexe E**

La présente annexe s'applique aux condensateurs intégrés destinés à être utilisés dans les luminaires de Classe II qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée.

#### **E.2 Termes et définitions**

Pour les besoins de la présente annexe, les termes et définitions suivants s'appliquent.

##### **E.2.1**

##### **condensateur intégré qui possède une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée**

condensateur conçu pour être intégré dans un luminaire, une enveloppe ou un appareil analogue qui n'est pas prévu pour être monté à l'extérieur d'un luminaire dans lequel des parties métalliques accessibles sont isolées des parties actives par une double isolation ou une isolation renforcée

Note 1 à l'article: Pour les définitions de double isolation et d'isolation renforcée, voir l'IEC 60598-1, 1.2.16, 1.2.17, 1.2.18 et 1.2.19.

Note 2 à l'article: Les exigences particulières de l'IEC 60598-1, Section 10 et Section 11 s'appliquent.

#### **E.3 Exigences générales**

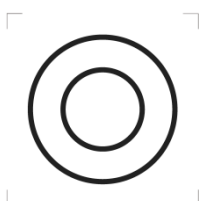
L'Article 4 de la présente norme s'applique.

#### **E.4 Généralités sur les essais**

L'Article 5 de la présente norme s'applique.

#### **E.5 Marquage**

En plus du marquage mentionné dans l'Article 6 de la présente norme, les condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée doivent être identifiés par le symbole IEC 60417-6295 (2014-09):



La signification de ce marquage doit être expliquée dans la documentation ou le catalogue du fabricant.

## **E.6 Moyens de raccordement**

L'Article 7 de la présente norme s'applique.

## **E.7 Lignes de fuite et distances dans l'air**

L'Article 8 de la présente norme s'applique avec l'addition suivante:

Pour les condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée, les exigences de l'IEC 60598-1, Section 11 et Annexe M s'appliquent.

## **E.8 Tension assignée**

L'Article 9 de la présente norme s'applique.

## **E.9 Fusibles**

L'Article 10 de la présente norme s'applique.

## **E.10 Résistances de décharge**

L'Article 11 de la présente norme s'applique.

## **E.11 Ordre des essais**

L'Article 12 de la présente norme s'applique.

## **E.12 Essai de scellement et d'échauffement**

L'Article 13 de la présente norme s'applique.

## **E.13 Essai sous tension élevée**

### **E.13.1 Généralités**

L'Article 14 de la présente norme s'applique avec l'addition suivante:

Pour les condensateurs intégrés qui possèdent une isolation équivalente à une double isolation ou à une isolation renforcée, le 14.2 doit être modifié comme indiqué en E.13.2.

### **E.13.2 Essai sous tension élevée entre bornes et boîtier pour les condensateurs de Classe II**

L'essai de rigidité diélectrique donné dans l'IEC 60598-1:2008, Tableau 10.2 doit être utilisé pour l'essai sous tension élevée entre bornes et boîtier.

## **E.14 Résistance aux conditions de fonctionnement défavorables**

L'Article 15 de la présente norme s'applique.

## **E.15 Résistance à la chaleur, au feu et au cheminement**

L'Article 16 de la présente norme s'applique.

## **E.16 Essai d'autorégénération**

L'Article 17 de la présente norme s'applique.

## **E.17 Essai de destruction**

L'Article 18 de la présente norme s'applique avec les modifications suivantes:

Pour les condensateurs intégrés qui possèdent une double isolation ou une isolation renforcée:

- La dernière phrase du 18.1.2 doit être remplacée par ce qui suit:  
*La conformité est vérifiée selon les exigences du 18.1.4. Une défaillance est autorisée pour a) et b). Aucune défaillance n'est autorisée pour c) et d).*
- Le point d) du 18.1.4 doit être remplacé par ce qui suit:  
d) *le condensateur doit résister à l'essai du 14.2 (non modifié comme en E.13.2), la tension d'essai étant réduite de 500 V.*
- Le point b) du 18.2.3.5 doit être remplacé par ce qui suit:  
b) *Les condensateurs doivent résister à l'essai sous tension élevée entre bornes et boîtier conformément au 14.2 (non modifié comme en E.13.2).*
- Le 18.2.3.6 doit être remplacé par ce qui suit:  
*Tous les condensateurs devenus défectueux doivent satisfaire aux exigences du 18.2.3.4 b) et c) et du 18.2.3.5 b).*  
*Si l'un des spécimens d'essai ne satisfait pas aux critères du 18.2.3.4 a) et du 18.2.3.5 a), il est admis de répéter l'essai une fois sur 40 échantillons supplémentaires. Toutefois, tous les condensateurs doivent satisfaire à ce nouvel essai.*  
*Si plus d'un condensateur ne satisfait pas aux critères du 18.2.3.4 a) et du 18.2.3.5 a), l'essai doit être considéré comme un échec.*

## **Annexe F** (informative)

### **Renseignements pour la conception du luminaire**

Pour les condensateurs de type B, un espace adéquat doit être libre de tout autre composant sur le haut du condensateur, de manière à permettre le fonctionnement correct du dispositif contre les surpressions.

Les connexions et le câble connecté ne doivent pas fournir une résistance appréciable au mouvement dans les conditions mentionnées ci-dessus.

Une fois que le dispositif contre les surpressions a fonctionné, les lignes de fuite et les distances dans l'air ne doivent pas passer en dessous des limites exigées.

Le fabricant du condensateur peut être consulté pour définir l'augmentation des dimensions du condensateur après le fonctionnement du dispositif contre les surpressions.

## Bibliographie

IEC 60068-2-78: *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide – Essai continu*

IEC 60081: *Lampes à fluorescence à deux culots – Prescriptions de performances*

IEC 60188: *Lampes à vapeur de mercure à haute pression – Prescriptions de performances*

IEC 60192: *Lampes à vapeur de sodium à basse pression – Prescriptions de performances*

IEC 60384-14: *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire: Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation (disponible en anglais seulement)*

IEC 60410: *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

IEC 60662: *Lampes à vapeur de sodium à haute pression.*

IEC 60901: *Lampes à fluorescence à culot unique - Prescriptions de performances*

IEC 61167: *Lampes aux halogénures métalliques*

IEC 61347-2-8: *Appareillages de lampes – Partie 2-8: Prescriptions particulières pour les ballasts pour lampes fluorescentes*

IEC 61347-2-9: *Appareillages de lampes – Partie 2-9: Prescriptions particulières pour les ballasts pour lampes à décharge (à l'exclusion des lampes fluorescentes)*

JIS C 4908:1995, *Capacitors for electrical apparatus*

---





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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)