

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**High-voltage fuses –**

**Part 4: Additional testing requirements for high-voltage expulsion fuses utilizing polymeric insulators**

**Fusibles à haute tension –**

**Partie 4: Exigences d'essai supplémentaires pour les fusibles à expulsion à haute tension utilisant des isolateurs polymériques**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60282-4:2020



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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  
[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 corrigendum or an amendment might have been published.

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

#### 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: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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

67 000 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.

### 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.

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 une fois par mois par email.

#### 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: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

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

67 000 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.

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**High-voltage fuses –**

**Part 4: Additional testing requirements for high-voltage expulsion fuses utilizing polymeric insulators**

**Fusibles à haute tension –**

**Partie 4: Exigences d'essai supplémentaires pour les fusibles à expulsion à haute tension utilisant des isolateurs polymériques**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-8322-8089-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.**  
**Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                 | 3  |
| INTRODUCTION.....                                             | 5  |
| 1 Scope.....                                                  | 6  |
| 2 Normative references .....                                  | 6  |
| 3 Terms and definitions .....                                 | 6  |
| 4 Type tests .....                                            | 8  |
| 4.1 General requirements .....                                | 8  |
| 4.2 Mechanical tests .....                                    | 8  |
| 4.2.1 Mechanical stressing at temperature extremes .....      | 8  |
| 4.2.2 Long term deformation/creep testing.....                | 10 |
| 4.3 Environmental tests .....                                 | 11 |
| 4.3.1 General .....                                           | 11 |
| 4.3.2 Accelerated weathering test.....                        | 11 |
| 4.3.3 Tracking and erosion test .....                         | 12 |
| 4.3.4 Flammability test .....                                 | 13 |
| 4.4 Tests on interfaces and connections of end fittings ..... | 13 |
| 4.4.1 General .....                                           | 13 |
| 4.4.2 Water immersion pre-stressing procedure.....            | 14 |
| 4.4.3 Verification tests.....                                 | 14 |
| 4.5 Breaking tests with dye penetration.....                  | 15 |
| 4.5.1 General .....                                           | 15 |
| 4.5.2 Description of tests to be made .....                   | 15 |
| 4.6 Acceptance criteria .....                                 | 15 |
| Bibliography.....                                             | 16 |
| Figure 1 – Test sequence .....                                | 9  |
| Figure 2 – Dye penetration test arrangement .....             | 10 |
| Figure 3 – Tracking wheel test arrangement .....              | 13 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## HIGH-VOLTAGE FUSES –

**Part 4: Additional testing requirements for high-voltage  
expulsion fuses utilizing polymeric insulators**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60282-4 has been prepared by subcommittee 32A: High-voltage fuses, of IEC technical committee 32: Fuses.

The text of this International Standard is based on the following documents:

| FDIS         | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 32A/346/FDIS | 32A/348/RVD      |

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

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

A list of all parts in the IEC 60282 series, published under the general title *High-voltage fuses*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60282-4:2020

## INTRODUCTION

High-voltage expulsion fuses are tested according to IEC 60282-2 which recognizes that fuse-bases may use polymer (non-ceramic) insulators. However, very little additional testing is specified for fuses using such insulators. In the case of polymer post insulators and suspension insulators, only artificial pollution tests are required in accordance with IEC 61592 and IEC 61109, respectively. However, for fuses that use insulators not covered by these International Standards, such as certain fuse-cutouts, the additional testing required is by agreement between manufacturer and user. Fuses that need such "additional testing" are expulsion fuses that utilize polymer insulators in which a single mounting bracket is used, either at the centre of an insulator or connected to two insulators (a "cutout fuse-base"). As the market for expulsion fuses using polymer insulators has grown, manufacturers have introduced many tests in addition to artificial pollution tests, covering other aspects of a fuse's performance. This document formalises such testing and provides standardisation and consistency. It should be noted that the document focusses on product testing as opposed to material testing. In addition to drawing on test procedures covered by IEC 62217:2012, *Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use – General definitions, test methods and acceptance criteria*, material from IEEE Std C37.41™:2016 (primarily 18.1.2 *Long-term deformation/creep testing*) is also used, with the permission of IEEE.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60282-4:2020

## HIGH-VOLTAGE FUSES –

### Part 4: Additional testing requirements for high-voltage expulsion fuses utilizing polymeric insulators

#### 1 Scope

This part of IEC 60282 applies to expulsion fuses complying with IEC 60282-2 and specifies additional testing requirements for fuses employing a cutout fuse-base that utilizes polymeric insulators.

#### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60282-2:2008, *High-voltage fuses – Part 2: Expulsion fuses*

ISO 4287, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface Texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters*

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 868, *Plastics and ebonite – Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)*

#### 3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

##### 3.1

##### **polymeric insulator**

insulator whose insulating body consists of at least one organic based material

Note 1 to entry: Polymeric insulators are also known as non-ceramic insulators.

Note 2 to entry: Coupling devices may be attached to the ends of the insulating body.

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-13]

### 3.2

#### **composite polymeric insulator**

polymeric insulator made of at least two polymeric insulating parts, namely a core and a housing equipped with end fittings

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-02, modified – the term "polymeric" added and the note to entry deleted.]

### 3.3

#### **core** (of a composite polymeric insulator)

central insulating part of a composite polymeric insulator which provides the primary mechanical characteristics of the insulator

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-03, modified – addition of "composite polymeric"; addition of "primary" and "of the insulator"; note to entry deleted.]

### 3.4

#### **housing**

external insulating part(s) of a composite polymeric insulator that provides the necessary creepage distance, other dielectric characteristics of the insulator, and protects the core from the environment

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-09, modified – "of a composite polymeric insulator" and "other dielectric characteristics of the insulator" added.]

### 3.5

#### **insulating body**

insulating assembly that contains the insulator and permanent fittings

### 3.6

#### **insulator trunk**

central insulating part of an insulator from which the sheds project

Note 1 to entry: Also known as shank on smaller insulators.

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-11]

### 3.7

#### **shed** (of an insulator)

insulating part, projecting from the insulator trunk, intended to increase the creepage distance

Note 1 to entry: The shed can be with or without ribs.

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-15]

### 3.8

#### **cutout fuse-base**

fuse-base that uses an insulator or insulators having a single point mounting bracket

Note 1 to entry: The mounting bracket is generally located centrally between the terminals that are mounted at the outer ends of the insulator(s).

### 3.9

#### **resin insulator**

polymeric insulator whose insulating body consists of a solid shank and sheds protruding from the shank made from only one organic based housing material (e.g. cycloaliphatic epoxy)

### 3.10

#### interface

surface between the different materials

Note 1 to entry: Various interfaces occur in most composite insulators, for example:

- between housing and fixing devices;
- between core and housing.

## 4 Type tests

### 4.1 General requirements

Fuses according to this document shall comply with the requirements of IEC 60282-2, except for those that are specifically replaced with requirements specified in this document for the following type tests.

### 4.2 Mechanical tests

#### 4.2.1 Mechanical stressing at temperature extremes

##### 4.2.1.1 General

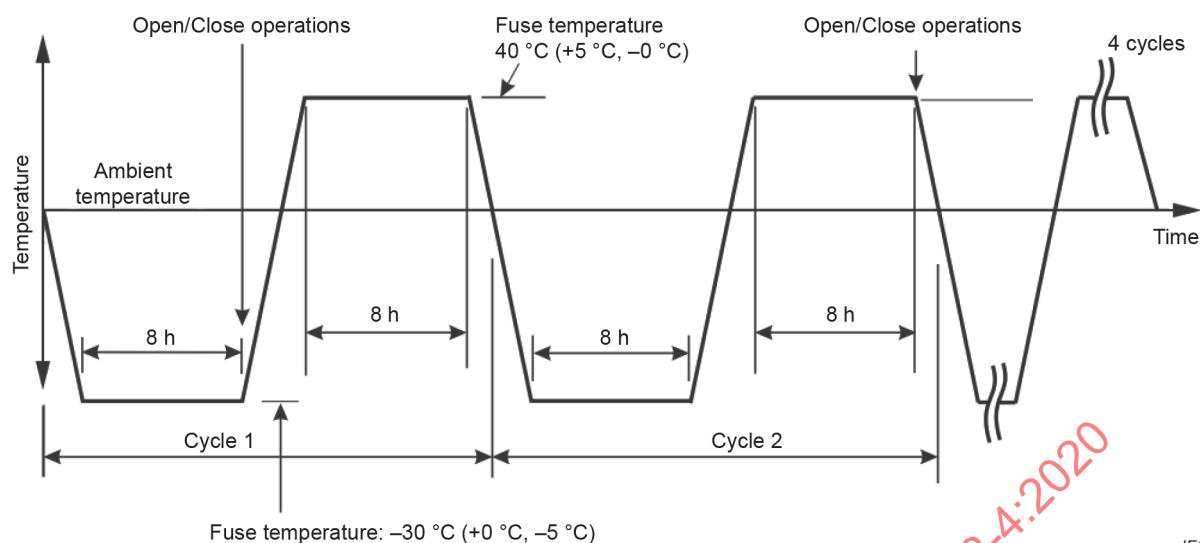
When conducting this test with a fuse using a polymeric insulator(s), it is not necessary to perform the mechanical tests outlined in 8.8.1 of IEC 60282-2:2008. The testing covered in 4.2.1 only applies to devices that can be opened and closed manually.

##### 4.2.1.2 Test procedure

Three new fuses shall be used for this test. The test samples shall consist of the fuse-base, fuse-carrier, and end fittings. The fuse carriers should contain fuse-links of sufficiently high current rating, or dummy links, so that the fuse-links are not subjected to the same endurance test as the fuse-bases and fuse-carriers.

All samples shall be cycled between  $-30\text{ °C}$  ( $+0\text{ °C}$ ,  $-5\text{ °C}$ ) and  $+40\text{ °C}$  ( $+5\text{ °C}$ ,  $-0\text{ °C}$ ). The samples shall remain at each temperature extreme for a minimum of 8 h per cycle. The cycle time from one temperature extreme to the other shall be any convenient value, however the sample rate of temperature change should be no more than  $0,5\text{ °C/min}$  to avoid thermal shock. All samples shall complete 4 cycles (a cycle includes both temperature extremes) resulting in a minimum total test time of approximately 83 h. See Figure 1 for a representation of the preferred test sequence. If the specified minimum ambient air temperature for the fuse is other than  $-30\text{ °C}$  (see IEC 60282-2:2008, 4.1 a)) then this value ( $+0\text{ °C}$ ,  $-5\text{ °C}$ ) shall be used for the minimum temperature of the cycle.

Once per cycle, manual open/close operations shall be performed, using a device approved by the manufacturer. At the end of an eight-hour cold or hot period, each sample is subjected to 50 open/close operations. All operations shall be performed at a minimum  $30^\circ$  angle from centreline with 25 on the right and 25 on the left. The closing force should simulate typical service conditions as recommended by the manufacturer. Tests shall alternate with each cycle such that over the four cycles, a total of 100 open/close operations are performed hot and 100 open/close operations cold. The four-cycle sequence can start with a hot period or cold period, but a cold period is the preferred sequence.



### Figure 1 – Test sequence

#### 4.2.1.3 Acceptance criteria

#### 4.2.1.3.1 Initial acceptance criteria

The following are the initial criteria for successful completion of this test:

- a) Overall length of fuse-base shall comply with manufacturer's specification.
- b) No loose or deformed parts, cracks or other obvious visual deformation in any of the assemblies shall occur.
- c) Each sample shall perform its intended function as demonstrated by 4.2.1.3.2.

#### 4.2.1.3.2 Acceptance testing

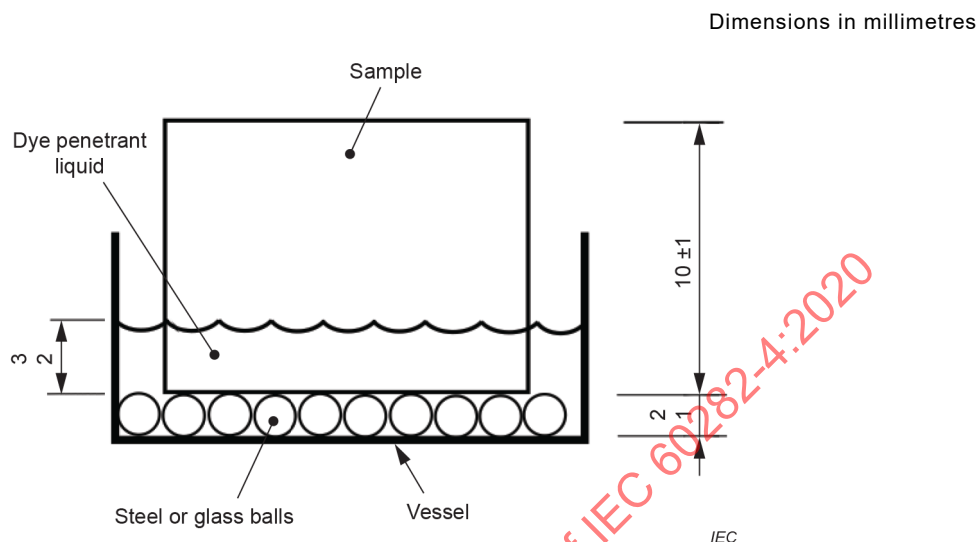
After the samples have passed the initial acceptance criteria listed in 4.2.1.3.1, further tests are performed to determine that the fuse has not received damage to impair its current carrying capability and drop-out capability.

- a) Each sample shall be subjected to a temperature rise test as specified in IEC 60282-2. The temperature rise of individual components may exceed the temperature rise limits specified in IEC 60282-2, provided that all temperature measurements demonstrate that the fuse has reached temperature stability, without thermal runaway occurring.
- b) Each sample shall demonstrate it is capable of full mechanical performance when a fuse element melts. For drop-out devices, capability can be verified by the following process. Each sample shall have a fuse-carrier mounted in the fuse-support with an appropriately sized fuse-link. Sufficient current shall be passed through the fuse to cause the element to melt. The sample shall operate and move to the proper open condition.

#### 4.2.1.4 Dye penetration test for composite polymeric insulators

After the testing detailed in 4.2.1.3.1 and 4.2.1.3.2 a dye penetration test is performed to verify that no damage to the core material occurred during the mechanical tests. Four samples shall be cut from each tested insulator making the cut approximately 90° to the long axis of the insulator. Using a diamond-coated circular saw blade under running cold water is the preferred method, however other cutting methods may be used with agreement from the manufacturer. The length of the samples shall be 10 mm ± 1,0 mm. The cut surfaces shall be smoothed by means of fine abrasive cloth (grain size 180). The cut ends shall be clean and parallel. The specimens shall be placed (long axis of the insulator vertical) on a layer of steel or glass balls of the same diameter (1 mm to 2 mm) in a vessel or tray. A solution of 1 % (by

weight) of Astrazon BR 200<sup>1</sup> in methanol shall be poured into the vessel, its level being 2 mm to 3 mm higher than the level of the balls. See Figure 2 for a representation of this test arrangement. The specimens shall be observed for 15 min. Other, equivalent, products to Astrazon BR 200 may be used.



**Figure 2 – Dye penetration test arrangement**

#### 4.2.1.5 Dye penetration test acceptance criteria

No dye shall rise through the specimens before the 15 min have elapsed. Steps may be taken to prevent dye wicking up the outside surface of the samples.

#### 4.2.2 Long term deformation/creep testing

##### 4.2.2.1 General

This test is for fuses that incorporate composite and/or resin type polymeric insulators.<sup>2</sup>

##### 4.2.2.2 Number of devices to be tested

Three new test samples shall be used for this test, consisting of a fuse-base and a disconnecting blade, or a fuse-base, fuse-carrier and fuse-link. The test procedure is:

- The distance between the upper contact and lower hinge on all three fuse-bases shall be measured.
- The test samples shall be placed into an oven at 75 °C (+5 °C, –0 °C) until all components have reached thermal equilibrium.
- Once all components have reached the proper temperature, the three disconnecting blades or fuse-carriers and fuse-links shall be installed into the three fuse-bases in the closed position.
- After 8 h have passed, the first device is removed and placed in a water bath, at ambient temperature, for one minute. After one minute, the disconnecting blade or fuse-carrier and fuse-link is removed and the distance between the upper contact and lower hinge is measured.

<sup>1</sup> Astrazon BR 200 is an example of a suitable product available commercially. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by the IEC of this product.

<sup>2</sup> Reproduced from IEEE Std C37.41:2016, with the permission of IEEE.

- e) After 24 h have passed, the second device is removed and placed in a water bath, at ambient temperature, for one minute. After one minute, the disconnecting blade or fuse-carrier and fuse-link is removed and the distance between the upper contact and lower hinge is measured.
- f) After 168 h, the final device is removed and placed in a water bath, at ambient temperature, for one minute. After one minute, the disconnecting blade or fuse-carrier and fuse-link is removed and the distance between the upper contact and lower hinge is measured.

#### **4.2.2.3 Acceptance criteria**

- a) The final measured length of all samples shall be within the limits defined by the manufacturer.
- b) Each sample shall be subjected to a temperature rise test at rated current of the fuse-base or fuse-carrier, whichever is lower. The temperature rise of individual components may exceed the temperature rise limits specified in IEC 60282-2, provided that all measurements demonstrate that temperature stability, without thermal runaway, has occurred.
- c) The samples shall demonstrate that they remain capable of proper mechanical performance. For dropout devices, performance shall be verified by the following process. Each sample shall have a fuse-carrier mounted in the fuse-support and current passed through the fuse element sufficient to melt it. The sample shall be verified to have operated and moved to the proper open state.

### **4.3 Environmental tests**

#### **4.3.1 General**

These tests are for fuses that incorporate composite and/or resin type polymeric insulators.

#### **4.3.2 Accelerated weathering test**

##### **4.3.2.1 Test procedure**

Three new fuse-bases shall be selected with labels/markings included, if applicable.

The new fuse-bases shall be subjected to a 1 000 h UV light test using the following test method. Markings on the housing, if any, shall be directly exposed to UV light:

Xenon-arc methods: ISO 4892-2, using cycle 1 with a dark period of 8 h

NOTE More information on accelerated weathering tests can be found in CIGRE Technical Brochure No. 488.

##### **4.3.2.2 Acceptance criteria**

After the test, markings on shed or housing material shall still be legible; cracks, blisters, and crumbling are not permitted. General surface degradation shall be measured using the following method.

Two surface roughness measurements shall be made on each of the three specimens. The roughness, R<sub>z</sub> as defined in ISO 4287, shall be measured along a sampling length of at least 2,5 mm. R<sub>z</sub> shall not exceed 0,1 mm.

A 1 min dry power frequency withstand voltage test shall be performed on each sample (fitted with a disconnecting blade, or a fuse-carrier and fuse-link) as specified in IEC 60060-1. Each sample shall withstand its rated short-duration power frequency withstand voltage. If flashover or puncture occurs, the fuse shall be considered to have failed the test.

### 4.3.3 Tracking and erosion test

#### 4.3.3.1 General

These tests are for fuses that incorporate composite and/or resin type polymeric insulators.

Three samples shall be selected for the test procedure in 4.3.3.2, and for acceptance criteria testing in 4.3.3.3. A fourth sample shall be selected for acceptance criteria testing in 4.2.2.3. This fourth reference sample shall not be tested in accordance with 4.3.3.2.

The devices shall be mounting on a tracking wheel. The tracking wheel cycles each device through 4 periods: submersion, drip, energized, and cooling, see Figure 3 for reference. The saline solution in the tank shall contain deionized water and  $1,40 \pm 0,06\text{g/l}$  of NaCl.

#### 4.3.3.2 Test procedure

- a) Set up and energize the circuit. The test voltage shall be no less than 58 % of the device's maximum rated voltage. The test circuit, when loaded with a resistive current of 250 mA (RMS) on the high-voltage side, shall experience a maximum drop of 5 %.
- b) Each sample shall be exposed to 30 000 cycles. One cycle shall consist of one insulator rotating through each period. Each cycle shall be completed in  $200\text{ s} \pm 25\text{ s}$ , with the insulator being stationary no less than 80 % of the cycle time. Each of the 4 periods shall be approximately equal in duration. Several interruptions of the test for inspection purposes, each of these not exceeding 15 min, are permissible. Interruption periods shall not be counted in the test duration.
- c) The test samples shall be given a 24-hour recovery period after each 96 h test period. During this period, the test procedure remains unchanged, except that the saline solution is removed from the dip tank.

The 24 h recovery period may be omitted upon agreement with the manufacturer and test station.

- d) Upon completion of all 30 000 cycles. The samples shall be removed and evaluated within a 48 h period.

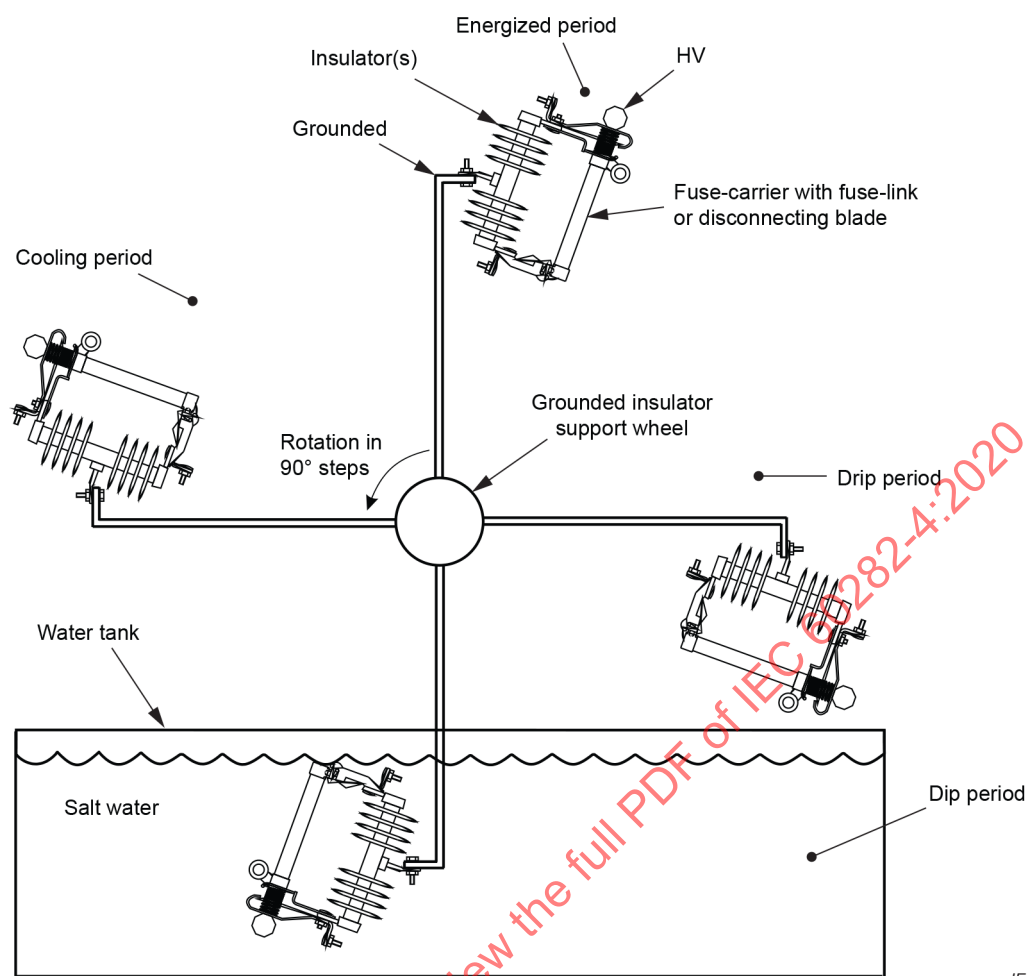
The tracking and erosion test shall be regarded as passed if all samples met the following criteria and the acceptance testing according to 4.3.3.3:

- Each sample shall complete all 30 000 cycles without the leakage current rising above 250 mA.
- No punctures of a shed, housing or interface.
- For composite insulators: tracking/erosion shall not reach the core.
- For resin insulators: erosion depth is less than 3 mm.

#### 4.3.3.3 Acceptance testing procedure

Each aged sample and reference sample shall be subjected to the following tests. The procedures shall be completed in the following order.

- a) Rinse all samples with deionized water.
- b) Measure the resistance using a mega-ohm meter with a test voltage not less than 1 kV. The resistance shall not be less than 3 MΩ. Three measurements shall be taken: end fitting to end fitting and each end fitting to the centre fitting.
- c) Steep-front impulse voltage test and acceptance criteria according to 4.4.3.2.
- d) Dry power frequency withstand voltage test and acceptance criteria according to 4.4.3.3.
- e) Lightning impulse voltage dry test according to IEC 60060-1. Impulse wave shape shall be the standard 1,2/50 μs. Each sample shall withstand 80 % of its rated lightning impulse withstand voltage.



IEC

**Figure 3 – Tracking wheel test arrangement**

#### 4.3.4 Flammability test

No flammability tests are required for any type of polymeric insulator being part of cut out fuse bases. However, if required by the customer, further information on flammability testing associated with polymer insulators can be found in IEC 62217.

### 4.4 Tests on interfaces and connections of end fittings

#### 4.4.1 General

This testing is for fuses that incorporate composite and/or resin type polymeric insulators. A test sample shall consist of a fuse-base and a disconnecting blade, or a fuse-base, fuse-carrier, and fuse-link.

Fuses using composite polymeric insulators are subject to pre-stressing. For pre-stressing, three samples shall be selected. A fourth sample shall be selected for verification tests (4.4.3) but this reference sample shall not be pre-stressed.

Fuses that do not require pre-stressing (i.e. those that use resin insulators) before the verification tests do not require the use of a reference sample as the tested fuses are used to determine the reference flashover voltage. Three samples shall be tested.

#### 4.4.2 Water immersion pre-stressing procedure

Pre-stressing only applies to fuses using composite polymeric insulators. Only the fuse-base is required to undergo the pre-stressing procedure.

- a) The hardness of the insulator housing shall be measured for each sample. Measurement shall be in accordance with ISO 868 using a Shore A Durometer.
- b) Each sample shall be boiled for 100 h in water having 0,1 % by weight of NaCl.
- c) After boiling, each insulator sample shall be allowed to cool and rinsed with deionized water.
- d) The hardness shall be re-measured. The hardness shall not have changed by more than 20 %.
- e) The verification tests (4.4.3) shall be completed within 48 h of the samples being removed from the boiling water.

#### 4.4.3 Verification tests

##### 4.4.3.1 General

The following verification tests apply to fuses that incorporate composite and/or resin type polymeric insulators. Tests in 4.4.3.2 shall be performed before tests in 4.4.3.3. Additionally, for composite polymeric insulators, the procedure in 4.4.2 shall be performed prior to tests in 4.4.3.2.

##### 4.4.3.2 Steep-front impulse voltage test

Each sample, and the reference sample if necessary, shall be subjected to steep-front impulse flashovers resulting from ten positive and ten negative voltage waves. The voltage shall rise at a minimum of 1 000 kV/ $\mu$ s. For an example of these waves see IEC 60060-1:2010, Figure 12. The samples shall be mounted per the manufacturer's specification with fuse-carriers or disconnecting blades installed in the fuse-base. The fuse-base shall be earthed and both terminals energised. The test shall be regarded as passed if all samples met the following criteria:

- Each impulse shall cause an external flashover.
- For composite insulators: there are no punctures that expose the core.
- For resin insulators: there are no punctures to any potted fittings.

NOTE The typical industry perspective is that punctures of any kind are not allowed. However, the intent of this test is to significantly stress the interface between core and housing, or fitting and resin insulator, by subjecting the cutout to a "failure" mode (flashover). Based on the typical construction of composite polymer cutouts, punctures to the centrally located mounting bracket may not impact the rated dielectric strength of some designs. To test this, additional, subsequent, tests are specified. These are a dry power frequency test in 4.4.3.3, and in the case of the tracking and erosion test (4.3.3), after the testing performed in accordance with 4.4.3.2 and 4.4.3.3 a lightning impulse test is performed (see 4.3.3.3). Note that for these tests, any (additional) punctures are not allowed.

##### 4.4.3.3 Dry power frequency test

The dry power frequency voltage (reference flashover voltage) shall be determined by averaging five flashover voltages on each sample. If a reference sample is being used, the average flashover voltage for this sample is the reference flashover voltage. The reference flashover voltage shall be corrected to normal standard atmospheric conditions in accordance with IEC 60060-1. The flashover voltage shall be obtained by increasing the voltage linearly from zero within 1 min.

Before commencing the following test, the shank temperature on all test samples, including the reference sample if applicable, shall be determined by averaging three values measured between the sheds along the length of the insulator(s) (reference temperature).

The test samples, and the reference test sample if applicable, shall then be continuously subjected for 30 min to 80 % of the reference flashover voltage.

Measurement of the shank temperature on all test specimens, and of the reference sample if applicable, shall be repeated immediately after the removal of the test voltage.

The test shall be regarded as passed if all samples meet the following criteria:

- The average flashover voltage of a pre-stressed sample shall be greater than or equal to 90 % of the reference flashover voltage.
- There are no additional punctures of the shed, housing or interface.
- The difference between the temperature rise of the pre-stressed samples and the reference sample shall be less than 10 K.
- In cases where there is no reference sample, then the maximum temperature rise shall be less than 20 K compared to the reference temperature determined prior to the power frequency tests.

#### **4.5 Breaking tests with dye penetration**

##### **4.5.1 General**

This test applies to fuses that use composite and/or resin type polymeric insulators. The purpose of the test is to assess the interrupting performance of fuse-bases incorporating polymeric insulators.

##### **4.5.2 Description of tests to be made**

The breaking tests shall be made with single-phase alternating current.

Tests shall be made in accordance with IEC 60282-2:2008, 8.6, Test Duty 1: Verification of operation with the rated maximum breaking current  $I_1$ .

It is not necessary to perform additional Test Duty 1 tests to those specified in IEC 60282-2:2008. Fuse-supports from tests performed in accordance with Test Duty 1 of IEC 60282-2:2008, 8.6 may be used to evaluate the requirements of 4.5.

#### **4.6 Acceptance criteria**

- a) There shall be no visible damage to the polymeric insulator(s) and test samples shall meet the requirements of IEC 60282-2:2008, 7.2.
- b) For fuses that use composite polymeric insulators, samples cut from each tested insulator shall be subjected to a dye penetration test in accordance to the requirements of 4.2.1.4 in order to verify that no damage to the core material has occurred. The fuses are considered to have passed the tests if all samples meet the requirements in 4.2.1.5.

## Bibliography

IEC 62217:2012, *Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use – General definitions, test methods and acceptance criteria*

IEEE C37.41™-2016, *IEEE Standard Design Tests for High-Voltage (>1000 V) Fuses and Accessories*

CIGRE Technical Brochure No. 488, *Resistance to Weathering and UV Radiation of Polymeric Materials for Outdoor Insulation*

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60282-4:2020

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60282-4:2020

## SOMMAIRE

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                        | 19 |
| INTRODUCTION.....                                                         | 21 |
| 1 Domaine d'application .....                                             | 22 |
| 2 Références normatives .....                                             | 22 |
| 3 Termes et définitions .....                                             | 22 |
| 4 Essais de type .....                                                    | 24 |
| 4.1 Exigences générales.....                                              | 24 |
| 4.2 Essais mécaniques .....                                               | 24 |
| 4.2.1 Contraintes mécaniques à des températures extrêmes .....            | 24 |
| 4.2.2 Essais de déformation/fluage à long terme .....                     | 26 |
| 4.3 Essais d'environnement .....                                          | 27 |
| 4.3.1 Généralités .....                                                   | 27 |
| 4.3.2 Essai accéléré de résistance aux intempéries.....                   | 27 |
| 4.3.3 Essai de cheminement et d'érosion.....                              | 28 |
| 4.3.4 Essai d'inflammabilité .....                                        | 30 |
| 4.4 Essais sur les interfaces et connexions d'armatures d'extrémité ..... | 30 |
| 4.4.1 Généralités .....                                                   | 30 |
| 4.4.2 Modalités de précontrainte par immersion dans l'eau.....            | 31 |
| 4.4.3 Essais de vérification.....                                         | 31 |
| 4.5 Essais de coupure avec pénétration de colorant .....                  | 32 |
| 4.5.1 Généralités .....                                                   | 32 |
| 4.5.2 Description des essais à effectuer .....                            | 32 |
| 4.6 Critères d'acceptation .....                                          | 32 |
| Bibliographie.....                                                        | 33 |
| Figure 1 – Séquence d'essais .....                                        | 25 |
| Figure 2 – Montage de l'essai de pénétration de colorant.....             | 26 |
| Figure 3 – Montage d'essai pour la roue d'endurance .....                 | 30 |

## COMMISSION ÉLECTRONIQUE INTERNATIONALE

## FUSIBLES À HAUTE TENSION –

**Partie 4: Exigences d'essai supplémentaires pour  
les fusibles à expulsion à haute tension  
utilisant des isolateurs polymériques**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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 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.

La Norme internationale IEC 60282-4 a été établie par le sous-comité 32A: Coupe-circuits à fusibles à haute tension, du comité d'études 32 de l'IEC: Coupe-circuits à fusibles.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| FDIS         | Rapport de vote |
| 32A/346/FDIS | 32A/348/RVD     |

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60282, publiées sous le titre général *Fusibles à haute tension* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60282-4:2020

## INTRODUCTION

Les fusibles à expulsion à haute tension sont soumis à l'essai conformément à l'IEC 60282-2, qui reconnaît que les socles peuvent utiliser des isolateurs polymériques (non céramiques). Cependant, très peu d'essais complémentaires sont spécifiés pour les fusibles qui utilisent ce type d'isolateurs. En cas de supports isolants et d'isolateurs de suspension polymériques, seuls des essais de pollution artificielle sont exigés conformément à l'IEC 61592 et à l'IEC 61109, respectivement. Cependant, pour les fusibles qui utilisent des isolateurs non couverts par ces Normes internationales, tels que certains fusibles-déconnecteurs, les essais supplémentaires exigés font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. Les fusibles qui nécessitent ces "essais supplémentaires" sont les fusibles à expulsion qui utilisent des isolateurs polymériques dans lesquels un seul support de fixation est utilisé, soit au centre d'un isolateur, soit raccordé à deux isolateurs (un "socle de déconnecteur"). Par suite de la croissance du marché des fusibles à expulsion utilisant des isolateurs polymériques, les fabricants ont introduit de nombreux essais en plus des essais de pollution artificielle, couvrant d'autres aspects des performances d'un fusible. Le présent document formalise ces essais et assure leur normalisation et leur cohérence. Il convient de noter que le présent document traite des essais de produits par opposition aux essais de matériaux. En plus de s'appuyer sur les procédures d'essai spécifiées dans l'IEC 62217:2012, *Isolateurs polymériques à haute tension pour utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur – Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation*, le contenu de l'IEEE Std C37.41™:2016 (principalement le 18.1.2, *Long-term deformation/creep testing*) est également utilisé, avec l'autorisation de l'IEEE.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60282-4:2020

## FUSIBLES À HAUTE TENSION –

### Partie 4: Exigences d'essai supplémentaires pour les fusibles à expulsion à haute tension utilisant des isolateurs polymériques

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60282 s'applique aux fusibles à expulsion conformes à l'IEC 60282-2 et spécifie les exigences d'essai supplémentaires pour les fusibles qui comprennent un socle de déconnecteur à isolateurs polymériques.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 60060-1:2010, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60282-2:2008, *Fusibles à haute tension – Partie 2: Coupe-circuit à expulsion*

ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) – État de surface: Méthode du profil – Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 4892-2, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ISO 868, *Plastiques et ébonite – Détermination de la dureté par pénétration au moyen d'un duromètre (dureté Shore)*

#### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

##### 3.1

##### **isolateur polymérique**

isolateur dont le corps isolant se compose d'au moins un matériau organique

Note 1 à l'article: Cette note ne s'applique qu'au texte anglais.

Note 2 à l'article: Des dispositifs de couplage peuvent être fixés aux extrémités du corps isolant.

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-13]

### 3.2

#### **isolateur polymérique composite**

isolateur polymérique constitué d'au moins deux parties polymériques isolantes, un noyau et un revêtement, et équipé d'armatures d'extrémité

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-02, modifié – ajout du terme "polymérique" et suppression de la note à l'article.]

### 3.3

#### **noyau** (d'un isolateur polymérique composite)

partie isolante interne d'un isolateur polymérique composite qui assure les principales caractéristiques mécaniques de l'isolateur

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-03, modifié – ajout de "polymérique composite"; ajout de "principales" et "de l'isolateur"; suppression de la note à l'article.]

### 3.4

#### **revêtement**

partie(s) isolante(s) externe(s) d'un isolateur composite, qui assure la ligne de fuite nécessaire et les autres caractéristiques diélectriques de l'isolateur et qui protège le noyau de l'environnement

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-09, modifié – ajout de "isolateur polymérique composite" et "et les autres caractéristiques diélectriques de l'isolateur".]

### 3.5

#### **corps d'isolateur**

ensemble isolant qui comprend l'isolateur et ses accessoires permanents

### 3.6

#### **fût d'un isolateur**

partie isolante centrale d'un isolateur situé entre les ailettes

Note 1 à l'article: Cette note ne s'applique qu'au texte anglais.

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-11]

### 3.7

#### **ailette** (d'un isolateur)

partie isolante en saillie sur le fût d'un isolateur, destinée à augmenter la ligne de fuite

Note 1 à l'article: Une ailette peut être avec ou sans ondulations.

[SOURCE: IEC 60050-471:2007, 471-01-15]

### 3.8

#### **socle de déconnecteur**

socle qui utilise un ou plusieurs isolateurs ayant un seul support de fixation

Note 1 à l'article: Le support de fixation est généralement situé au centre entre les bornes montées aux extrémités extérieures de l'isolateur ou des isolateurs.

### 3.9

#### **isolateur en résine**

isolateur polymérique dont le corps isolant se compose d'un fût solide et d'ailettes dépassant du fût, réalisées à partir d'un seul matériau de revêtement organique (par exemple, époxy cycloaliphatique)

### 3.10

#### interface

surface de contact entre les différents matériaux

Note 1 à l'article: Plusieurs isolateurs composites présentent plusieurs interfaces, à savoir:

- entre le revêtement et les armatures de fixation;
- entre le noyau et le revêtement.

## 4 Essais de type

### 4.1 Exigences générales

D'après le présent document, les fusibles doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60282-2, à l'exception de ceux spécifiquement remplacés selon les exigences spécifiées dans le présent document pour les essais de type suivants.

### 4.2 Essais mécaniques

#### 4.2.1 Contraintes mécaniques à des températures extrêmes

##### 4.2.1.1 Généralités

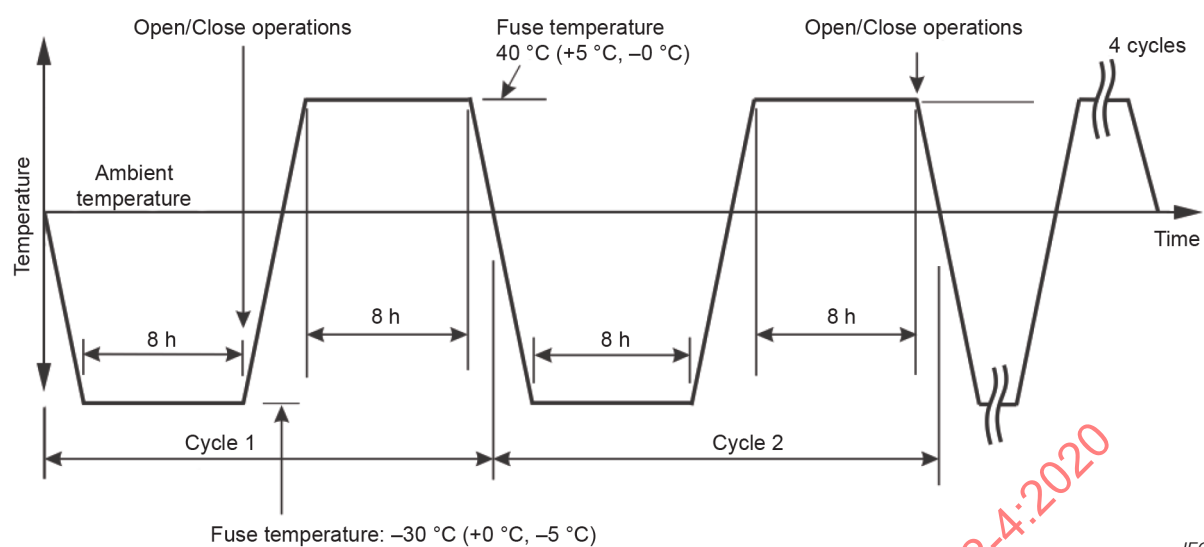
Lorsque cet essai est effectué avec un fusible qui utilise un ou plusieurs isolateurs polymériques, il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais mécaniques décrits en 8.8.1 de l'IEC 60282-2:2008. Les essais couverts par le 4.2.1 s'appliquent uniquement aux appareils pouvant être ouverts et fermés manuellement.

##### 4.2.1.2 Modalités d'essai

Trois nouveaux fusibles doivent être utilisés pour cet essai. Les échantillons d'essai doivent comprendre un socle, un porte-élément de remplacement et des armatures d'extrémité. Il convient que le porte-élément de remplacement contienne un élément de remplacement de courant assigné suffisamment élevé ou un élément factice de sorte que l'élément de remplacement ne soit pas soumis au même essai d'endurance que le socle et le porte-élément de remplacement.

Tous les échantillons doivent être soumis à des cycles à des températures comprises entre  $-30\text{ °C}$  ( $+0\text{ °C}$ ,  $-5\text{ °C}$ ) et  $+40\text{ °C}$  ( $+5\text{ °C}$ ,  $-0\text{ °C}$ ). Les échantillons doivent rester à chaque extrême de température pendant au minimum 8 h par cycle. La durée de cycle d'un extrême de température à l'autre doit avoir une valeur pratique quelconque; cependant, il convient que le taux d'échantillonnage de la variation de température ne dépasse pas  $0,5\text{ °C/min}$  pour éviter les chocs thermiques. Tous les échantillons doivent être soumis à 4 cycles (un cycle comprend les deux extrêmes de température), ce qui correspond à une durée totale d'essai d'environ 83 h. La Figure 1 donne une représentation de la séquence préférentielle d'essais. Si la température minimale spécifiée de l'air ambiant pour le fusible diffère de  $-30\text{ °C}$  (voir 4.1 a) de l'IEC 60282-2:2008), cette valeur ( $+0\text{ °C}$ ,  $-5\text{ °C}$ ) doit être utilisée pour la température minimale du cycle.

Une fois par cycle, des opérations manuelles d'ouverture/de fermeture doivent être effectuées à l'aide d'un appareil approuvé par le fabricant. À la fin d'une période froide ou chaude de 8 h, chaque échantillon est soumis à 50 opérations d'ouverture/de fermeture. Toutes les opérations doivent être effectuées à un angle minimal de  $30^\circ$  du centre, 25 opérations étant effectuées à droite du centre et les 25 autres étant effectuées à gauche du centre. Il convient que la force de fermeture simule les conditions de service habituelles recommandées par le fabricant. Les essais doivent alterner les cycles de sorte que, parmi les 4 cycles, un total de 100 opérations d'ouverture/de fermeture soient effectuées à chaud et 100 opérations d'ouverture/de fermeture soient effectués à froid. La séquence de 4 cycles peut commencer avec une période chaude ou une période froide, mais il est préférable de commencer la séquence par une période froide.



IEC

| Anglais                             | Français                                  |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|
| Temperature                         | Température                               |
| Open/Close operations               | Opérations d'ouverture/de fermeture       |
| Fuse temperature -30°C (+0°C, -5°C) | Température du fusible -30°C (+0°C, -5°C) |
| Ambient temperature                 | Température ambiante                      |
| Time                                | Durée                                     |

Figure 1 – Séquence d'essais

#### 4.2.1.3 Critères d'acceptation

##### 4.2.1.3.1 Critères initiaux d'acceptation

Les critères suivants sont les critères initiaux à remplir pour effectuer l'essai avec succès:

- La longueur globale du socle doit être conforme aux spécifications du fabricant.
- Aucun des ensembles ne doit présenter de pièces détachées ou déformées, de fissures ou d'autres déformations visuelles évidentes.
- Chaque échantillon doit effectuer sa fonction prévue telle que spécifiée en 4.2.1.3.2.

##### 4.2.1.3.2 Essais de réception

Dès lors que les échantillons ont rempli les critères d'acceptation énumérés en 4.2.1.3.1, d'autres essais sont effectués pour vérifier que le fusible n'a pas été endommagé compromettant son aptitude de transport du courant et son aptitude d'ouverture automatique.

- Chaque échantillon doit être soumis à un essai d'échauffement comme cela est spécifié dans l'IEC 60282-2. L'échauffement des composants individuels peut dépasser les limites d'échauffement spécifiées dans l'IEC 60282-2 à condition que tous les mesurages de température démontrent que le fusible a atteint une stabilité en température sans emballement thermique.
- Chaque échantillon doit démontrer qu'il est en mesure d'atteindre ses performances mécaniques nominales lors de la fusion d'un élément fusible. Pour les appareils à ouverture automatique, l'aptitude peut être vérifiée par le processus suivant. Chaque échantillon doit être équipé d'un porte-élément de remplacement monté dans le socle avec un élément de remplacement de dimensions appropriées. Une quantité suffisante de courant doit traverser le fusible pour provoquer la fusion de l'élément. L'échantillon doit fonctionner et se mettre dans la position appropriée d'ouverture.

#### 4.2.1.4 Essai de pénétration de colorant pour les isolateurs polymériques composites

Après les essais décrits en 4.2.1.3.1 et 4.2.1.3.2, un essai de pénétration de colorant est effectué afin de vérifier l'absence de dommages sur le matériau du noyau lors des essais mécaniques. Quatre échantillons doivent être prélevés à partir de chaque isolateur soumis à l'essai, à un angle d'environ 90° par rapport à l'axe longitudinal de l'isolateur. Il est préférable d'utiliser une lame diamantée de scie circulaire sous l'eau froide; cependant, d'autres méthodes de prélèvement peuvent être utilisées avec l'accord du fabricant. La longueur des échantillons doit être de  $10 \text{ mm} \pm 1,0 \text{ mm}$ . Les surfaces prélevées doivent être polies au moyen d'une toile abrasive fine (granulométrie 180). Les extrémités prélevées doivent être propres et parallèles. Les éprouvettes doivent être placées (l'axe longitudinal de l'isolateur étant en position verticale) sur une couche de billes d'acier ou de verre de même diamètre (1 mm à 2 mm) dans un récipient ou un plateau. Une solution de 1 % (au poids) d'Astrazon BR 200<sup>1</sup> dans du méthanol doit être versée dans le récipient, son niveau étant de 2 mm à 3 mm supérieur au niveau des billes. La Figure 2 donne une représentation de ce montage d'essai. Les éprouvettes doivent être observées pendant 15 min. Des produits équivalents d'Astrazon BR 200 peuvent être utilisés.

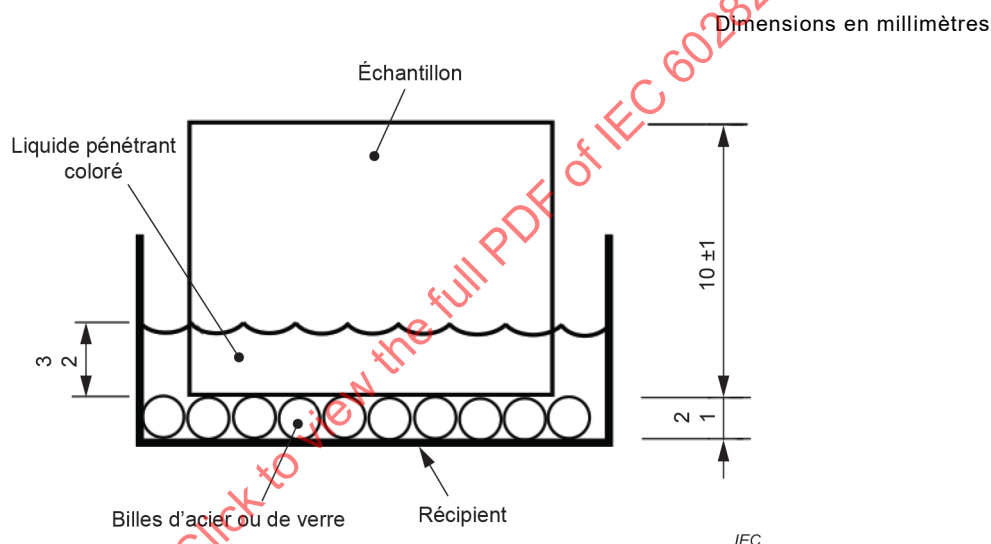


Figure 2 – Montage de l'essai de pénétration de colorant

#### 4.2.1.5 Critères d'acceptation de l'essai de pénétration de colorant

Aucun colorant ne doit remonter à la surface des éprouvettes avant que les 15 min se soient écoulées. Des mesures peuvent être prises pour empêcher le colorant de cheminer le long de la surface extérieure des éprouvettes par effet de mèche.

### 4.2.2 Essais de déformation/fluage à long terme

#### 4.2.2.1 Généralités

Cet essai s'applique aux fusibles qui comprennent des isolateurs polymériques composites et/ou en résine.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Astrazon BR 200 est un exemple de produit approprié disponible sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'IEC approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné.

<sup>2</sup> Reproduit d'après l'IEEE Std C37.41:2016, avec l'autorisation de l'IEEE.

#### 4.2.2.2 Nombre d'appareils à soumettre à l'essai

Trois nouveaux échantillons d'essai doivent être utilisés pour cet essai, dont un socle et un couteau de sectionnement, ou un socle, un porte-élément de remplacement et un élément de remplacement. Les modalités d'essai sont les suivantes:

- a) La distance entre le contact supérieur et la charnière inférieure doit être mesurée sur les trois socles.
- b) Les échantillons d'essai doivent être placés dans une étuve à 75 °C (+5 °C, -0 °C) jusqu'à ce que tous les composants aient atteint l'équilibre thermique.
- c) Lorsque tous les composants ont atteint la bonne température, les trois couteaux de sectionnement ou porte-élément de remplacement et éléments de remplacement doivent être installés dans les trois socles dans la position de fermeture.
- d) Après 8 h, le premier appareil est retiré et placé dans un bain d'eau à la température ambiante pendant 1 min. Après 1 min, le couteau de sectionnement ou le porte-élément de remplacement et l'élément de remplacement sont retirés et la distance entre le contact supérieur et la charnière inférieure est mesurée.
- e) Après 24 h, le deuxième appareil est retiré et placé dans un bain d'eau à la température ambiante pendant 1 min. Après 1 min, le couteau de sectionnement ou le porte-élément de remplacement et l'élément de remplacement sont retirés et la distance entre le contact supérieur et la charnière inférieure est mesurée.
- f) Après 168 h, le dernier appareil est retiré et placé dans un bain d'eau à la température ambiante pendant 1 min. Après 1 min, le couteau de sectionnement ou le porte-élément de remplacement et l'élément de remplacement sont retirés et la distance entre le contact supérieur et la charnière inférieure est mesurée.

#### 4.2.2.3 Critère d'acceptation

- a) La longueur finale mesurée de tous les échantillons doit être comprise dans les limites définies par le fabricant.
- b) Chaque échantillon doit être soumis à un essai d'échauffement au courant assigné du socle ou du porte-élément de remplacement, en gardant le courant assigné le plus faible. L'échauffement des composants individuels peut dépasser les limites d'échauffement spécifiées dans l'IEC 60282-2 à condition que tous les mesurages prouvent une stabilité en température sans emballement thermique.
- c) Les échantillons doivent démontrer qu'ils restent en mesure d'atteindre les performances mécaniques appropriées. Pour les appareils à ouverture automatique, les performances doivent être vérifiées par le processus suivant. Chaque échantillon doit être équipé d'un porte-élément de remplacement monté dans le socle et une quantité suffisante de courant doit traverser l'élément fusible pour provoquer sa fusion. Il faut vérifier que l'échantillon a fonctionné et s'est mis dans la position appropriée d'ouverture.

### 4.3 Essais d'environnement

#### 4.3.1 Généralités

Ces essais s'appliquent aux fusibles qui comprennent des isolateurs polymériques composites et/ou en résine.

#### 4.3.2 Essai accéléré de résistance aux intempéries

##### 4.3.2.1 Modalités d'essai

Trois nouveaux socles doivent être choisis avec des étiquettes/marquages inclus, le cas échéant.

Les nouveaux socles doivent être soumis à un essai UV de 1 000 h, en utilisant la méthode d'essai suivante. Les éventuels marquages sur le revêtement doivent être exposés directement à la lampe UV:

Méthodes à arc au xénon: ISO 4892-2, en utilisant le cycle 1 avec une période d'obscurité de 8 h

NOTE Des informations supplémentaires sur les essais climatiques accélérés peuvent être trouvées dans la brochure technique N° 488 du CIGRÉ.

#### 4.3.2.2 Critères d'acceptation

Après l'essai, les marquages sur le matériau des ailettes ou du revêtement doivent toujours être lisibles; les fissures, cloques et effritements ne sont pas admis. Les dégradations générales de surface doivent être mesurées à l'aide de la méthode suivante.

Deux mesurages de rugosité de la surface doivent être effectués sur chacune des trois éprouvettes. La rugosité, Rz, telle que définie dans l'ISO 4287, doit être mesurée sur une longueur d'échantillonnage d'au moins 2,5 mm. Rz ne doit pas dépasser 0,1 mm.

Un essai de tenue en tension à fréquence industrielle à sec de 1 min doit être effectué sur chaque échantillon (équipé d'un couteau de sectionnement ou d'un porte-élément de remplacement et d'un élément de remplacement) tel que spécifié dans l'IEC 60060-1. Chaque échantillon doit résister à sa tension de tenue assignée de courte durée à fréquence industrielle. En cas de contournement ou de perforation, le fusible doit être considéré comme ayant échoué à l'essai.

#### 4.3.3 Essai de cheminement et d'érosion

##### 4.3.3.1 Généralités

Ces essais s'appliquent aux fusibles qui comprennent des isolateurs polymériques composites et/ou en résine.

Trois échantillons doivent être choisis pour les modalités d'essai en 4.3.3.2 et pour les critères d'acceptation en 4.3.3.3. Un quatrième échantillon doit être choisi pour les essais de satisfaction aux critères d'acceptation en 4.2.2.3. Ce quatrième échantillon de référence ne doit pas être soumis à l'essai conformément à 4.3.3.2.

Les appareils doivent être montés sur une roue d'endurance. La roue d'endurance soumet chaque appareil à 4 périodes cycliques: la submersion, l'égouttage, la mise sous tension et le refroidissement; voir la Figure 3 à titre de référence. La solution saline située dans le bac doit contenir de l'eau désionisée et  $1,40 \pm 0,06$  g/l de NaCl.

##### 4.3.3.2 Modalités d'essai

- a) Mettre en place le circuit et le mettre sous tension. La tension d'essai doit être supérieure ou égale à 58 % de la tension maximale assignée de l'appareil. Le circuit d'essai, lorsqu'il est chargé avec un courant résistif de 250 mA (valeur efficace) du côté haute tension, doit être soumis à une chute maximale de 5 %.
- b) Chaque échantillon doit être soumis à 30 000 cycles. Un cycle doit comprendre la rotation d'un isolateur au cours de chaque période. Chaque cycle doit être effectué en  $200 \text{ s} \pm 25 \text{ s}$ , l'isolateur étant fixe pendant au moins 80 % de la durée du cycle. Les 4 périodes doivent chacune avoir environ la même durée. Plusieurs interruptions de l'essai à des fins d'examen, chacun de ces essais ne dépassant pas 15 min, sont admissibles. Les périodes d'interruption ne doivent pas être comptées dans la durée de l'essai.
- c) Les échantillons d'essai doivent être soumis à une période de rétablissement de 24 h après chaque période d'essai de 96 h. Pendant cette période, les modalités d'essai restent inchangées, à l'exception de la solution saline, qui est retirée du bac de trempage.

La période de rétablissement de 24 h peut être omise avec l'accord du fabricant et du poste d'essai.

- d) À l'issue des 30 000 cycles, les échantillons doivent être retirés et évalués en 48 h.