

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Low-voltage fuses –
Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar
photovoltaic energy systems**

**Fusibles basse tension –
Partie 6: Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement
utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Low-voltage fuses –
Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar
photovoltaic energy systems**

**Fusibles basse tension –
Partie 6: Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement
utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-88912-188-5

CONTENTS

FOREWORD	4
1 General	6
1.1 Scope and object	6
1.2 Normative references	6
2 Terms and definitions,	7
2.2 General terms	7
3 Conditions for operation in service	10
3.4 Voltage	10
3.4.1 Rated voltage	10
3.5 Current	10
3.5.1 Rated Current	10
3.6 Frequency, power factor and time constant	10
3.6.1 Frequency	10
3.6.2 Power factor	10
3.6.3 Time constant	10
3.10 Temperature inside an enclosure	11
4 Classification	11
5 Characteristics of fuses	11
5.1 Summary of characteristics	11
5.1.2 Fuse-links	11
5.2 Rated voltage	11
5.5 Rated power dissipation of the fuse-link	11
5.6 Limits of time-current characteristics	11
5.6.1 Time-current characteristics, time-current zones	11
5.6.2 Conventional times and currents	11
5.6.3 Gates	12
5.7 Breaking range and breaking capacity	12
5.7.1 Breaking range and utilization category	12
5.7.2 Rated breaking capacity	12
6 Markings	12
6.2 Markings on fuse-links	12
7 Standard conditions for construction	12
7.5 Breaking capacity	12
8 Tests	13
8.1 General	13
8.1.4 Arrangement of the fuse and dimensions	13
8.1.5 Testing of fuse-links	13
8.3 Verification of temperature rise limits and power dissipation	14
8.3.1 Arrangement of the fuse-link	14
8.3.3 Measurement of power dissipation of the fuse-link	14
8.3.5 Acceptability of test results	14
8.4 Verification of operation	15
8.4.1 Arrangement of fuse-link	15
8.4.3 Test method and acceptability of test results	15
8.5 Verification of the breaking capacity	15
8.5.1 Arrangement of the fuse	15

8.5.5 Test method	16
8.5.8 Acceptability of test results	16
8.11 Mechanical and miscellaneous tests	17
Annex AA (normative) Examples of standardized fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems	19
Annex BB (informative) Guidance for the protection of Photovoltaic string and array with fuse-links designed for PV applications	27
Bibliography	28
 Figure 101 – Current of test cycling	18
Figure AA.1 – Fuse-links with cylindrical contact caps, type A	20
Figure AA.2 – Fuse-links with cylindrical contact caps type A with striker – Additional dimensions for sizes 14 × 51, 20 × 127 and 22 × 127 only	21
Figure AA.3 – North American cylindrical fuse-links with blade contacts – Sizes 61-600 A	22
Figure AA.4 – Fuse-links with blade contacts, type C, C referring IEC 60269-2 “Fuse system A (NH fuse system)”	24
Figure AA.5 – Fuse-links with long blade contacts, type D	26
 Table 101 – Conventional times and currents for “gPV” fuse-links	12
Table 102 – Survey of complete tests on fuse-links and number of fuse-links to be tested	13
Table 103 – Survey of tests on fuse-links of the smallest rated current of a homogeneous series and number of fuse-links to be tested	14
Table 104 – Values for breaking-capacity tests on “gPV” fuse-links	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE FUSES -

**Part 6: Supplementary requirements for fuse-links
for the protection of solar photovoltaic energy systems**

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 60269-6 has been prepared by subcommittee 32B: Low-voltage fuses, of IEC technical committee 32: Fuses.

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

FDIS	Report on voting
32B/561/FDIS	32B/569/RVD

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

This part is to be used in conjunction with IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses, Part 1: General requirements*.

This Part 6 supplements or modifies the corresponding clauses or subclauses of Part 1.
<http://solargostaran.com>

Where no change is necessary, this Part 6 indicates that the relevant clause or subclause applies.

Tables and figures which are additional to those in Part 1 are numbered starting from 101.

Additional annexes are lettered AA, BB, etc.

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

A list of all parts of the IEC 60269 series, under the general title: *Low-voltage fuses*, can be found on the IEC website.

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

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

LOW-VOLTAGE FUSES –

Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems

1 General

IEC 60269-1 applies with the following supplementary requirements.

Fuse-links for the protection of solar photovoltaic (PV) energy systems shall comply with all requirements of IEC 60269-1, if not otherwise indicated hereinafter, and shall also comply with the supplementary requirements laid down below.

NOTE The abbreviation "PV" (photovoltaic) is used in this document.

1.1 Scope and object

These supplementary requirements apply to fuse-links for protecting PV strings and PV arrays in equipment for circuits of nominal voltages up to 1 500 V d.c.

Their rated voltage may be up to 1 500 V d.c.

NOTE 1 Such fuse-links are commonly referred to as "PV fuse-links".

NOTE 2 In most cases, a part of the associated equipment serves the purpose of a fuse-base. Owing to the great variety of equipment, no general rules can be given; the suitability of the associated equipment to serve as a fuse-base should be subject to agreement between the manufacturer and the user. However, if separate fuse-bases or fuse-holders are used, they should comply with the appropriate requirements of IEC 60269 series.

NOTE 3 PV fuse-links protect down stream inverter components such as capacitors or the discharge of capacitors back into the arrays or array wiring up to the rated breaking capacity.

The object of these supplementary requirements is to establish the characteristics of PV fuse-links in such a way that they can be replaced by other fuse-links having the same characteristics, provided that their dimensions are identical. For this purpose, this standard refers in particular to

- a) the following characteristics of fuses:
 - 1) their rated values;
 - 2) their utilisation category;
 - 3) their temperature rises in normal service;
 - 4) their power dissipation;
 - 4) their time-current characteristics;
 - 6) their breaking capacity;
 - 7) their dimensions or size (if applicable).
- b) type tests for verification of the characteristics of fuses;
- c) the markings on fuses.

1.2 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 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*¹
Amendment 1 (2009)

IEC 60269-2, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to J*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

2 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60269-1 as well as the following apply.

2.2 General terms

2.2.101

photovoltaic fuse-link

fuse-link capable of breaking, under specific conditions, any current value within the breaking range (see 7.5)

NOTE A PV fuse-link operates under two main conditions:

- Short-circuit in a string or in an array which leads to a very low over-current.
- Short-circuit current supplied by the discharge of the PV inverter through a very low inductance. This short-circuit condition leads to a very high rate of rise of current equivalent to a low value of time constant, corresponding to Table 104.

2.2.102

photovoltaic cell

most elementary photovoltaic device which generate d.c. voltage by the absorption of photons

[IEC 61836, 3.1.43 a) and d) modified]

2.2.103

photovoltaic module

complete and environmentally protected assembly of interconnected PV cells

[IEC 61836, 3.1.43 f)]

2.2.104

photovoltaic array, array field, assembly, generator, panel, string, sub-array

2.2.104.1

photovoltaic array

assembly of mechanically integrated and electrically interconnected PV modules, PV panels or PV sub-array and its support structure

2.2.104.2

photovoltaic array field

aggregate of all PV arrays within a given PV system focusing on the mechanical arrangement of the PV technology

2.2.104.3

photovoltaic assembly

PV components that are installed outdoors and remote from its loads, including modules, support structure, foundation, wiring, tracking apparatus, and thermal control (were specified),

¹ There is a consolidated edition 4.1 (2009) that includes IEC 60269-1(2006) and its amendment 1 (2009).
<http://solargostaran.com>

and including junction boxes, charge controllers and inverters depending on the assembly's installed configuration

2.2.104.4**photovoltaic generator**

generator that uses the photovoltaic effect to convert sunlight into electricity

2.2.104.5**photovoltaic panel**

PV modules mechanically integrated, pre-assembled and electrically interconnected

2.2.104.6**photovoltaic string**

circuit of series-connected PV modules

2.2.104.7**photovoltaic sub-array**

portion of a PV array that can be considered as a unit

[IEC 61836, 3.3.56 a), b), c), d), e), f) and g)]

2.2.105**inverter**

electric energy converter that changes direct electric current to single-phase or polyphase alternating currents

[IEC 61836, 3.3.15] and [IEV 151-13-46]

2.2.106**junction box**

closed or protected enclosure in which circuits are electrically connected

2.2.106.1**array junction box**

junction box where PV strings are connected

2.2.106.2**generator junction box**

junction box where PV arrays are connected

[IEC 61836, 3.2.16]

2.2.107**standard operating conditions****SOC**

operating value of in-plane irradiance ($1\ 000\ Wm^{-2}$), PV device junction temperature equals the nominal operating PV cell junction temperature (NOCT), and air mass (AM =1,5)

[IEC 61836, 3.4.16 d)]

2.2.108**standard test conditions****STC**

reference values of in-plane irradiance ($G_{I,ref} = 1\ 000\ Wm^{-2}$), PV cell junction temperature (25 °C), and air mass (AM=1,5) to be used during the testing of any PV device

[IEC 61836, 3.4.16 e)]

2.2.109
photovoltaic currents

2.2.109.1
load current

(symbol I_L) (unit : A)
 electric current supplied to a load by a PV system

[IEC 61836, 3.4.39 a)]

2.2.109.2
maximum power current

(symbol I_{PMax}) (unit: A)
 electric current at the conditions of maximum power

[IEC 61836, 3.4.42 a)]

2.2.109.3
rated current

(symbol I_R) (unit: A)
 electric current produced by a PV device at a rated voltage under specified operating conditions

[IEC 61836, 3.4.69 c)]

2.2.109.4
short-circuit current

(symbol I_{SC}) (unit : A)
 electric current at the output terminals of a PV device at a particular temperature and irradiance when the device output voltage is equal to or close to zero

[IEC 61836, 3.4.80]

2.2.110
photovoltaic voltages

2.2.110.1
load voltage

(symbol V_L) (unit: V)
 voltage supplied across the terminals of a load by a PV system

[IEC 61836, 3.4.39 c)]

2.2.110.2
maximum power voltage

(symbol V_{PMax}) (unit: V)
 voltage at the conditions of maximum power

[IEC 61836, 3.4.42 h)]

2.2.110.3
maximum power voltage under standard operating conditions

(unit: V)
 voltage at the maximum power point of a PV device under standard operating conditions, SOC

[IEC 61836, 3.4.42 i)]

2.2.110.4
maximum power voltage under standard test conditions

(unit: V)
 voltage at the maximum power point of a PV device under standard test conditions, STC

[IEC 61836, 3.4.42 j)]

2.2.110.5

open-circuit voltage of PV devices

(symbol V_{OC}) (unit: V)

voltage at the output terminals of a PV device at a particular temperature and irradiance when the output electric current of the PV device is zero

2.2.110.6

open-circuit voltage under standard test conditions

(symbol $V_{OC\ STC}$)

open-circuit voltage as measured under standard test conditions, STC

[IEC 61836, 3.4.56 a)]

2.2.110.7

rated voltage

(symbol V_R) (unit: V)

voltage at which a generator is designed to generate maximum electricity under specified operating conditions

[IEC 61836, 3.4.69 k)]

3 Conditions for operation in service

IEC 60269-1 applies with the following supplementary requirements.

3.4 Voltage

3.4.1 Rated voltage

The rated d.c. voltage of a fuse-link shall exceed the maximum value of the open circuit voltage (V_{OC}) of the PV string. See Annex BB.2.1

3.5 Current

3.5.1 Rated Current

The rated current of a fuse-link shall exceed the maximum value of the current produced by the module. See Annex BB.3.1

3.6 Frequency, power factor and time constant

3.6.1 Frequency

Not applicable

3.6.2 Power factor

Not applicable

3.6.3 Time constant

The time constants expected in practice are considered to correspond to those in Table 104.

3.10 Temperature inside an enclosure

Since the rated values of the fuse-links are based on specified conditions that do not always correspond to those prevailing at the point of installation, including the local air conditions, the user may have to consult the manufacturer concerning the possible need for re-rating.

4 Classification

IEC 60269-1 applies.

5 Characteristics of fuses

IEC 60269-1 applies with the following supplementary requirements.

5.1 Summary of characteristics

5.1.2 Fuse-links

- a) Rated voltage (see 5.2)
- b) Rated current (see 5.3 of IEC 60269-1)
- c) Rated power dissipation (see 5.5)
- d) Time-current characteristics (see 5.6)
- e) Breaking range (see 5.7.1)
- f) Rated breaking capacity (see 5.7.2)
- g) Dimensions or size (if applicable)
- h) Utilization category (see 5.7.1)

5.2 Rated voltage

For voltages up to 750 V, IEC 60269-1 applies; for higher voltages, the values should be selected from R5 series or, where not possible, from the R10 series of ISO 3.

5.5 Rated power dissipation of the fuse-link

In addition to the requirements of IEC 60269-1, the manufacturer shall indicate the power dissipation as a function of current for the range contained between 70 % to 100 % of the rated current.

5.6 Limits of time-current characteristics

5.6.1 Time-current characteristics, time-current zones

5.6.1.1 General requirements

The time-current characteristics depend on the design of the fuse-link, and, for a given fuse-link, on the ambient air temperature and the cooling conditions.

The manufacturer shall provide mean time-current characteristics in accordance with the conditions specified in 8.3.1.

5.6.2 Conventional times and currents

5.6.2.2 Conventional times and currents for "gPV"- fuse-links

The conventional times and currents are given in Table 101.

Table 101 – Conventional times and currents for "gPV" fuse-links

Rated current A	Conventional time h	Conventional current	
		Type "gPV"	
		<i>I_{nf}</i>	<i>I_f</i>
$I_n \leq 63$	1	1,13 I_n	1,45 I_n
$63 < I_n \leq 160$	2		
$160 < I_n \leq 400$	3		
$I_n > 400$	4		

5.6.3 Gates

Not applicable.

5.7 Breaking range and breaking capacity

IEC60269-1 applies with the following supplementary requirement.

5.7.1 Breaking range and utilization category

The first letter indicates the breaking range:

- "g" fuse-links (full-range breaking capacity fuse-link).

The following letters indicate the utilization category:

- "gPV" indicates fuse-links with a full-range d.c. breaking capacity for photovoltaic energy systems.

5.7.2 Rated breaking capacity

The rated breaking capacity is based on type tests performed in a circuit containing linear components with mean value of applied voltage. The minimum value of the rated breaking capacity is 10 kA d.c.

6 Markings

IEC 60269-1 applies with the following supplementary requirements.

6.2 Markings on fuse-links

Subclause 6.2 of IEC 60269-1 applies with the following addition:

- utilization category "gPV".

7 Standard conditions for construction

IEC 60269-1 applies with the following supplementary requirement.

7.5 Breaking capacity

A fuse-link shall be capable of breaking, at rated d.c. voltage, any circuit having a prospective current between the conventional fusing current and the rated breaking capacity with time constant not greater than the values specified in Table 104.

8 Tests

IEC 60269-1 applies with the following supplementary requirements.

8.1 General

8.1.4 Arrangement of the fuse and dimensions

The fuse-link shall be mounted open in surroundings free from draughts and, unless otherwise specified, in a vertical position (see 8.3.1).

8.1.5 Testing of fuse-links

The following Tables 102 and 103 replaces Tables 11, 12 and 13 of IEC 60269-1.

8.1.5.1 Complete tests

Before the tests are commenced, the internal resistance R of all samples shall be measured at an ambient-air temperature of $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ with a measuring current of not more than $0,1 I_n$. The value R shall be recorded in the test report.

A survey of the complete tests is given in Table 102.

8.1.5.2 Type test exemptions for fuse-links of a homogeneous series

Fuse-links having intermediate values of rated current of a homogeneous series are exempted from type tests if the fuse-link of the largest rated current has been tested to the requirements of 8.1.5.1 and if the fuse-link of the smallest rated current has been submitted to the tests indicated in Table 103.

Table 102 – Survey of complete tests on fuse-links and number of fuse-links to be tested

Test according to subclause	Number of samples								
	1	3	1	1	3	3	1	1	1
8.1.4 Dimensions	X		X					X	X
8.1.5.1 Resistance	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8.3 Temperature rise and power dissipation	X								
8.4.3.2 Verification of rated current		X							
8.11.2.4 Verification of freedom from unacceptable levels of thermally induced drift After 50 temperature cycles, but tested at ambient temperature			X	X	X	X	X		
8.4.3.1 Conventional non-fusing current (I_{nf})			X						
Conventional fusing current (I_f)				X					
8.5 No.1 Breaking capacity and operating characteristics (Table 104)					X				
No.2 Breaking capacity and operating characteristics (Table 104)						X			
No.5 Breaking capacity and operating characteristics (Table 104)							X		
8.11.2.5 Verification of functionality at temperature extreme (50°C)								X	X
a Verification of ability to carry rated current at temperature extreme								X	

Test according to subclause		Number of samples					
b	Conventional fusing current (I_f) at temperature extreme						X

Table 103 – Survey of tests on fuse-links of the smallest rated current of a homogeneous series and number of fuse-links to be tested

Test according to subclause		Number of samples				
		1	1	3	1	1
8.1.4	Dimensions	X			X	
8.1.5.1	Resistance	X	X	X	X	X
8.11.2.4	Verification of freedom from unacceptable levels of thermally induced drift and of functionality at temperature extremes After 50 temperature cycles, but tested at ambient temperature	X	X	X		
8.4.3.1	Conventional non-fusing current (I_{nf})	X				
	Conventional fusing current (I_f)		X			
8.5	No. 1 Breaking capacity and operating characteristics (Table 104)			X		
8.11.2.5	Verification of functionality at temperature extreme (50 °C)				X	X
a	Verification of ability to carry rated current at temperature extreme				X	
b	Conventional fusing current (I_f) at temperature extreme					X

8.3 Verification of temperature rise limits and power dissipation

8.3.1 Arrangement of the fuse-link

The fuse-link shall be mounted vertically in the conventional test arrangement.

For special fuse-links that cannot be accommodated in the conventional test arrangement, or for which this test arrangement is not applicable, special tests shall be performed according to the manufacturer's instructions and all pertinent data shall be recorded in the test report.

8.3.3 Measurement of power dissipation of the fuse-link

In addition to 8.3.3 of IEC 60269-1 the following applies.

The power dissipation test shall be made successively at least at 70 % and at 100 % of rated current.

8.3.5 Acceptability of test results

The temperature rise of the fuse-link shall not exceed the values specified in Table 5 of IEC 60269-1

The power dissipation of the fuse-link shall not exceed the values specified by the manufacturer.

8.4 Verification of operation

8.4.1 Arrangement of fuse-link

The arrangement of the fuse-link for the verification of operation shall be as described in 8.1.4 and 8.3.1.

8.4.3 Test method and acceptability of test results

8.4.3.1 Verification of conventional non-fusing and fusing current

It is permissible to make the following tests at a reduced voltage:

- a) the fuse-link is subjected to its conventional non-fusing current (I_{nf}) for a time equal to the conventional time specified in Table 101. It shall not operate during this time;
- b) the fuse-link, after having cooled down to ambient temperature, is subjected to the conventional fusing current (I_f). It shall operate within the conventional time as specified in Table 101. The fuse-link shall operate without external effects or damage.

8.4.3.2 Verification of rated current

The test requested in 8.4.3.2 of IEC 60269-1 is replaced by the following.

Three samples are to undergo 3000 repetitions of current cycling where one cycle is represented in Figure 101. None of the samples shall exhibit cracking or crazing of the fuse body.

After this test, the resistance of the fuse-link at room temperature shall not have changed by more than 10 %, and tests presented in 8.11.2.4 and Tables 102 and 103 shall be made.

8.4.3.5 Conventional cable overload protection test

Not applicable.

8.4.3.6 Operation of indicating devices and strikers, if any

The correct operation of indicating devices is verified in combination with the verification of breaking capacity (see 8.5.5).

For verifying the operation of strikers, if any, an additional test sample shall be tested:

- at a current of I_5 (see Table 104);
- at a recovery voltage of 50 V.

The value of the recovery voltage may be exceeded by 10 %.

The striker shall operate during all tests.

8.5 Verification of the breaking capacity

8.5.1 Arrangement of the fuse

In addition to the conditions of 8.1.4 and 8.3.1, the following requirement applies.

For breaking-capacity tests, the fuse-link shall be mounted and connected the same way as it would be in service.

8.5.5 Test method

8.5.5.1 In order to verify that the fuse-link satisfies the conditions of 7.5, tests number – 1, 2 and 5 – shall be made. The number of fuse-links requested in Table 102 shall be tested with the values stated in Table 104.

Test nos. 1 and 2 : If, during test no. 1, the requirements of test no. 2 are met, then this test need not be repeated as test no. 2.

Test nos. 5 – The value of test current is specified in Table 104.

8.5.5.2 For the tests the recovery voltage shall be maintained at a value of $100 \frac{+5}{0} \%$ of the rated voltage for at least:

- 30 s after operation of fuse-links not containing organic materials in their body or filler;
- 5 min after operation of the fuse-links in all other cases, switching over to another source of supply being permitted after 15 s if the switching time (interval without voltage) does not exceed 0,1 s.

In a lapse of time of at least 6 min and maximum 10 min after the operation, the resistance between the contacts of the fuse-link shall be measured (see 8.5.8 of IEC 60269-1) and noted. With the manufacturer's consent, shorter times are possible if the fuse-link does not contain organic materials in its body or filler.

8.5.8 Acceptability of test results

Fuse-links shall be deemed not to comply with this standard if, during the tests, one or more of the following failures occur:

- ignition of the fuse-link, excluding any paper labels or the like used as indicating devices;
- mechanical damage to the test arrangement;
- mechanical damage to the fuse-link;

NOTE Thermal cracking which leaves the fuse-link in one piece is accepted.

- burning or melting of end caps;
- significant movement of end caps.

Table 104 – Values for breaking-capacity tests on “gPV” fuse-links

	Tests according to 8.5.5.1				
	No. 1	No. 2	No. 5		
Mean value of recovery voltage ^a	$100 \frac{+5}{0} \%$ of the rated voltage ^b				
Prospective test current	I_1	I_2	$I_5 = 2 I_n$		
Tolerance on current	$\frac{+10}{0} \%$	Not applicable	$\frac{+20}{0} \%$		
Time constant ^c	1 ms to 3 ms		Inductance \geq 100 micro Henry		
I_1 current which is used in the designation of the rated breaking capacity (see 5.7).					
I_2 current which shall be chosen in such a manner that the test is made under conditions which approximate those giving maximum arc energy.					
NOTE This condition may be deemed to be satisfied if the current, at the beginning of arcing, has reached a value between 0,5 and 0,8 times the prospective current.					

I_5 test current deemed to verify that the fuse is able to operate satisfactorily in the range of small over-currents.
a This tolerance includes ripple.
b The upper limit may be exceeded with the manufacturer's consent.
c In some practical applications, time-constant values may be found which are shorter than those indicated in the tests and which may result in a more favourable fuse performance.

8.11 Mechanical and miscellaneous tests

8.11.2.4 Verification of freedom from unacceptable levels of thermally induced drift

Nine samples of each fuse-link having the largest rated current and five samples of each fuse-link having the smallest rated current are each to be subjected to temperature cycling consisting of 50 cycles of heating and cooling. Each cycle consisting of 15 min with the fuse-link body maintained at -40 ± 5 °C followed by 15 min with the fuse-link body maintained at 90 ± 5 °C (any convenient ramp rate). At the conclusion of the 50 cycles, the samples shall be returned to room temperature (25 ± 5 °C) for a minimum of 3 h.

At the conclusion of the temperature cycling, the samples of the fuse-link having the largest rated current are to be subjected to the tests described as follows:

- 8.4.3.1 Conventional non-fusing current (I_{nf})
Conventional fusing current (I_f)
- 8.5 No.1 Breaking capacity and operating characteristics (Table 104)
No.2 Breaking capacity and operating characteristics (Table 104)
No.5 Breaking capacity and operating characteristics (Table 104)

At the conclusion of the temperature cycling, the samples of the fuse-link having the smallest rated current are to be subjected to the tests described as follow:

- 8.4.3.1 Conventional non-fusing current (I_{nf})
Conventional fusing current (I_f)
- 8.5 No. 1 Breaking capacity and operating characteristics (Table 104)

See tables 102 and 103.

8.11.2.5 Verification of functionality at temperature extremes

- a) One sample of each fuse-link having the largest rated current and one sample of each fuse-link having the smallest rated current shall be subjected to a temperature of 50 ± 5 °C for a period of 3 h or until temperatures stabilize. Each fuse-link shall be subjected to its rated current (I_n) for a time equal to the conventional time specified in Table 101. It shall not operate during this time.
- b) One sample of each fuse-link having the largest rated current and one sample of each fuse-link having the smallest rated current shall be subjected to a temperature of 50 ± 5 °C for a period of 3 h or until temperatures stabilize. Each fuse-link shall be subjected to its conventional fusing current (I_f). It shall operate within the conventional time as specified in Table 101. The fuse link shall operate without external effects or damage.

See Tables 102 and 103.

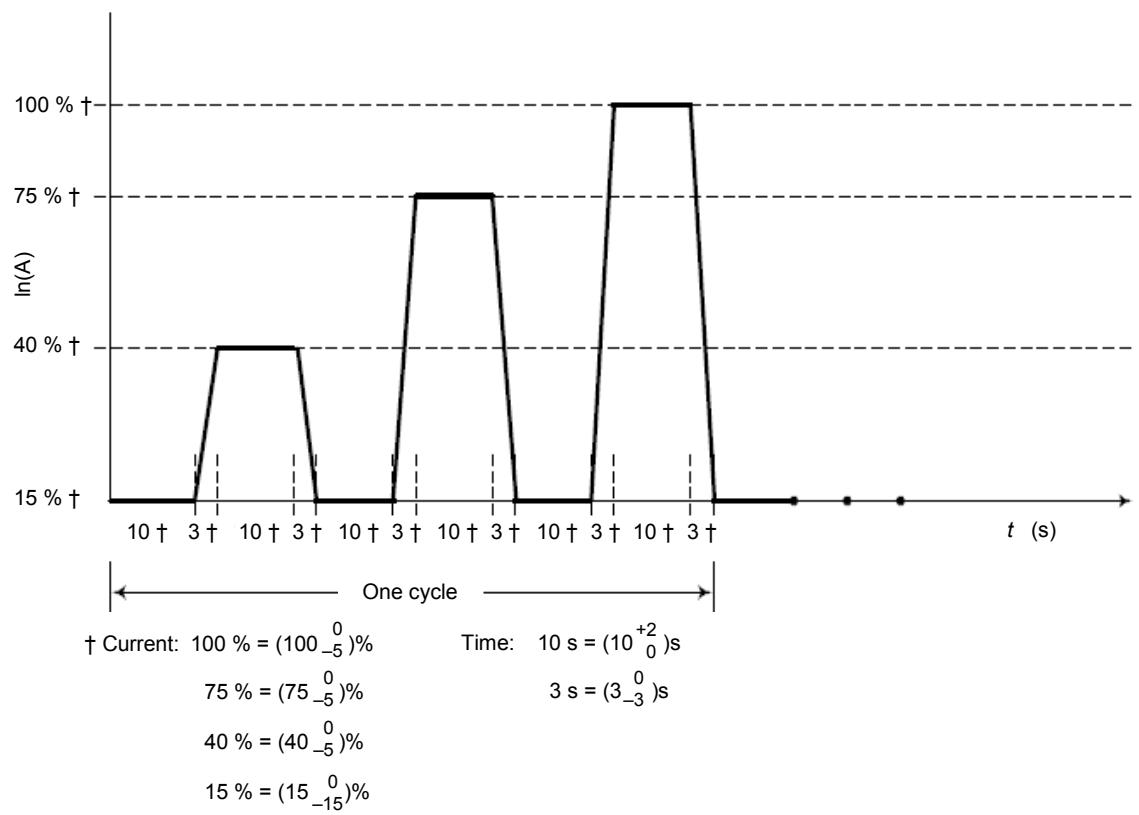


Figure 101 – Current of test cycling

Annex AA
(normative)**Examples of standardized fuse-links for the protection
of solar photovoltaic energy systems****AA.1 General**

This annex is divided into four specific examples of standardised dimensions:

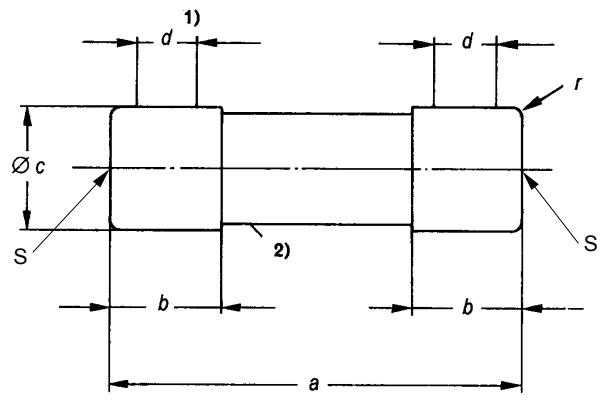
- system of fuse-links with cylindrical contact caps, type A – French (Figure AA.1 and Figure AA.2)
- system of cylindrical fuse-links with blade contacts, type B – North American (Figure AA.3)
- system of fuse-links with blade contacts, type C – DIN (Figure AA.4)
- system of cylindrical fuse-links with long blade contacts, type D – DIN (Figure AA.5)

Fuse-links for the PV protection may also have the same dimensions as fuse-links according to IEC 60269-2: systems of fuses A, F and H.

In addition to meeting the requirements of this standard, the power dissipation of the fuse-link shall not exceed the acceptable power dissipation of the associated fuse bases or fuse-holders.

Where the power dissipation of the fuse-link exceeds the acceptable power dissipation of the standardised fuse base or fuse-holder, de-rating values shall be given by the manufacturer.

AA.2 Fuse-links with cylindrical contact caps, type A



IEC 2161/10

Measuring points S for power dissipation tests.

Key

Dimensions in millimeters

Size	a	b max.	c	d min.	r
10 × 38	$38 \pm 0,6$	10,5	$10,3 \pm 0,1$	6	$1,5 \pm 0,5$
14 × 51	$51^{+0,6}_{-1}$ ³⁾	13,8	$14,3 \pm 0,1$	7,5	2 ± 1
10 × 85	$85 \pm 1,2$	10,5	$10,3 \pm 0,1$	6	$1,5 \pm 0,5$
20 × 127	127 ± 2 ³⁾	16,2	$20,6 \pm 0,2$	10,8	2 ± 1
22 × 127	127 ± 2 ³⁾	16,2	$22,2 \pm 0,1$	11	2 ± 1
27 × 140	140 ± 2	16,2	$27 \pm 0,2$	15,9	2 ± 1

1) Cylindrical part within which the specified tolerances shall not be exceeded.

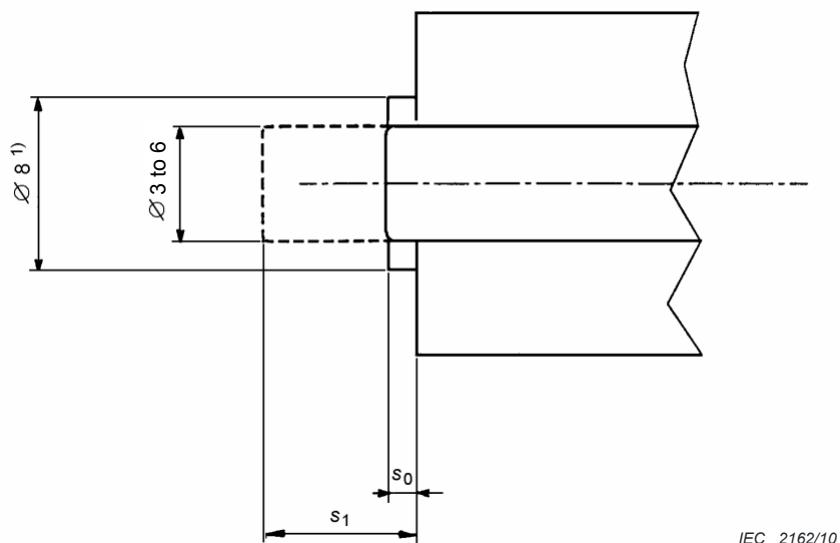
2) The diameter of the cartridge between the end caps shall not exceed diameter c.

3) For striker version the tolerances are ± 1 .

The drawings are not intended to govern the design of fuse-links except as regards the notes and dimensions shown.

Figure AA.1 – Fuse-links with cylindrical contact caps, type A

Dimensions in millimeters

**Key** S_0 1 mm maximum S_1 8,5 +/- 1,5 mm

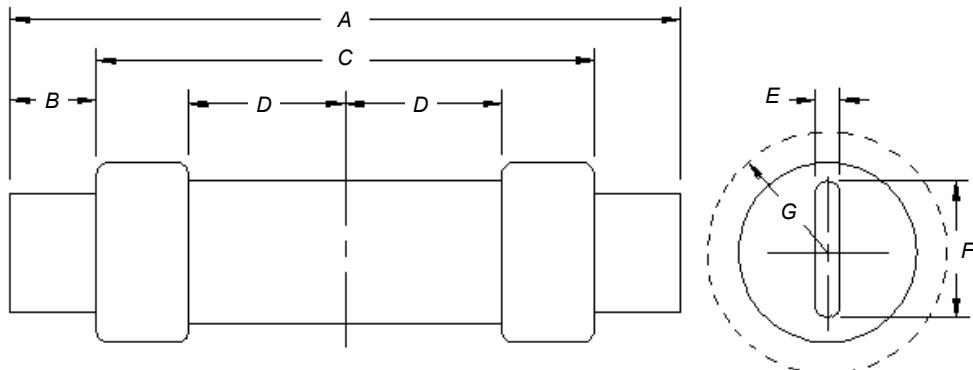
- 1) Diameter of cylinder in which the striker shall stay

The drawings are not intended to govern the design of fuse-links except as regards the notes and dimensions shown.

**Figure AA.2 – Fuse-links with cylindrical contact caps type A with striker –
Additional dimensions for sizes 14 × 51, 20 × 127 and 22 × 127 only**

AA.3 North American cylindrical fuse-links with blade contacts, type B (specific for PV application)

Dimensions in millimeters



IEC 2163/10

Key

Current rating (A)	Overall fuse length (mm)	Minimum length of blade (mm)	Minimum length of body (mm)	Minimum distance from midpoint to live part (mm)	Blade thickness (mm)	Width of blade (mm)	Maximum dimension of cap (mm)
I_n	A ^a	B ^b	C ^c	D ^d	E ^e	F ^f	G
61-100	200,0	25,4	136,5	44,4	3,18	19,1	22,2
101-100	244,5	34,9	155,5	57,2	4,76	28,6	28,6
201-400	295,3	47,6	181,0	63,5	6,35	41,3	38,1
401-600	339,7	57,2	208,0	68,3	6,35	50,8	44,5

^a Tolerances: 61-100A, +/- 1,6 mm; 201-600A, +/- 2,4 mm.

^b One blade shall not be more than 1,6 mm longer than the other blade. The effective length of the blade is measured from the blade end to the fuse body or other interference means in the blade, such as pins through the blade contacts, a collar or the like.

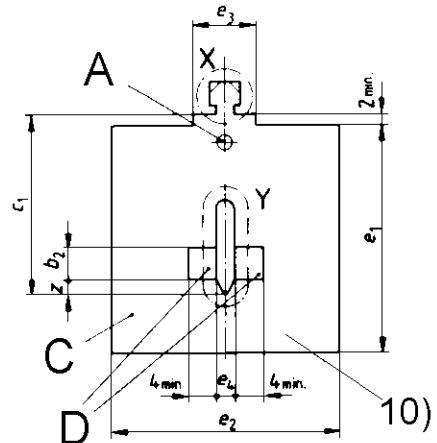
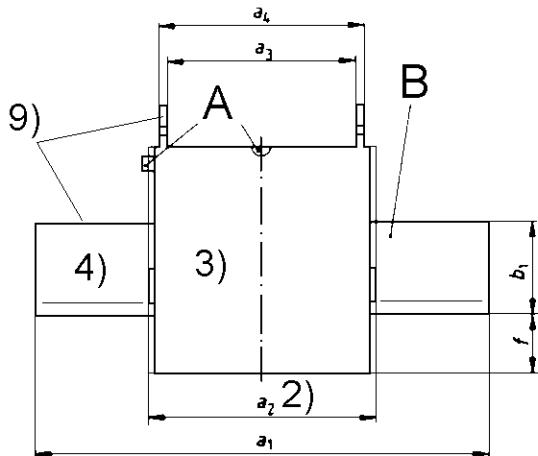
^c The length of the cylindrical body may be less than the indicated value if other acceptable interference means such as pins through the blade contacts or collars are provided to prevent mounting the fuse in a fuse holder that will accommodate a fuse rated in the next lower bracket of current ratings.

^d The minimum distance from the midpoint of the fuse to the nearest live part may be reduced to 12,7 mm minimum if the fuse is constructed so that spacing's in end use equipment are maintained.

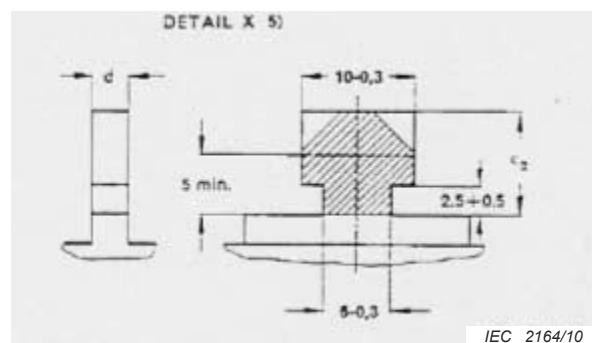
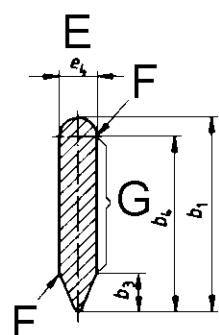
^{e, f} Tolerances: +/- 0,1 mm.

Figure AA.3 – North American cylindrical fuse-links with blade contacts – Sizes 61- 600 A

AA.4 Fuse-links with blade contacts, type C, C referring IEC 60269-2 “Fuse system A (NH fuse system)”



- A indicating device (see ⁸)
- B contact
- C endplate
- D stop face
- E detail Y (sectional view)
- F rounded (see ¹²)
- G contact face



Dimensions in millimeters

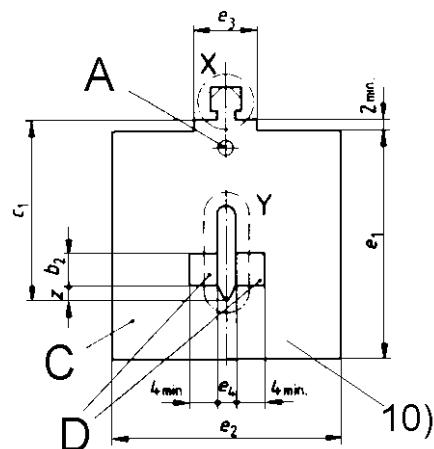
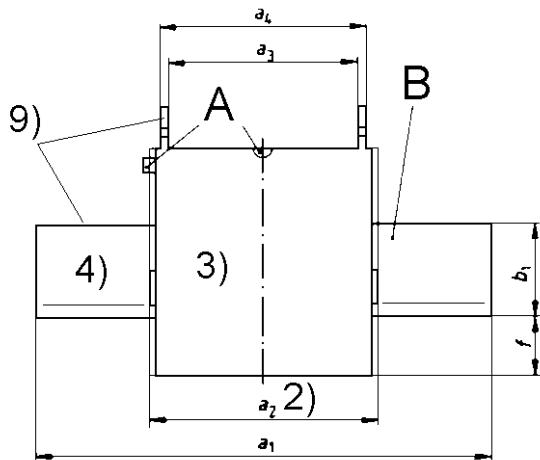
Size	a_1 1) 2)	a_2 1)	a_3 1)	a_4 1)	b_1 min. 11)	b_2 min. 11)	b_3 max. 11)	b_4 min. 11)	c_1 $\pm 0,8$	c_2	d 5)	e_1 max. 6)	e_2 max. 6)	e_3	e_4 $\pm 0,2$	f max.	z max.
1	135 $\pm 2,5$	75 -10	62 $\pm 2,5$	68 $\pm 2,5$	20	5	6	17	40	11 -2	2,5 $+1,5$ $-0,5$	53	52	20	6	15	5
2	150 $\pm 2,5$	75 -10	62 $\pm 2,5$	68 $\pm 2,5$	25	8	6	22	48	11 -2	2,5 $+1,5$ $-0,5$	61	60	20	6	15	5
3	150 $\pm 2,5$	75 -10	62 $\pm 2,5$	68 $\pm 2,5$	32	11	6	29	60	11 -2	2,5 $+1,5$ $-0,5$	76	75	20	6	18	5

Dimensions in millimeters

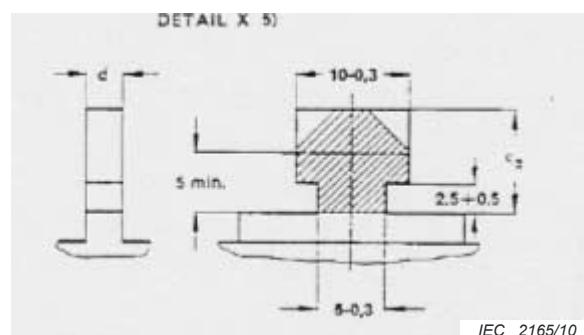
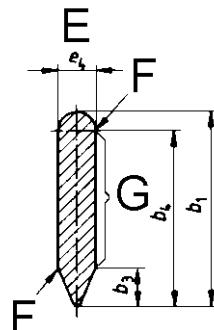
- 1) The centres of the dimensions a_1 , a_3 and a_4 shall not deviate from the centre of a_2 by more than 1,5 mm.
- 2) The dimension a_2 shall be observed within the total area of the stop faces ($b_2 \times 4$ min.) on both sides of the blades. Outside of these areas the maximum dimension a_2 applies.
- 3) Insulating material.
- 4) The blade contacts shall be axially aligned and contact surfaces shall be plane.
- 5) Attachment for replacement handle (detail X).
- 6) Maximum dimensions of the enclosure of the fuse-link. Within these limits, the fuse-links may be of any form, for example, square, rectangular, circular, oval, polygonal, etc.
- 8) Indicating device. Position of the indicating device as chosen by the manufacturer.
- 9) Live parts, gripping-lugs can be insulated.
- 10) With the exception of the attachment for the replacement handle (detail X), the endplates are not permitted to protrude radially from the insulation body.
- 11) As far as overlapping of rated currents exists within the sizes 1, 2 and 3 the dimension of the smaller size is permitted.
- 12) All corners shall be rounded to prevent damage to the contact surface of the base contacts.

Figure AA.4 – Fuse-links with blade contacts, type C, C referring IEC 60269-2 “Fuse system A (NH fuse system)”

AA.5 Fuse-links with long blade contacts, type D (specific for PV application)



- A indicating device (see ⁸)
- B contact
- C endplate
- D stop face
- E detail Y (sectional view)
- F rounded (see ¹²)
- G contact face



Dimensions in millimeters

Dimensions in millimeters

Key

Size	a_1 1)	a_2 2)	a_3 1)	a_4 1)	b_1 min. 11)	b_2 min. 11)	b_3 max. 11)	b_4 min. 11)	c_1 $\pm 0,8$	c_2	d 5)	e_1 max. 6)	e_2 max. 6)	e_3	e_4 $\pm 0,2$	f max.	z max.
1L	170 ± 3	112 -10	102 ± 3	108 ± 3	20	5	6	17	40	11 -2	2,5 +1,5 -0,5	53	52	20 +5 -2	6	16.5	5
1XL	189 ± 5	133 -10	120 ± 3	127 ± 3	20	5	6	17	40	11 -2	2,5 +1,5 -0,5	53	52	20 +5 -2	6	16.5	5
2L	185 ± 3	112 -10	102 ± 3	108 ± 3	25	8	6	22	48	11 -2	2,5 +1,5 -0,5	61	60	20 +5 -2	6	16.5	5
2XL	205 ± 3	130 -10	117 ± 3	123 ± 3	25	8	6	22	48	11 -2	2,5 +1,5 -0,5	61	60	20 +5 -2	6	16.5	5
3L	205 ± 3	130 -10	117 ± 3	123 ± 3	32	11	6	29	60	11 -2	2,5 +1,5 -0,5	76	75	20 +5 -2	6	18	5

- 1) The centres of the dimensions a_1 , a_3 and a_4 shall not deviate from the centre of a_2 by more than 1,5 mm.
- 2) The dimension a_2 shall be observed within the total area of the stop faces ($b_2 \times 4$ min.) on both sides of the blades. Outside of these areas the maximum dimension a_2 applies.
- 3) Insulating material.
- 4) The blade contacts shall be axially aligned and contact surfaces shall be plane.
- 5) Attachment for replacement handle (detail X).
- 6) Maximum dimensions of the enclosure of the fuse-link. Within these limits, the fuse-links may be of any form, for example, square, rectangular, circular, oval, polygonal, etc.
- 8) Indicating device. Position of the indicating device as chosen by the manufacturer.
- 9) Live parts, gripping-lugs can be insulated.
- 10) With the exception of the attachment for the replacement handle (detail X), the end plates are not permitted to protrude radially from the insulation body.
- 11) As far as overlapping of rated currents exists within the sizes 1L, 1XL, 2L, 2XL, and 3L the dimension of the smaller size is permitted.
- 12) All corners shall be rounded to prevent damage to the contact surface of the base contacts.

Figure AA.5 – Fuse-links with long blade contacts, type D

Annex BB (informative)

Guidance for the protection of photovoltaic strings and arrays with fuse-links designed for PV applications

BB.1 General

This annex is limited to the use of PV Fuse-links in circuits having the characteristics generally found in the d.c. side of photovoltaic installation.

It is the object of this annex to explain the performance from the fuse-links in term of their ratings and in term of the characteristics of the circuits of which they form a part, in such a manner that this may form the basis for the selection of the fuse-links.

BB.2 Voltage characteristics

BB.2.1 Rated voltage

The rated voltage of the fuse-link selected shall take into account V_{OC} of the string at the lowest application temperature.

For example: at -25°C the open circuit voltage rise to 1,2 times $V_{OC\text{ STC}}$. Consequently the fuse-link rated shall be $\geq 1,2 \times V_{OC\text{ STC}}$.

BB.3 Current carrying capability

BB.3.1 Rated current

The rated current of the fuse-link selected shall take into account I_{sc} at the ambient temperature, and the cycling load.

For example: at 45°C and a peak of radiation of $1\ 200\ \text{Wm}^{-2}$, the fuse-link rated current shall be $\geq 1,4 \times I_{sc}$.

Contact fuse manufacturer for additional de-ratings caused by higher ambient temperature or by multiple fuses arranged in an enclosure.

Bibliography

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-521, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 521: Semiconductor devices and integrated circuits*

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

IEC 60269-3, *Low-voltage fuses – Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household or similar application) – Examples of standardized systems of fuses A to F*

IEC 60269-4, *Low voltage fuses – supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices*

IEC 60364-7-712, *Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 61215, *Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

IEC 61646, *Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval*

IEC/TS 61836:2007, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	32
1 Généralités	34
1.1 Domaine d'application et objet	34
1.2 Références normatives	35
2 Termes et définitions	35
2.2 Termes généraux	35
3 Conditions de fonctionnement en service	38
3.4 Tension	39
3.4.1 Tension assignée.....	39
3.5 Courant	39
3.5.1 Courant assigné.....	39
3.6 Fréquence, facteur de puissance et constante de temps	39
3.6.1 Fréquence	39
3.6.2 Facteur de puissance.....	39
3.6.3 Constante de temps.....	39
3.10 Température à l'intérieur d'une enveloppe.....	39
4 Classification	39
5 Caractéristiques des fusibles	39
5.1 Enumération des caractéristiques	39
5.1.2 Eléments de remplacement.....	39
5.2 Tension assignée	40
5.5 Puissance dissipée assignée de l'élément de remplacement	40
5.6 Limites des caractéristiques temps-courant.....	40
5.6.1 Caractéristiques temps-courant, zones temps-courant.....	40
5.6.2 Courants et temps conventionnels.....	40
5.6.3 Balises	40
5.7 Zone de coupure et pouvoir de coupure	40
5.7.1 Pouvoir de coupure et catégorie d'emploi.....	40
5.7.2 Pouvoir de coupure assigné	41
6 Marquage	41
6.2 Marquage et indications des éléments de remplacement.....	41
7 Conditions normales d'établissement	41
7.5 Pouvoir de coupure.....	41
8 Essais	41
8.1 Généralités.....	41
8.1.4 Disposition du fusible et dimensions.....	41
8.1.5 Essais des éléments de remplacement	41
8.3 Vérification des limites d'échauffement et de la puissance dissipée	43
8.3.1 Disposition de l'élément de remplacement.....	43
8.3.3 Mesure de la puissance dissipée de l'élément de remplacement.....	43
8.3.5 Résultats à obtenir.....	43
8.4 Vérification du fonctionnement	43
8.4.1 Disposition du fusible	43
8.4.3 Méthode d'essai et résultats à obtenir	44
8.5 Vérification du pouvoir de coupure	44
8.5.1 Disposition du fusible	44

8.5.5 Méthode d'essai.....	45
8.5.8 Résultats à obtenir.....	45
8.11 Essais mécaniques et divers.....	46
Annexe AA (normative) Exemples d'éléments de remplacement normalisés pour la protection des systèmes d'énergie à cellules photovoltaïques	48
Annexe BB (informative) Lignes directrices pour la protection des chaînes et groupes photovoltaïques avec des éléments de remplacement conçus pour les applications PV.....	56
Bibliographie	57
 Figure 101 – Cycle de courant.....	47
Figure AA.1 – Eléments de remplacement à capsules cylindriques de type A	49
Figure AA.2 – Eléments de remplacement à capsules cylindriques de type A avec percuteur - Dimensions additionnelles pour les tailles 14 × 51, 20 × 127 et 22 × 127 seulement	50
Figure AA.3 – Eléments de remplacement cylindriques nord-américains avec couteaux – Calibres 61- 600 A	51
Figure AA.4 – Eléments de remplacement à couteaux de type C selon la CEI 60269-2 Système de fusibles A (système de fusibles NH)	53
Figure AA.5 – Eléments de remplacement à couteaux longs type D	55
 Tableau 101 – Courants et temps conventionnels pour les éléments de remplacement «gPV»	40
Tableau 102 – Liste des essais complets des éléments de remplacement et nombre d'éléments de remplacement à essayer	42
Tableau 103 – Liste des essais des éléments de remplacement de courant assigné le plus faible dans une série homogène et nombre d'éléments de remplacement à essayer	43
Tableau 104 – Valeurs pour les essais de vérification du pouvoir de coupure des éléments de remplacement « gPV »	46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FUSIBLES BASSE TENSION –

Partie 6: Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60269-6 a été établie par le sous-comité 32B: Coupe-circuit à fusibles à basse tension, du comité d'études 32 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
32B/561/FDIS	32B/569/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.

La présente partie doit être utilisée conjointement avec la CEI 60269-1:2009, *Fusibles à basse tension – Partie 1: Exigences générales*.

Cette Partie 6 complète ou modifie les articles ou paragraphes correspondant de la Partie 1.

Lorsque aucune modification n'est nécessaire, la Partie 6 indique que l'article ou le paragraphe approprié est applicable.

Les tableaux et les figures qui sont complémentaires à ceux de la Partie 1 sont numérotés à partir de 101.

Les annexes supplémentaires sont appelées AA, BB, etc.

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

Une liste de toutes les parties de la CEI 60269, sous le titre général: *Fusibles basse tension*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

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

FUSIBLES BASSE TENSION –

Partie 6: Exigences supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes d'énergie solaire photovoltaïque

1 Généralités

La CEI 60269-1 s'applique avec les exigences supplémentaires suivantes.

Sauf indication contraire dans le texte qui suit, les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes de production d'énergie solaire photovoltaïque (PV) doivent répondre à l'ensemble des exigences énoncées dans la CEI 60269-1 ainsi qu'aux exigences supplémentaires fixées ci-après.

NOTE L'abréviation de photovoltaïque « PV » est utilisée dans ce document.

1.1 Domaine d'application et objet

Les présentes exigences supplémentaires s'appliquent aux éléments de remplacement, utilisés pour la protection des chaînes photovoltaïques (PV strings) et des groupes photovoltaïques (PV arrays) dans des circuits de tensions nominales inférieures ou égales à 1 500 V en courant continu.

Leur tension assignée peut atteindre 1 500 V c.c.

NOTE 1 Ces éléments de remplacement sont communément dénommés "éléments de remplacement PV".

NOTE 2 Dans la plupart des cas, une partie du matériel associé sert de socle. Du fait de la grande variété de matériels, il n'est pas possible d'établir des règles de portée générale: il convient que l'aptitude du matériel associé à servir de socle fasse l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Cependant, si des socles ou des ensembles porteurs séparés sont utilisés, il est recommandé que ceux-ci répondent aux exigences correspondantes de la série CEI 60269.

NOTE 3 Les éléments de remplacement PV protègent contre les courants de défaut provenant des composants de l'onduleur tels que des condensateurs ou des décharges de condensateurs en amont dans le ou les groupes PV ou les connexions au groupe PV jusqu'à leur pouvoir de coupure assigné.

Les présentes exigences supplémentaires ont pour objet de préciser les caractéristiques des éléments de remplacement PV de manière à permettre leur remplacement par d'autres éléments de remplacement ayant les mêmes caractéristiques, à condition que leurs dimensions soient identiques. A cette fin, la présente norme traite en particulier:

a) des caractéristiques suivantes des fusibles:

- 1) leurs valeurs assignées;
- 2) leur catégorie d'emploi;
- 3) leurs échauffements en service normal;
- 4) leur puissance dissipée;
- 5) leurs caractéristiques temps-courant;
- 6) leur pouvoir de coupure;
- 7) leurs dimensions ou taille (si applicable).

b) des essais de type destinés à vérifier les caractéristiques des fusibles;

c) des indications à porter sur les fusibles.

1.2 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).

CEI 60269-1:2006, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*¹
Amendement 1(2009)

CEI 60269-2, *Fusibles basse tension – Partie 2: Exigences supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels) – Exemples de systèmes de fusibles normalisés A à J*

ISO 3, *Nombres normaux – Séries et nombres normaux*

2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60269-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

2.2 Termes généraux

NOTE La CEI 61836 n'étant actuellement disponible qu'en anglais, les définitions extraites de cette norme ont été traduites directement.

2.2.101

élément de remplacement pour système photovoltaïque

élément de remplacement capable d'interrompre, dans des conditions spécifiques, tout courant à l'intérieur de la zone de coupure (voir 7.5)

NOTE Un élément de remplacement PV fonctionne sous deux principales conditions:

- Court-circuit dans une chaîne PV ou dans un groupe PV qui génère une très faible surcharge.
- Court-circuit fourni par la décharge de l'onduleur PV à travers une très faible inductance. Cette condition de courant de court-circuit conduit à un taux d'accroissement élevé équivalent à une faible constante correspondant à celle du Tableau 104.

2.2.102

cellule photovoltaïque

dispositif PV fondamental (le plus élémentaire) qui génère de l'électricité (courant continu) par absorption de photons

[IEC 61836, 3.1.43 a) et d) modifiée]

2.2.103

module photovoltaïque

ensemble de cellules solaires interconnectées complètement protégé contre l'environnement

[IEC 61836, 3.1.43 f)]

¹ Il existe une édition consolidée 4.1 (2009) qui comprend la CEI 60269-1 (2006) ainsi que l'amendement 1 (2009).

2.2.104

groupe photovoltaïque, ensemble de groupes, installation photovoltaïque, générateur photovoltaïque, panneau photovoltaïque, chaîne photovoltaïque, sous-groupe photovoltaïque

2.2.104.1

groupe PV

ensemble de modules PV, panneaux PV ou sous groupe PV et leur structure de support mécaniquement intégrées et électriquement interconnectées

2.2.104.2

champ de groupe PV

ensemble de tous les groupes PV faisant partie d'un système photovoltaïque donné centré sur l'arrangement mécanique de technologie PV

2.2.104.3

ensemble PV

composants photovoltaïques installés à l'extérieur et éloignés de la charge comportant: modules PV, support de structure, fondations, câblage, appareillage de surveillance et de contrôle thermique (lorsque spécifié), et comportant également les boîtes de jonction, le contrôleur de charge et l'onduleur en fonction de la configuration et l'assemblage de l'installation

2.2.104.4

générateur PV

générateur utilisant l'effet photovoltaïque pour convertir la lumière du soleil en électricité

2.2.104.5

panneau PV

modules PV mécaniquement intégrés, préassemblés et électriquement interconnectés

2.2.104.6

chaîne PV

circuit dans lequel des modules PV sont connectés en série

2.2.104.7

sous-groupe PV

portion du groupe PV qui peut être considéré comme une unité

[IEC 61836, 3.3.56 a), b), c), d), e), f) et g)]

2.2.105

onduleur

convertisseur d'énergie électrique qui transforme un courant électrique continu en courants alternatifs monophasés ou polyphasés de sortie

[IEC 61836, 3.2.15] et [VDE 151-13-46]

2.2.106

boîte de jonction

enveloppe fermée ou protégée dans laquelle les circuits sont interconnectés

2.2.106.1

boîte de jonction de groupe PV

boîte de jonction où les chaînes PV sont connectées.

2.2.106 2**boîte de jonction de générateur PV**

boîte de jonction dans laquelle les groupes PV sont interconnectés.

[IEC 61836, 3.2.16]

2.2.107**conditions de fonctionnement normalisées (standard operating conditions)****SOC**

valeur de fonctionnement du système PV soumis à une radiation ($1\ 000\ \text{Wm}^{-2}$), à une température égale à la température nominale de jonction des cellules (NOCT), et à une masse de l'air ($AM = 1,5$)

[IEC 61836, 3.4.16 d)]

2.2.108**conditions d'essais normalisées (standard test conditions)****STC**

valeur de référence en complète radiation ($G_{I,\text{ref}} = 1\ 000\ \text{Wm}^{-2}$), la jonction PV étant à une température de $25\ ^\circ\text{C}$, et une masse d'air ($AM = 1,5$) à utiliser durant les essais de tous les composants PV

[IEC 61836, 3.4.16 e)]

2.2.109**courant dans les systèmes photovoltaïques****2.2.109.1****courant de charge**

(symbole I_L) (unité: A)

courant électrique fourni par le système PV à la charge

[IEC 61836, 3.4.39 a)]

2.2.109.2**courant à la puissance maximale**

(symbole $I_{P\text{Max}}$) (unité: A)

courant électrique fourni dans les conditions de puissance maximale

[IEC 61836, 3.4.42 a)]

2.2.109.3**courant nominal**

(symbole I_R) (unité: A)

courant électrique produit par le système PV à la tension nominale sous certaines conditions de fonctionnement

[IEC 61836, 3.4.69 c)]

2.2.109.4**courant de court-circuit**

(symbole I_{SC}) (unité: A)

courant électrique aux bornes de sortie d'un dispositif PV à une température et à une radiation particulières telles que la tension de sortie du dispositif est égale ou proche de zéro

[IEC 61836, 3.4.80]

2.2.110
tension dans les systèmes photovoltaïques**2.2.110.1****tension de charge**(symbole V_L) (unité: V)

tension appliquée aux bornes de la charge par le système photovoltaïque

[IEC 61836, 3.4.39 c)]

2.2.110.2**tension à la puissance maximale**(symbole V_{PMax}) (unité: V)

tension fournie dans les conditions de puissance maximale

[IEC 61836, 3.4.42 h)]

2.2.110.3**tension à la puissance maximale dans les conditions de fonctionnement normalisées**

(unité: V)

tension fournie au point de puissance maximale de fonctionnement du système PV dans les conditions de fonctionnement normalisées (SOC)

[IEC 61836, 3.4.42 i)]

2.2.110.4**tension à la puissance maximale dans les conditions d'essai normalisées**

(unité: V)

tension fournie au point de puissance maximale de fonctionnement du système PV dans les conditions d'essai normalisées (STC)

[IEC 61836, 3.4.42 j)]

2.2.110.5**tension en circuit ouvert des composants PV**(symbole V_{OC}) (unité: V)

tension de sortie des systèmes PV sous une température et radiation telles que le courant électrique produit par le système PV est nul

2.2.110.6**tension en circuit ouvert dans des conditions d'essai normalisées**(symbole $V_{OC\ STC}$)

tension en circuit ouvert, comme mesurée sous des conditions d'essai normalisées

[IEC 61836, 3.4.56 a)]

2.2.110.7**tension assignée**(symbole V_R) (unité: V)

tension pour laquelle un générateur est construit de façon à produire le maximum d'électricité dans les conditions spécifiées de fonctionnement

[IEC 61836, 3.4.69 k)]

3 Conditions de fonctionnement en service

La CEI 60269-1 s'applique avec les exigences supplémentaires suivantes.
<http://solargostaran.com>

3.4 Tension

3.4.1 Tension assignée

La tension continue assignée d'un élément de remplacement doit être supérieure à la tension maximale du circuit ouvert (V_{OC}) de la chaîne PV correspondante. Voir Annexe BB.2.1

3.5 Courant

3.5.1 Courant assigné

Le courant assigné d'un élément de remplacement doit être supérieur au courant maximal fourni par le module PV. Voir Annexe BB.3.1

3.6 Fréquence, facteur de puissance et constante de temps

3.6.1 Fréquence

Ne s'applique pas.

3.6.2 Facteur de puissance

Ne s'applique pas.

3.6.3 Constante de temps

Les constantes de temps prévues en pratique sont considérées correspondre à celles indiquées au Tableau 104.

3.10 Température à l'intérieur d'une enveloppe

Les valeurs assignées des éléments de remplacement étant basées sur des conditions spécifiées qui ne correspondent pas toujours aux conditions existantes sur le lieu d'installation, y compris les conditions atmosphériques locales, l'utilisateur peut avoir à consulter le constructeur quant à la nécessité éventuelle de réviser les valeurs assignées.

4 Classification

La CEI 60269-1 est applicable.

5 Caractéristiques des fusibles

La CEI 60269-1 s'applique avec les exigences supplémentaires suivantes.

5.1 Enumération des caractéristiques

5.1.2 Eléments de remplacement

- a) Tension assignée (voir 5.2)
- b) Courant assigné (voir 5.3 de la CEI 60269-1)
- c) Puissance dissipée assignée (voir 5.5)
- d) Caractéristiques temps-courant (voir 5.6)
- e) Zone de coupure (voir 5.7.1)
- f) Pouvoir de coupure assigné (voir 5.7.2)
- g) Dimensions ou taille (s'il y a lieu)

h) Catégorie d'emploi (voir 5.7.1)

5.2 Tension assignée

Pour les tensions assignées jusqu'à 750 V, la CEI 60269-1 est applicable; pour les tensions supérieures, les valeurs doivent être choisies dans la série R5 ou, si cela n'est pas possible, dans la série R10 de l'ISO 3.

5.5 Puissance dissipée assignée de l'élément de remplacement

En plus des exigences de la CEI 60269-1, le constructeur doit indiquer la puissance dissipée en fonction du courant pour la gamme comprise entre 70 % et 100 % du courant assigné.

5.6 Limites des caractéristiques temps-courant

5.6.1 Caractéristiques temps-courant, zones temps-courant

5.6.1.1 Exigences générales

Les caractéristiques temps-courant d'un élément de remplacement dépendent de la construction ainsi que, pour un élément de remplacement donné, de la température de l'air ambiant et des conditions de refroidissement.

Le constructeur doit fournir des caractéristiques temps-courant conformément aux conditions spécifiées en 8.3.1

5.6.2 Courants et temps conventionnels

5.6.2.2 Courants et temps conventionnels pour les éléments de remplacement «gPV»

Les courants et les temps conventionnels sont spécifiés au Tableau 101.

Tableau 101 – Courants et temps conventionnels pour les éléments de remplacement «gPV»

Courant assigné A	Temps conventionnel h	Courant conventionnel	
		Type “gPV”	
		<i>I_{nf}</i>	<i>I_f</i>
$I_n \leq 63$	1		
$63 < I_n \leq 160$	2		
$160 < I_n \leq 400$	3		
$I_n > 400$	4		

5.6.3 Balises

Ne s'applique pas.

5.7 Zone de coupure et pouvoir de coupure

La CEI 60269-1 s'applique avec les définitions supplémentaires suivantes.

5.7.1 Pouvoir de coupure et catégorie d'emploi

La première lettre doit indiquer le pouvoir de coupure:

- élément de remplacement «g» (élément de remplacement pouvant couper tous les courants).

Les lettres suivantes indiquent la catégorie d'emploi:

- «gPV» indique un élément de remplacement capable de couper tous les courants c.c. de défaut rencontrés dans les systèmes photovoltaïques.

5.7.2 Pouvoir de coupure assigné

Le pouvoir de coupure assigné est basé sur les essais de type réalisés dans un circuit comportant des composants linéaires sous la tension appliquée moyenne. La valeur minimale du pouvoir de coupure assigné est 10 kA c.c.

6 Marquage

La CEI 60269-1 s'applique avec les exigences supplémentaires suivantes.

6.2 Marquage et indications des éléments de remplacement

Le paragraphe 6.2 de la CEI 60269-1 s'applique avec l'exigence supplémentaire suivante:

- catégorie d'emploi «gPV».

7 Conditions normales d'établissement

La CEI 60269-1 s'applique avec les exigences supplémentaires suivantes.

7.5 Pouvoir de coupure

Un élément de remplacement doit être capable de couper, sous une tension continue assignée, tout circuit dont le courant présumé est compris entre le courant conventionnel de fusion et le pouvoir de coupure assigné avec une constante de temps non supérieure à celle spécifiée dans le Tableau 104.

8 Essais

La CEI 60269-1 s'applique avec les exigences supplémentaires suivantes.

8.1 Généralités

8.1.4 Disposition du fusible et dimensions

L'élément de remplacement doit être disposé à l'air libre en atmosphère tranquille et, sauf spécification contraire, en position verticale (voir 8.3.1).

8.1.5 Essais des éléments de remplacement

Les Tableaux 102 et 103 suivants remplacent les Tableaux 11, 12 et 13 de la CEI 60269-1.

8.1.5.1 Essais complets

Avant de commencer les essais, la résistance interne R de tous les échantillons doit être mesurée à une température de l'air ambiant de $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ avec un courant de mesure inférieur ou égal à $0,1 \text{ A}$. La valeur de R doit être consignée dans le procès-verbal d'essai.

La liste des essais complets est donnée dans le Tableau 102.

8.1.5.2 Essais des éléments de remplacement d'une série homogène

Pour les éléments de remplacement de valeurs assignées intermédiaires dans une série homogène, on peut se dispenser des essais de type si l'élément de remplacement ayant le courant assigné le plus élevé a été essayé selon les exigences de 8.1.5.1 et si l'élément de remplacement ayant le courant assigné le plus faible a été soumis aux essais indiqués au Tableau 103.

Tableau 102 – Liste des essais complets des éléments de remplacement et nombre d'éléments de remplacement à essayer

Essai selon le paragraphe		Nombre d'échantillons								
		1	3	1	1	3	3	1	1	1
8.1.4	Dimensions	X		X					X	X
8.1.5.1	Résistance	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8.3	Echauffement et puissance dissipée	X								
8.4.3.2	Vérification du courant assigné		X							
8.11.2.4	Vérification de l'absence de dérive inacceptable provoquée par des effets thermiques			X	X	X	X	X		
	Après 50 cycles de température, mais testés à la température ambiante									
8.4.3.1	Courant conventionnel de non-fusion (I_{nf})			X						
	Courant conventionnel de fusion (I_f)				X					
8.5	Pouvoir de coupure n° 1 (Tableau 104)					X				
	Pouvoir de coupure n° 2 (Tableau 104)						X			
	Pouvoir de coupure n° 5 (Tableau 104)							X		
8.11.2.5	Vérification du fonctionnement à la température extrême (50 °C)								X	X
a	Vérification de la capacité à supporter le courant assigné à la température extrême								X	
b	Courant conventionnel de fusion (I_f) à la température extrême									X

Tableau 103 – Liste des essais des éléments de remplacement de courant assigné le plus faible dans une série homogène et nombre d'éléments de remplacement à essayer

Essai selon le paragraphe		Nombre d'échantillons				
		1	1	3	1	1
8.1.4	Dimensions	X			X	
8.1.5.1	Résistance	X	X	X	X	X
8.11.2.4	Vérification de l'absence de dérive inacceptable provoquée par des effets thermiques	X	X	X		
	Après 50 cycles de température, mais testés à la température ambiante					
	8.4.3.1 Courant conventionnel de non-fusion (I_{nf})	X				
	Courant conventionnel de fusion (I_f)		X			
8.5	Pouvoir de coupure n° 1 (Tableau 104)			X		
8.11.2.5	Vérification du fonctionnement à la température extrême (50 °C)				X	X
a	Vérification de la capacité à supporter le courant assigné à la température extrême				X	
b	Courant conventionnel de fusion (I_f) à la température extrême					X

8.3 Vérification des limites d'échauffement et de la puissance dissipée

8.3.1 Disposition de l'élément de remplacement

L'élément de remplacement doit être monté verticalement dans la disposition d'essai conventionnelle.

Pour des éléments de remplacement spéciaux ou à usage spécial, qui ne se montent pas dans le montage d'essai conventionnel ou pour lesquels ce montage d'essai n'est pas applicable, des essais particuliers doivent être effectués suivant les instructions du constructeur; toutes les données correspondantes doivent être consignées dans le rapport d'essai.

8.3.3 Mesure de la puissance dissipée de l'élément de remplacement

En complément à 8.3.3 de la CEI 60269-1, ce qui suit s'applique.

L'essai de vérification de la puissance dissipée doit être effectué successivement au moins à 70 % et à 100 % du courant assigné.

8.3.5 Résultats à obtenir

Les valeurs d'échauffement ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées au Tableau 5 de la CEI 60269-1.

La valeur de la puissance dissipée de l'élément de remplacement ne doit pas être supérieure à la valeur spécifiée par le constructeur.

8.4 Vérification du fonctionnement

8.4.1 Disposition du fusible

La disposition de l'élément de remplacement pour la vérification du fonctionnement doit être celle qui est décrite en 8.1.4 et 8.3.1.

8.4.3 Méthode d'essai et résultats à obtenir

8.4.3.1 Vérification des courants conventionnels de non-fusion et de fusion

Il est autorisé d'effectuer les essais suivants sous une tension réduite:

- a) l'élément de remplacement est soumis à son courant conventionnel de non-fusion (I_{nf}) pendant un temps égal au temps conventionnel spécifié dans le Tableau 101. Il ne doit pas fonctionner pendant ce temps;
- b) l'élément de remplacement, après refroidissement jusqu'à la température ambiante, est soumis au courant conventionnel de fusion (I_f). Il doit fonctionner dans le temps conventionnel spécifié dans le Tableau 101. L'élément de remplacement doit fonctionner sans manifestations extérieures ou détériorations.

8.4.3.2 Vérification du courant assigné

L'essai spécifié en 8.4.3.2 de la CEI 60269-1 est remplacé par le suivant.

Trois échantillons doivent supporter 3 000 répétitions du cycle de courant dont l'un des cycles est représenté à la Figure 101.

Aucun des corps des échantillons ne doit comporter de fissure.

Après cet essai, la résistance de l'élément de remplacement à la température de la salle d'essai ne doit pas avoir changé de plus de 10 %, et les essais présentés en 8.11.2.4 et dans les Tableaux 102 et 103 doivent être réalisés.

8.4.3.5 Essai conventionnel de protection des conducteurs contre les surcharges

Ne s'applique pas.

8.4.3.6 Fonctionnement des indicateurs de fusion et des percuteurs éventuels

Le fonctionnement correct des indicateurs est vérifié en combinaison avec la vérification du pouvoir de coupure (voir 8.5.5).

Pour vérifier le fonctionnement des percuteurs, si nécessaire, un échantillon supplémentaire doit être testé:

- à un courant I_5 (voir Tableau 104);
- à une tension de rétablissement de 50 V.

La valeur de tension de rétablissement peut être dépassée de 10 %.

Le percuteur doit fonctionner durant tous les essais.

8.5 Vérification du pouvoir de coupure

8.5.1 Disposition du fusible

Outre les conditions de 8.1.4 et de 8.3.1, l'exigence suivante est applicable.

Pour les essais du pouvoir de coupure, l'élément de remplacement doit être monté et connecté comme il est d'usage en service.

8.5.5 Méthode d'essai

8.5.5.1 Pour vérifier que l'élément de remplacement remplit les conditions de 7.5, les essais numéros 1, 2 et 5 doivent être effectués. Le nombre des éléments de remplacement spécifié au Tableau 102 doit être testé suivant les valeurs spécifiées au Tableau 104.

Essais n°s 1 et 2: Si, au cours de l'essai n° 1, les exigences de l'essai n° 2 sont remplies lors d'un ou de plusieurs essais, il n'est pas nécessaire de les répéter au cours de l'essai n° 2.

Essai n° 5 – La valeur du courant d'essai est spécifiée au Tableau 104.

8.5.5.2 Pour les essais, la tension de rétablissement doit être maintenue à la valeur $100 \frac{+5}{0} \%$ de la tension assignée, pendant au moins:

- 30 s après le fonctionnement d'éléments de remplacement dont ni le corps ni la matière de remplissage ne contiennent de matériau organique;
- 5 min après le fonctionnement des éléments de remplacement dans tous les autres cas, une commutation à une autre source d'alimentation étant permise après 15 s si la durée de commutation (temps sans tension) n'est pas supérieure à 0,1 s.

Dans un laps de temps d'au moins 6 min et d'au plus 10 min après le fonctionnement, la résistance entre les contacts de l'élément de remplacement doit être mesurée (voir 8.5.8 de la CEI 60269-1) et enregistrée. Sous réserve de l'accord du constructeur, des durées plus courtes sont admises si l'élément de remplacement ne contient de matériau organique ni dans son corps ni dans la matière de remplissage.

8.5.8 Résultats à obtenir

Les éléments de remplacement sont considérés comme ne satisfaisant pas à la présente norme lorsque, pendant les essais, un ou plusieurs des défauts suivants se produisent:

- inflammation de l'élément de remplacement, à l'exclusion de tout repère en papier ou analogue servant d'indicateur de fusion;
- détérioration mécanique du montage d'essai;
- détérioration mécanique de l'élément de remplacement;

NOTE Des fêlures dues aux contraintes thermiques mais qui laissent intact l'élément de remplacement, sont admises.

- brûlures ou fusion des capsules;
- déplacement non négligeable des capsules.

Tableau 104 – Valeurs pour les essais de vérification du pouvoir de coupure des éléments de remplacement « gPV »

	Essais suivant 8.5.5.1		
	N° 1	N° 2	N° 5
Valeur moyenne de la tension de rétablissement ^a	100 ⁺⁵ ₀ % de la tension assignée ^b		
Courant présumé d'essai	I_1	I_2	$I_5 = 2 I_n$
Tolérance sur le courant	⁺¹⁰ ₀ %	Ne s'applique pas	⁺²⁰ ₀ %
Constante de temps ^c	1 ms à 3 ms		Inductance ≥ 100 micro henrys
I_1	I_1 est le courant qui intervient dans l'expression du pouvoir de coupure assigné (voir 5.7).		
I_2	I_2 est le courant qui doit être choisi de façon que l'essai soit effectué dans des conditions voisines de celles donnant l'énergie d'arc maximale.		
	NOTE Cette condition peut être considérée comme satisfaite si, au moment où l'arc commence à se former, le courant a atteint une valeur située entre 0,5 et 0,8 fois le courant présumé.		
I_5	I_5 est le courant d'essai considéré comme apportant la preuve que le fusible est capable de fonctionner de manière satisfaisante dans la gamme des surintensités faibles.		
^a	Cette tolérance comprend les ondulations.		
^b	La limite supérieure peut être dépassée sous réserve de l'accord du constructeur.		
^c	Dans certains cas d'utilisation pratique, il peut y avoir des constantes de temps inférieures à celles qui sont indiquées dans les essais et qui peuvent conduire à un meilleur fonctionnement du fusible.		

8.11 Essais mécaniques et divers

8.11.2.4 Vérification de l'absence de dérive inacceptable provoquée par des effets thermiques

Neuf échantillons de chaque élément de remplacement de courant assigné le plus élevé et cinq échantillons de courant assigné le plus faible dans une série homogène sont soumis à une répétition de 50 cycles thermiques d'échauffement et refroidissement. Chaque cycle consiste à maintenir pendant 15 min le corps de l'élément de remplacement à une température de -40 ± 5 °C, puis ensuite de maintenir pendant 15 min le corps de l'élément de remplacement à une température de 90 ± 5 °C (la pente de variation de cette température est quelconque). Après cet essai les éléments de remplacement doivent revenir et être maintenus à la température de la salle d'essai (25 ± 5 °C) pendant au moins 3 h.

A la suite de cette répétition de 50 cycles thermiques, les éléments de remplacement de courant assigné le plus élevé dans une série homogène sont soumis aux essais décrits ci après:

- 8.4.3.1 Courant conventionnel de non-fusion (I_{nf})
Courant conventionnel de fusion (I_f)
- 8.5 Pouvoir de coupure n° 1 (Tableau 104)
Pouvoir de coupure n° 2 (Tableau 104)
Pouvoir de coupure n° 5 (Tableau 104)

A la suite de cette répétition de 50 cycles thermiques, les éléments de remplacement de courant assigné le plus faible dans une série homogène sont soumis aux essais décrits ci après:

- 8.4.3.1 Courant conventionnel de non-fusion (I_{nf})
 Courant conventionnel de fusion (I_f)
 8.5 Pouvoir de coupure no 1 (Tableau 104)

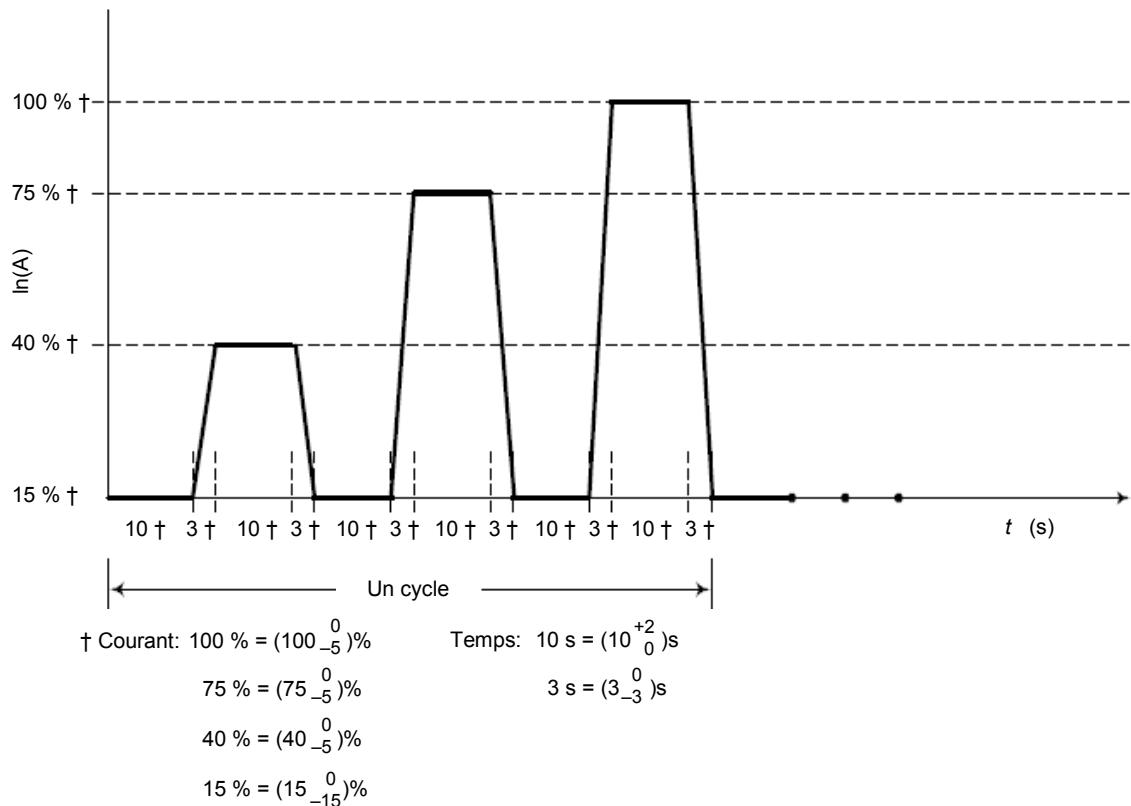
Voir Tableaux 102 et 103.

8.11.2.5 Vérification du fonctionnement à des températures extrêmes

a) Un échantillon de chaque élément de remplacement de courant assigné le plus élevé et un échantillon de courant assigné le plus faible dans une série homogène sont portés à une température de 50 ± 5 °C pendant une durée de 3 h, ou jusqu'à ce que leur température soit stabilisée. Chaque échantillon est ensuite soumis à son courant assigné (I_n) pendant une durée égale au temps conventionnel spécifié dans le Tableau 101. Il ne doit pas fonctionner pendant cette durée.

b) Un échantillon de chaque élément de remplacement de courant assigné le plus élevé et un échantillon de courant assigné le plus faible dans une série homogène sont portés à une température de 50 ± 5 °C pendant une durée de 3 h, ou jusqu'à ce que leur température soit stabilisée. Chaque échantillon est ensuite soumis à son courant conventionnel de fusion (I_f). Il doit fonctionner pendant une durée correspondante au temps conventionnel spécifié dans le Tableau 101. L'élément de remplacement doit fonctionner sans défaillance et sans manifestation extérieure.

Voir Tableaux 102 et 103.



IEC 2160/10

Figure 101 – Cycle de courant

Annexe AA (normative)

Exemples d'éléments de remplacement normalisés pour la protection des systèmes d'énergie à cellules photovoltaïques

AA.1 Généralités

La présente annexe est divisée en quatre exemples spécifiques de dimensions normalisées:

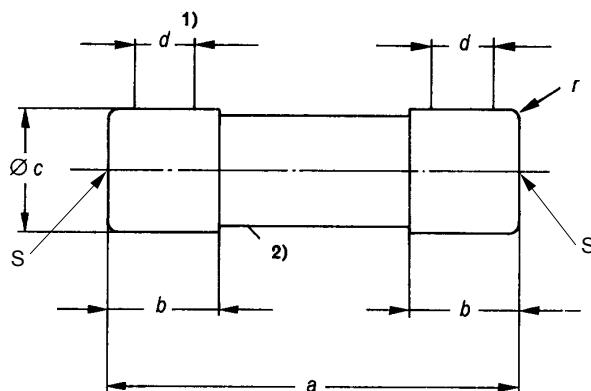
- système d'éléments de remplacement à capsules cylindriques de type A – Français (Figure AA.1 et Figure AA.2)
- système d'éléments de remplacement cylindrique à couteaux de type B – Nord-américains (Figure AA.3)
- système d'éléments de remplacement à couteaux pleins de type C – DIN (Figure AA.4)
- système d'éléments de remplacement cylindrique à longs couteaux pleins de type D – DIN (Figure AA.5)

Les éléments de remplacement utilisés pour la protection des systèmes d'énergie à cellules photovoltaïques peuvent également avoir les mêmes dimensions que ceux de la CEI 60269-2: systèmes des fusibles A, F et H.

En plus de satisfaire aux exigences de la présente norme, la puissance dissipée des éléments de remplacement ne doit pas dépasser la puissance dissipée acceptable des socles et des ensembles porteurs associés.

Si la puissance dissipée de l'élément de remplacement dépasse la puissance dissipée acceptable du socle ou de l'ensemble porteur normalisés, des coefficients de déclassement doivent être donnés par le fabricant.

AA.2 Eléments de remplacement à capsules cylindriques de type A



IEC 2161/10

Points de mesure S utilisés pour la mesure de la puissance dissipée.

Légende

Dimensions en millimètres

Taille	a	b max.	c	d min.	r
10 × 38	$38 \pm 0,6$	10,5	$10,3 \pm 0,1$	6	$1,5 \pm 0,5$
14 × 51	$51 \begin{smallmatrix} +0,6 \\ -1 \end{smallmatrix} 3)$	13,8	$14,3 \pm 0,1$	7,5	2 ± 1
10 × 85	$85 \pm 1,2$	10,5	$10,3 \pm 0,1$	6	$1,5 \pm 0,5$
20 × 127	127 ± 2 ³⁾	16,2	$20,6 \pm 0,2$	10,8	2 ± 1
22 × 127	127 ± 2 ³⁾	16,2	$22,2 \pm 0,1$	11	2 ± 1
27 × 140	140 ± 2	16,2	$27 \pm 0,2$	15,9	2 ± 1

1) Les tolérances spécifiées de la partie cylindrique ne doivent pas être dépassées.

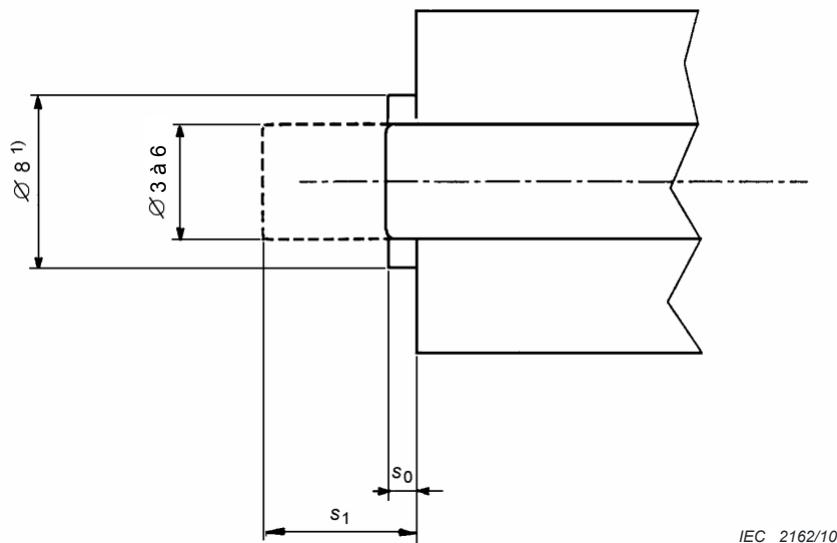
2) Le diamètre de la cartouche entre les capsules d'extrémité ne doit pas dépasser le diamètre *c*.

3) Pour la version à percuteur les tolérances sont ± 1 .

Le dessin n'est pas destiné à imposer des modèles d'éléments de remplacement sauf en ce qui concerne les notes et dimensions.

Figure AA.1 – Eléments de remplacement à capsules cylindriques de type A

Dimensions en millimètres

**Légende**S₀ 1 mm maximumS₁ 8,5 +/- 1,5 mm

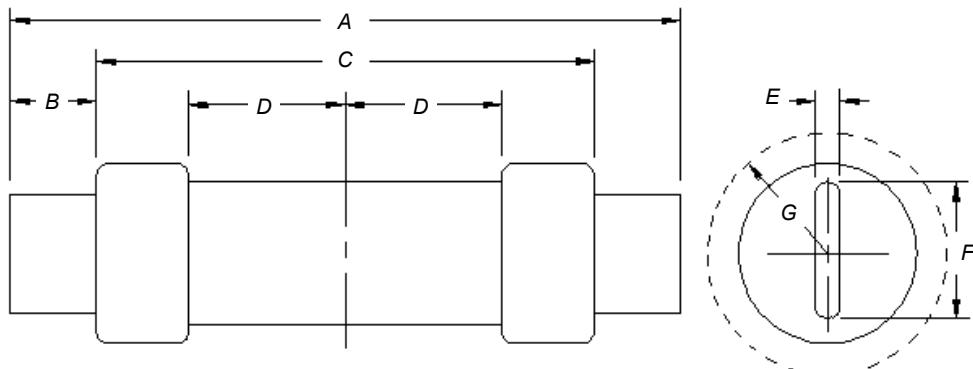
1) Diamètre du cylindre dans lequel le percuteur doit être contenu.

Le dessin n'est pas destiné à imposer des modèles d'éléments de remplacement sauf en ce qui concerne les notes et dimensions.

Figure AA.2 – Eléments de remplacement à capsules cylindriques de type A avec percuteur - Dimensions additionnelles pour les tailles 14 × 51, 20 × 127 et 22 × 127 seulement

AA.3 Eléments de remplacement cylindriques nord-américains avec couteaux type B (spécial pour applications PV)

Dimensions en millimètres



IEC 2163/10

Légende

Courant assigné (A)	Longueur totale de l'élément de remplacement (mm)	Longueur minimale des couteaux (mm)	Longueur minimale du corps (mm)	Distance minimale depuis le milieu jusqu'à une partie active (mm)	Epaisseur des couteaux (mm)	Largeur des couteaux (mm)	Dimension maximum des capsules (mm)
I_n	A ^a	B ^b	C ^c	D ^d	E ^e	F ^f	G
61-100	200,0	25,4	136,5	44,4	3,18	19,1	22,2
101-200	244,5	34,9	155,5	57,2	4,76	28,6	28,6
201-400	295,3	47,6	181,0	63,5	6,35	41,3	38,1
401-600	339,7	57,2	208,0	68,3	6,35	50,8	44,5

^a Tolérances: 61-100A, +/- 1,6 mm; 201-600A, +/- 2,4 mm.

^b Un des couteaux ne doit pas être 1,6 mm plus long que l'autre. La longueur effective des couteaux est mesurée entre l'extrémité du couteau et le corps du fusible ou autre protubérance sur le couteau, telle qu'une goupille, un collier ou équivalent.

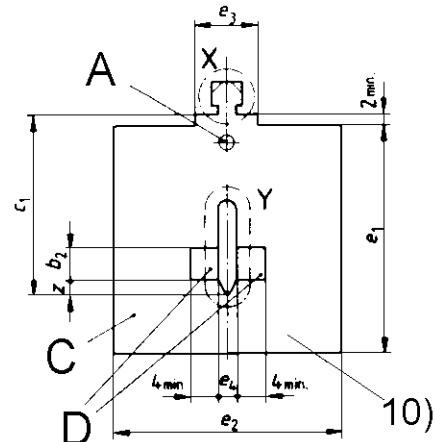
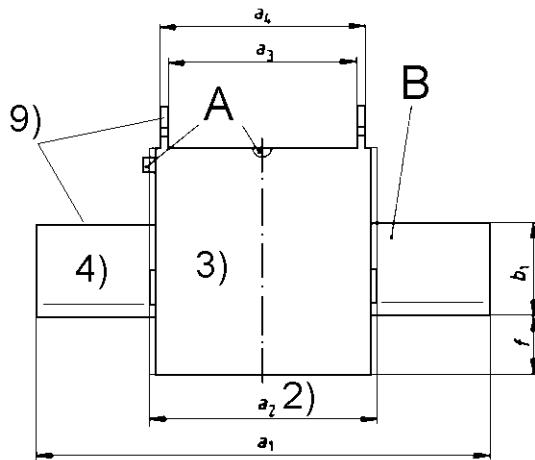
^c La longueur du corps cylindrique peut être inférieure à celle indiquée si d'autres protubérances sur le couteau, telle qu'une goupille ou un collier sont utilisés pour éviter le montage de l'élément de remplacement dans le porte fusible prévu pour recevoir la plage de courant assigné inférieur.

^d La distance minimale depuis le milieu de l'élément de remplacement jusqu'à la partie active la plus proche peut être réduite à 12,7 mm minimum si l'élément de remplacement est construit de façon à ce que les distances d'isolation soient conservées dans l'équipement final.

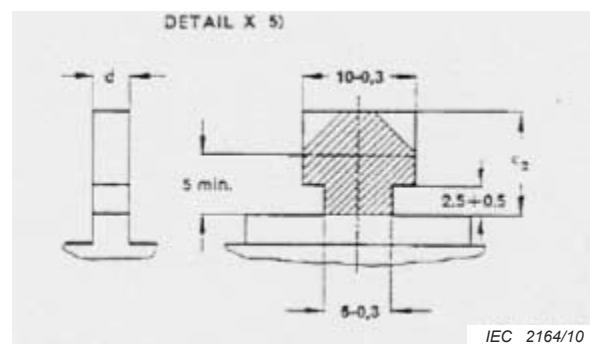
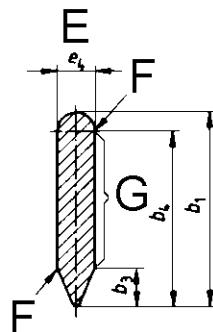
^{e, f} Tolérances: +/- 0,1 mm.

Figure AA.3 – Eléments de remplacement cylindriques nord-américains avec couteaux – Calibres 61- 600 A

AA.4 Eléments de remplacement à couteaux de type C selon la CEI 60269-2
Système de fusibles A (système de fusibles NH)



- A indicateur (voir ⁸)
- B contact
- C couvercle de fermeture
- D butée
- E détail Y (vue de la section)
- F arrondi (voir ¹²)
- G face de contact



Dimensions en millimètres

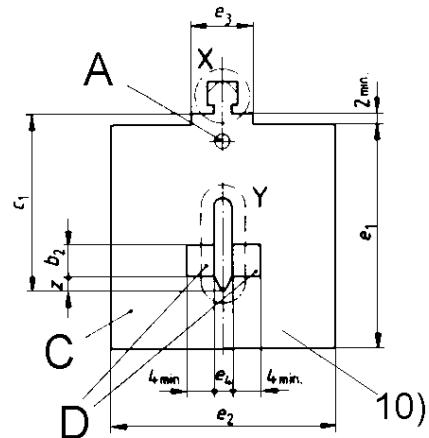
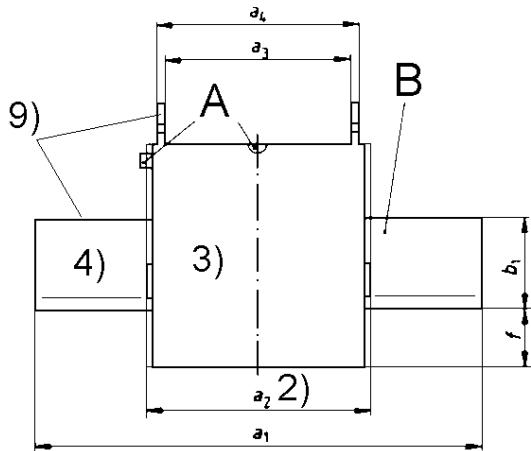
Légende*Dimensions en millimètres*

Taille	a_1 1)	a_2 2)	a_3 1)	a_4 1)	b_1 min. 11)	b_2 min. 11)	b_3 max. 11)	b_4 min. 11)	c_1 $\pm 0,8$	c_2	d 5)	e_1 max. 6)	e_2 max. 6)	e_3	e_4 $\pm 0,2$	f max.	z max
1	135 $\pm 2,5$	75 -10	62 $\pm 2,5$	68 $\pm 2,5$	20	5	6	17	40	11 -2	2,5 $+1,5$ $-0,5$	53	52	20	6	15	5
2	150 $\pm 2,5$	75 -10	62 $\pm 2,5$	68 $\pm 2,5$	25	8	6	22	48	11 -2	2,5 $+1,5$ $-0,5$	61	60	20	6	15	5
3	150 $\pm 2,5$	75 -10	62 $\pm 2,5$	68 $\pm 2,5$	32	11	6	29	60	11 -2	2,5 $+1,5$ $-0,5$	76	75	20	6	18	5

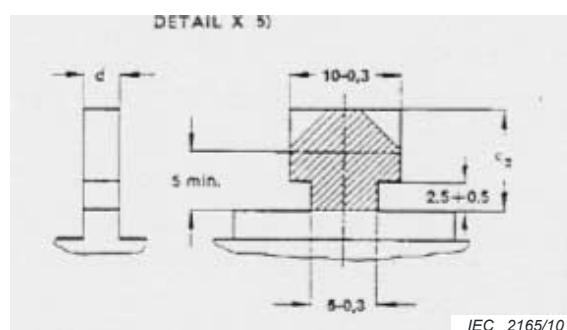
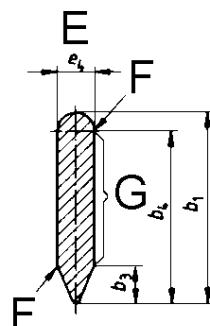
- 1) Les centres des dimensions a_1 , a_3 et a_4 ne doivent pas s'écartez de plus de 1,5 mm du centre de a_2 .
- 2) La dimension a_2 doit être respectée dans toute la zone des butées ($b_2 \times 4$ min.) sur les deux côtés des couteaux. En dehors de cette zone, la dimension maximale a_2 est applicable.
- 3) Matériaux isolants.
- 4) Les couteaux doivent être alignés dans le même axe et les surfaces de contact doivent être planes.
- 5) Accrochage de la poignée d'enlèvement (détail X).
- 6) Dimensions maximales de l'enveloppe de l'élément de remplacement. A l'intérieur de ces dimensions, les éléments de remplacement peuvent avoir une forme quelconque telle que: carrée, rectangulaire, ronde, ovale, polygonale, etc.
- 8) Indicateur de fusion. Emplacement à la discréption du constructeur.
- 9) Pièces sous tension, les pattes d'accrochage peuvent être isolées.
- 10) A l'exception de l'accrochage de la poignée (détail X), les plaques d'extrémité ne doivent pas faire saillie radialement sur le corps isolant.
- 11) Si pour les tailles 1, 2 et 3, les courants assignés se recouvrent partiellement, la dimension de la taille plus petite est admise.
- 12) Toutes les arêtes doivent être arrondies afin de ne pas endommager la surface de contact du socle.

**Figure AA.4 – Eléments de remplacement à couteaux de type C selon la CEI 60269-2
Système de fusibles A (système de fusibles NH)**

**AA.5 Eléments de remplacement à couteaux longs type D
(spécial pour application PV)**



- A indicateur de fusion (voir ⁸⁾)
- B contact
- C plaque d'extrémité
- D butée
- E détail Y (section)
- F arrondi, (voir ¹²⁾)
- G face de contact



Dimensions en millimètres

Dimensions en millimètres

Légende

Taille	a_1 1)	a_2 2)	a_3 1)	a_4 1)	b_1 min. 11)	b_2 min. 11)	b_3 max. 11)	b_4 min. 11)	c_1 $\pm 0,8$	c_2	d 5)	e_1 max. 6)	e_2 max. 6)	e_3	e_4 $\pm 0,2$	f max.	z max.
1L	170 ± 3	112 –10	102 ± 3	108 ± 3	20	5	6	17	40 –2	11	2,5 +1,5 –0,5	53	52	20 +5 –2	6	16,5	5
1XL	189 ± 5	133 –10	120 ± 3	127 ± 3	20	5	6	17	40 –2	11	2,5 +1,5 –0,5	53	52	20 +5 –2	6	16,5	5
2L	185 ± 3	112 –10	102 ± 3	108 ± 3	25	8	6	22	48 –2	11	2,5 +1,5 –0,5	61	60	20 +5 –2	6	16,5	5
2XL	205 ± 3	130 –10	117 ± 3	123 ± 3	25	8	6	22	48 –2	11	2,5 +1,5 –0,5	61	60	20 +5 –2	6	16,5	5
3L	205 ± 3	130 –10	117 ± 3	123 ± 3	32	11	6	29	60 –2	11	2,5 +1,5 –0,5	76	75	20 +5 –2	6	18	5

- 1) Les centres des dimensions a_1 , a_3 et a_4 ne doivent pas s'écartez de plus de 1,5 mm du centre de a_2 .
- 2) La dimension a_2 doit être respectée dans toute la zone des butées ($b_2 \times 4$ min.) sur les deux côtés des couteaux. En dehors de cette zone la dimension maximale a_2 est applicable.
- 3) Matériau isolant.
- 4) Les couteaux doivent être alignés dans le même axe et les surfaces de contact doivent être planes.
- 5) Accrochage de la poignée d'enlèvement (détail X).
- 6) Dimensions maximales de l'enveloppe de l'élément de remplacement. A l'intérieur de ces dimensions, les éléments de remplacement peuvent avoir une forme quelconque telle que: carrée, rectangulaire, ronde, ovale, polygonale, etc.
- 8) Indicateur de fusion. Emplacement à la discréction du constructeur.
- 9) Pièces sous tension, les pattes d'accrochage peuvent être isolées.
- 10) A l'exception de l'accrochage de la poignée (détail X), les plaques d'extrémité ne doivent pas faire saillie radialement sur le corps isolant.
- 11) Si pour les tailles 1L, 1XL, 2L, 2XL, et 3L les courants assignés se recouvrent partiellement, la dimension de la taille plus petite est admise.
- 12) Toutes les arêtes doivent être arrondies afin de ne pas endommager la surface de contact du socle.

Figure AA.5 – Eléments de remplacement à couteaux longs type D

Annexe BB (informative)

Lignes directrices pour la protection des chaînes et groupes photovoltaïques avec des éléments de remplacement conçus pour les applications PV

BB.1 Généralités

Cette annexe est limitée à l'utilisation des éléments de remplacement PV dans des circuits ayant les caractéristiques généralement rencontrées côté courant continu des installations photovoltaïques.

L'objet de cette annexe est d'expliquer les performances des éléments de remplacement sur la base de leurs valeurs assignées et des caractéristiques du circuit dont ils font partie, de manière à permettre de choisir l'élément de remplacement approprié.

BB.2 Caractéristiques en tension

BB.2.1 Tension assignée

La tension assignée de l'élément de remplacement choisi doit prendre en compte V_{OC} de la chaîne à la plus faible température de l'application.

Par exemple: à -25 °C la tension du circuit ouvert atteint 1,2 fois $V_{OC\ STC}$. En conséquence, la tension assignée de l'élément de remplacement doit être = $1,2 \times V_{OC\ STC}$.

BB.3 Courants admissibles

BB.3.1 Courant assigné

Le courant assigné de l'élément de remplacement choisi doit tenir compte de I_{sc} à la température ambiante et de la charge variable.

Par exemple: à 45 °C et un pic de radiation de $1\ 200\ Wm^{-2}$, le courant assigné de l'élément de remplacement doit être = $1,4 \times I_{sc}$.

Contacter le fabricant de fusible pour connaître les déclassements complémentaires dû à une température ambiante plus élevée ou à la présence de plusieurs fusibles installés dans une même enceinte.

Bibliographie

CEI 60050-151, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050-521, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 521: Dispositifs à semiconducteurs et circuits intégrés*

CEI 60269 (toutes les parties), *Fusibles basse tension*

CEI 60269-3, *Fusibles basse tension – Exigences supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes non qualifiées (fusibles pour usages essentiellement domestiques et analogues) – Exemples de systèmes de fusibles normalisés A à F*

CEI 60269-4, *Fusibles basse tension – Exigences supplémentaires pour la protection des dispositifs à semiconducteurs*

CEI 60364-7-712, *Installations électriques des bâtiments – Parties 7-712: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentations photovoltaïques solaires (PV)*

CEI 61215, *Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation*

CEI/TS 61836:2007, *Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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