

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic passive power control devices –  
Part 1: Generic specification**

**Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Dispositifs fibroniques passifs de contrôle de la puissance –  
Partie 1: Spécification générique**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

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

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

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

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

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

### A propos de l'IEC

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

### A propos des publications IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

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

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

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

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

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

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

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic  
passive power control devices –  
Part 1: Generic specification**

**Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Dispositifs  
fibroniques passifs de contrôle de la puissance –  
Partie 1: Spécification générique**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-6177-4

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

## CONTENTS

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                   | 4  |
| 1 Scope.....                                                                    | 6  |
| 2 Normative references .....                                                    | 6  |
| 3 Terms and definitions .....                                                   | 7  |
| 3.1 Component terms.....                                                        | 7  |
| 3.2 Performance terms .....                                                     | 8  |
| 4 Description of devices .....                                                  | 9  |
| 4.1 Optical attenuator .....                                                    | 9  |
| 4.2 Optical fuse .....                                                          | 10 |
| 4.3 Optical power limiter .....                                                 | 11 |
| 5 Requirements .....                                                            | 12 |
| 5.1 Classification .....                                                        | 12 |
| 5.1.1 General .....                                                             | 12 |
| 5.1.2 Type .....                                                                | 13 |
| 5.1.3 Wavelength band.....                                                      | 13 |
| 5.1.4 Style .....                                                               | 13 |
| 5.1.5 Variant.....                                                              | 14 |
| 5.1.6 Assessment level.....                                                     | 14 |
| 5.1.7 Normative reference extensions.....                                       | 15 |
| 5.2 Documentation.....                                                          | 15 |
| 5.2.1 Symbols .....                                                             | 15 |
| 5.2.2 Specification system.....                                                 | 16 |
| 5.2.3 Drawings .....                                                            | 17 |
| 5.2.4 Tests and measurements.....                                               | 17 |
| 5.2.5 Test data sheets.....                                                     | 17 |
| 5.2.6 Instructions for use .....                                                | 18 |
| 5.3 Standardization system.....                                                 | 18 |
| 5.3.1 Interface standards.....                                                  | 18 |
| 5.3.2 Performance standards.....                                                | 18 |
| 5.3.3 Reliability standards .....                                               | 19 |
| 5.3.4 Interlinking.....                                                         | 19 |
| 5.4 Design and construction.....                                                | 21 |
| 5.4.1 Materials .....                                                           | 21 |
| 5.4.2 Workmanship.....                                                          | 21 |
| 5.5 Quality .....                                                               | 21 |
| 5.6 Performance .....                                                           | 21 |
| 5.7 Identification and marking .....                                            | 21 |
| 5.7.1 General .....                                                             | 21 |
| 5.7.2 Variant identification number .....                                       | 21 |
| 5.7.3 Component marking.....                                                    | 21 |
| 5.7.4 Package marking .....                                                     | 22 |
| 5.8 Packaging.....                                                              | 22 |
| 5.9 Storage conditions .....                                                    | 22 |
| 5.10 Safety .....                                                               | 22 |
| Annex A (informative) Optical fuse configuration and performance examples ..... | 23 |
| Annex B (informative) Optical fuse application notes.....                       | 25 |

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Annex C (informative) Optical power limiter configuration and performance examples .....                            | 26 |
| Annex D (informative) Optical power limiter application notes .....                                                 | 29 |
| Annex E (informative) Fixed optical attenuator application note .....                                               | 30 |
| Annex F (informative) Variable, manual or electrical, optical attenuator application note .....                     | 31 |
| Annex G (informative) Example of technology of variable optical attenuators .....                                   | 33 |
| G.1 Example technology of micro electromechanical system (MEMS) based VOA .....                                     | 33 |
| G.2 Example technology of planar lightwave circuit (PLC) based and thermo-optic (TO) based VOA .....                | 33 |
| G.3 Example technology of magnet-optic (MO) based VOA .....                                                         | 34 |
| Bibliography .....                                                                                                  | 36 |
| Figure 1 – Fixed optical attenuator operation curve .....                                                           | 10 |
| Figure 2 – VOA operation curve .....                                                                                | 10 |
| Figure 3 – Optical fuse operation curve .....                                                                       | 11 |
| Figure 4 – Optical power limiter operation curve .....                                                              | 12 |
| Figure 5 – Configuration A .....                                                                                    | 13 |
| Figure 6 – Configuration B .....                                                                                    | 13 |
| Figure 7 – Configuration C .....                                                                                    | 14 |
| Figure 8 – Standardization structure .....                                                                          | 20 |
| Figure A.1 – Optical fuse, non-connectorised style) .....                                                           | 23 |
| Figure A.2 – Optical fuse, plug-receptacle style (LC) .....                                                         | 23 |
| Figure A.3 – Response time curve of an optical fuse .....                                                           | 24 |
| Figure A.4 – Optical fuse, power threshold approx. 30 dBm (1 W), output power drop at threshold approx. 25 dB ..... | 24 |
| Figure B.1 – Placement of an optical fuse .....                                                                     | 25 |
| Figure C.1 – Optical power limiter, non-connectorised style .....                                                   | 26 |
| Figure C.2 – Optical power limiter, plug-receptacle style (LC) .....                                                | 26 |
| Figure C.3 – Optical power limiter – Experimental .....                                                             | 26 |
| Figure C.4 – Schematic optical power limiter response time. Input pulse is 1 ms long .....                          | 27 |
| Figure C.5 – Schematic power definitions .....                                                                      | 28 |
| Figure C.6 – Optical power limiter, input power definitions .....                                                   | 28 |
| Figure D.1 – Optical power limiter and optical fuse, combined, operation curve .....                                | 29 |
| Figure E.1 – Placement of a fixed optical attenuator .....                                                          | 30 |
| Figure F.1 – Placement of a variable, manual or electrical, optical attenuator .....                                | 32 |
| Figure G.1 – Example technology of MEMS based VOA .....                                                             | 33 |
| Figure G.2 – Example technology of PLC-TO based VOA .....                                                           | 34 |
| Figure G.3 – The relation of phase changes and attenuation .....                                                    | 34 |
| Figure G.4 – Example technology of MO based VOA .....                                                               | 35 |
| Table 1 – Three-level IEC specification structure .....                                                             | 16 |
| Table 2 – Standards interlink matrix .....                                                                          | 20 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE  
COMPONENTS – FIBRE OPTIC PASSIVE POWER CONTROL DEVICES –****Part 1: Generic specification****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 60869-1 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC TC 86: Fibre optics.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2012 and constitutes a technical revision.

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

- a) the terms and definitions have been reviewed;
- b) the requirement concerning the IEC Quality Assessment System has been reviewed;
- c) the clause concerning quality assessment procedures has been deleted;
- d) Annex G, relating to technical information on variable optical attenuators, has been added.

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

| FDIS          | Report on voting |
|---------------|------------------|
| 86B/4139/FDIS | 86B/4144/RVD     |

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

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

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

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

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

# FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – FIBRE OPTIC PASSIVE POWER CONTROL DEVICES –

## Part 1: Generic specification

### 1 Scope

This part of IEC 60869 applies to fibre optic passive power control devices. These have all of the following general features:

- they are passive in that they contain no optoelectronic or other transducing elements;
- they have two ports for the transmission of optical power and control of the transmitted power in a fixed or variable fashion;
- the ports are non-connectorized optical fibre pigtails, connectorized optical fibres or receptacles.

This document establishes generic requirements for the following passive optical devices:

- optical attenuator;
- optical fuse;
- optical power limiter.

This document also provides generic information including terminology for the IEC 61753-05x series. Published IEC 61753-05x series documents are listed in Bibliography.

### 2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050-731, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 731: Optical fibre communication* (available at [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

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

IEC 60825 (all parts), *Safety of laser products*

IEC 61300 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures*

IEC TS 62627-09, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Vocabulary for passive optical devices*

ISO 129-1, *Technical product documentation (TPD) – Presentation of dimensions and tolerances*



ISO 286-1, *Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits*

ISO 1101, *Geometrical product specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out*

ISO 8601, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-731, IEC TS 62627-09 and the following apply.

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

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

#### 3.1 Component terms

##### 3.1.1

##### **fibre optic passive power control device**

passive optical device (component) which controls a transmittance with a designed wavelength-independent transfer coefficient

Note 1 to entry: The transfer coefficient may be controlled for all intensity of input power or for input power over a threshold power.

##### 3.1.2

##### **optical attenuator**

passive optical device (component), which produces a wavelength-independent controlled signal attenuation in an optical fibre transmission line

Note 1 to entry: An attenuator is intended to be wavelength independent.

##### 3.1.3

##### **fixed optical attenuator**

optical attenuator in which attenuation is constant

##### 3.1.4

##### **variable optical attenuator**

##### **VOA**

optical attenuator in which attenuation is controllable

Note 1 to entry: Attenuation values of variable optical attenuators are generally controlled by manual or electric means.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

##### 3.1.5

##### **optical fuse**

fibre optic passive power control device, which produces controlled, permanent, signal blocking for higher optical power than a predetermined power threshold in an optical fibre transmission line

### 3.1.6

#### optical power limiter

fibre optic passive power control device that regulates the optical power in fibres, producing a controlled, constant optical output power of optical limit power, as a result of varying optical input power higher than the input optical limit power

### 3.1.7

#### plug-receptacle style device

fibre optic device having a combination of two interfacing features, a plug at one end and a receptacle at the other

## 3.2 Performance terms

### 3.2.1

#### optical fuse power threshold

$P_{th}$

optical input power, into an optical fuse, in which the optical output power is blocked

Note 1 to entry: The optical fuse power threshold  $P_{th}$  is expressed in watt or dBm.

### 3.2.2

#### optical fuse response time

time between the start of the input power and the end time when the output optical power has decreased to be less than the predetermined optical power

Note 1 to entry: The predetermined power shall be either of the power threshold,  $P_{th}$  minus insertion loss,  $IL$ , ( $P_{th} - IL$ ) in dB, or the input power,  $P_{in}$  minus the required blocking attenuation at threshold,  $A_{block}$ .

Note 2 to entry: The optical fuse response time depends on the optical input power level and the input pulse time.

Note 3 to entry: An example of the input power,  $P_{in}$ , is recommended to be 3 dB over of the power threshold,  $P_{th}$ , and the rectangle shape pulse of 1 ms ( $P_{in} = P_{th} + 3$  dB). An example of the required blocking attenuation at threshold,  $A_{block}$  of 30 dB is recommended.

### 3.2.3

#### optical fuse blocking attenuation at threshold

$A_{block}$

drop in optical power through the optical fuse when exposed to more than the optical fuse power threshold  $P_{th}$ , with response by blocking the power, expressed in dB

### 3.2.4

#### optical power limiter response time

length of time between the start of the input power and the end time in decreasing the output power to be less than or equal to the predetermined power

Note 1 to entry: The optical power limiter response time depends on the optical input power level and the input pulse time.

Note 2 to entry: An example of the input power,  $P_{in}$  is recommended to be 3 dB over of the optical limit power and the rectangular pulse of 1 ms ( $P_{in} = P_{limit} + 3$  dB). An example of the pre-determined optical power of  $P_{limit} + 1$  dB is recommended.

### 3.2.5

#### input optical limit power

$P_{in-limit}$

optical input power, into an optical power limiter, at which the optical output power is latched and cannot exceed that value,  $P_{in-limit}$ , which is expressed in watt or dBm

### 3.2.6

#### output optical limit power

$P_{out-limit}$

optical output power from an optical power limiter, at which the optical output power is latched and cannot exceed that value,  $P_{out-limit}$ , which is expressed in watt or dBm

**3.2.7****minimum insertion loss**

lowest insertion loss to which a VOA is adjusted

**3.2.8****variable attenuation range**

range of attenuation to which the device may be adjusted

Note 1 to entry: This term is applicable only to VOAs.

**3.2.9****nominal attenuation**

supplier specified attenuation value for fixed attenuators and user-set attenuation value for variable attenuators

**3.2.10****maximum attenuation**

<for variable optical attenuator> attenuation of the maximum value which is set

**3.2.11****minimum attenuation**

<for variable optical attenuator> attenuation of the minimum value which is set

**3.2.12****attenuation setting resolution**

minimal adjustable step size or difference of the attenuation of a VOA

Note 1 to entry: This term is applicable only to VOAs.

**3.2.13****error of setting value of attenuation**

difference between the insertion loss of the device at a given setting and nominal attenuation

Note 1 to entry: This term is applicable only to VOAs.

**3.2.14****repeatability of setting attenuation value**

maximum deviation of the insertion loss of the device at a given setting in multiple times of repeated settings

Note 1 to entry: This term is applicable only to VOAs.

**3.2.15****maximum allowed power input**

maximum input power that the device can handle without causing malfunction or permanent damage, expressed in watt or dBm

Note 1 to entry: This term is applicable to all fibre optic passive power control devices.

Note 2 to entry: This term is equal to optical fuse power threshold to optical fuse.

Note 3 to entry: The maximum input power defined in IEC TS 62627-09 has a different meaning of the maximum input optical power for which a passive optical device keeps the required optical performances.

## **4 Description of devices**

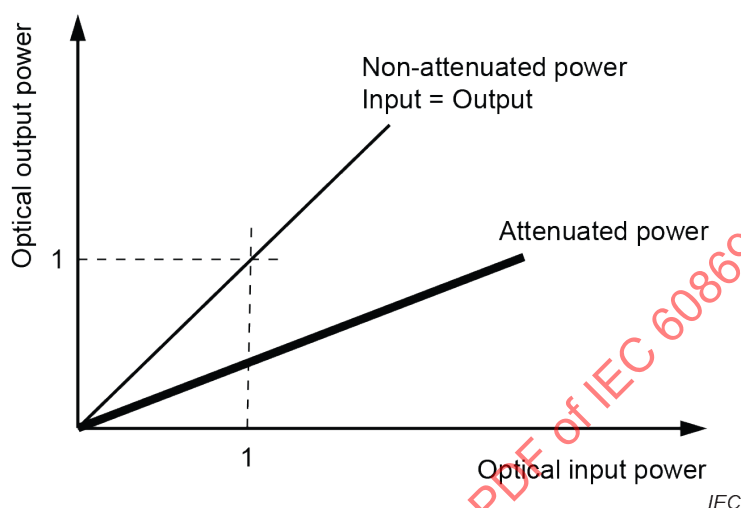
### **4.1 Optical attenuator**

The optical attenuator is a passive optical device used for optical power reduction into or out of an optical device. The optical attenuator is normally used for a broad range of wavelengths, attenuating the power by a predetermined attenuation rate.

There are two types of optical attenuator: a fixed optical attenuator and a variable optical attenuator.

The power reduction rate of a fixed optical attenuator is constant. The performance curve of a fixed optical attenuator is shown in Figure 1, where the attenuated power is always lower than the non-attenuated power and proportional to it.

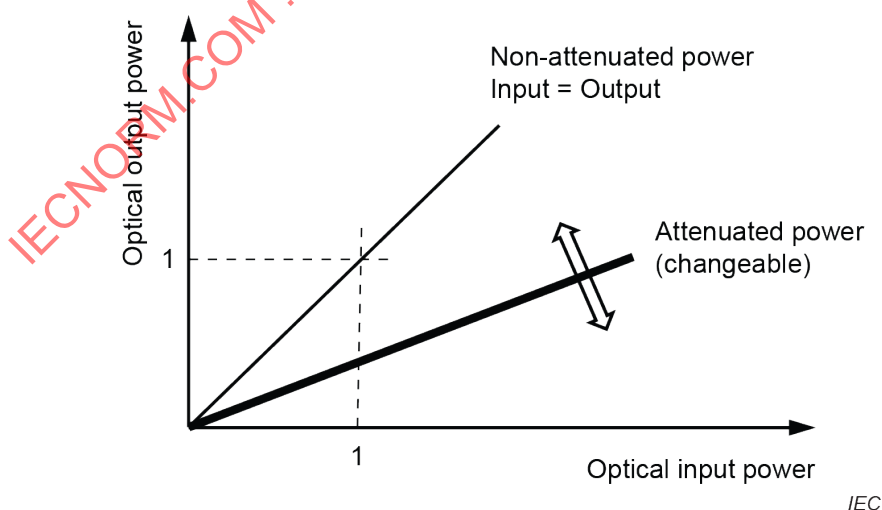
Annex E describes the fixed optical attenuator application note as a users' guide.



**Figure 1 – Fixed optical attenuator operation curve**

The performance curve of a variable optical attenuator (VOA) is shown in Figure 2. In a manner similar to that of the fixed optical attenuator, the attenuated power is always lower than the non-attenuated power and proportional to it. The VOA produces a controlled, optical output power, as a result of manual or electrical control input.

Annex F describes the variable optical attenuator application note as a users' guide.

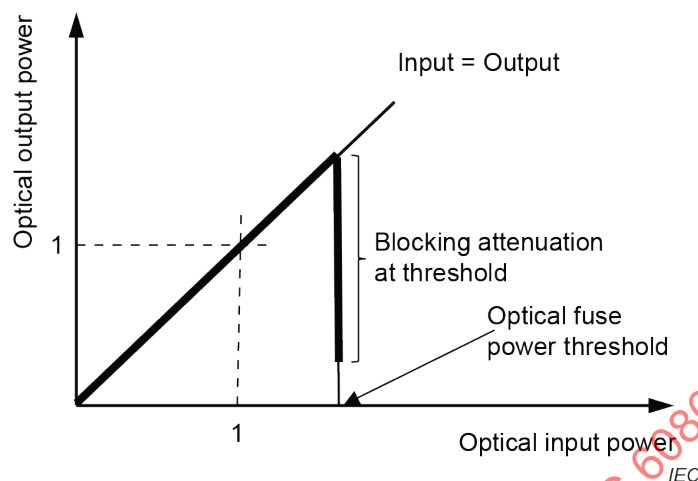


**Figure 2 – VOA operation curve**

## 4.2 Optical fuse

The optical fuse (see Figure 3) is a passive device, designed to protect equipment and fibre cables from damage due to optical overpower, spikes and surges. When the input power is

lower than a predetermined threshold power, the optical fuse remains transparent, ideally. However, the optical fuse becomes permanently opaque when the optical power exceeds the specified predetermined threshold level. The optical fuse is wavelength independent in the region of its transparency. The optical fuse is bidirectional.



NOTE Figure 3 schematically explains how the optical fuse operates, with the representation of the ideal optical fuse, which has no insertion loss ( $IL$ ).

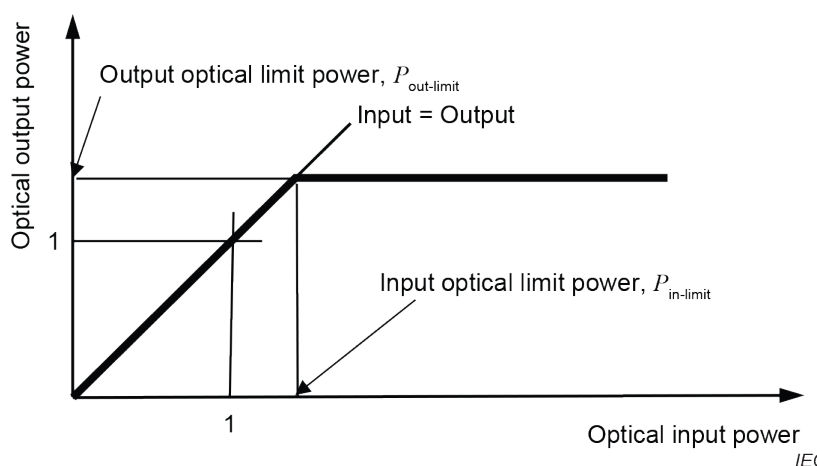
**Figure 3 – Optical fuse operation curve**

The optical fuse protects against power spikes and surges. The optical fuse is placed either at the input port of an optical device, such as in the case of a detector, or at the output port of a high power device, such as in the case of a laser or optical amplifier. An activated (burnt) fuse permanently blocks the forward optical power without increasing the reflected power, thus preventing damage. The optical fuse can be used as an eye safety device.

Annexes A and B describe optical fuse configuration and performance examples, and optical fuse application notes.

### 4.3 Optical power limiter

The optical power limiter (see Figure 4) is a passive device that regulates the optical power in fibres, producing a controlled, constant output power  $P_{\text{out-limit}}$ , as a result of varying input power higher than  $P_{\text{in-limit}}$ , and has no influence at powers below  $P_{\text{in-limit}}$ . Under normal operation, when the input power is low, the optical power limiter has no effect on the system. However, when the input power is high, the optical output power is limited to a predetermined level ( $P_{\text{out-limit}}$ ). The optical power limiter can typically operate under continuous wave (CW) input up to 5 dB above  $P_{\text{in-limit}}$ , and can sustain short duration pulses and spikes (1 s/min) up to 8 dB above  $P_{\text{in-limit}}$ .



NOTE Figure 4 schematically explains how the optical power limiter operates, with the representation of the ideal optical power limiter, which has no insertion loss ( $IL$ ).

**Figure 4 – Optical power limiter operation curve**

The optical power limiter is used at the input of power-sensitive equipment and at the output of high power devices, such as amplifiers, or wherever power regulation is required. The optical power limiter can serve as an eye safety device. The optical power limiter is wavelength independent in the region of its transparency. The optical power limiter is bidirectional. The optical power limiter is, in some cases, combined in line with an optical fuse, ensuring that at high powers, when the optical power limiter fails, the following device is not exposed to damaging power.

Annexes C and D describe optical power limiter configuration and performance examples, and optical power limiter application notes.

## 5 Requirements

### 5.1 Classification

#### 5.1.1 General

Power control devices are classified by the following categories:

- type;
- wavelength band;
- style;
- variant;
- environmental category;
- assessment level;
- normative reference extensions.

An example of a typical power control device classification is as follows:

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| Type:             | – continuously variable |
| Wavelength band:  | – L band                |
| Style:            | – configuration C       |
|                   | – LC-LC connectors      |
| Variant:          | – means of mounting     |
| Assessment level: | – A                     |

### 5.1.2 Type

Power control device types are defined by their intended function.

There are three types of optical attenuators:

- fixed;
- continuously variable;
- discrete step variable.

There is one type of optical fuse having discrete predetermined threshold power.

There is one type of optical power limiter having discrete predetermined limit power.

There are various combinations of the above-mentioned devices, for example a fixed optical attenuator and an optical power limiter in one device, or an optical power limiter and an optical fuse in one device.

There are several technology types for VOAs, such as manual, micro-electromechanical system (MEMS), magnet optics effect, planar lightwave circuit and thermal optic effect,  $\text{LiNbO}_3$  crystal based electro-optic effect. Annex G shows the example of technical information on variable optical attenuators.

### 5.1.3 Wavelength band

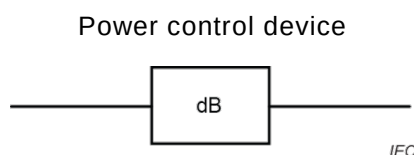
Power control device types are defined by their wavelength band, O, C or L, and sometimes by a combination of these bands (such as C and L).

### 5.1.4 Style

Power control devices may be classified into styles based upon fibre type, connector type, cable type, housing shape and dimensions and configuration.

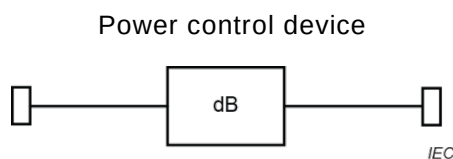
The configuration of the power control device ports is classified as follows.

- Configuration A – A device as shown in Figure 5 containing integral optical pigtails without connectors.



**Figure 5 – Configuration A**

- Configuration B – A device as shown in Figure 6 containing integral optical pigtails, with a connector on each pigtail.



**Figure 6 – Configuration B**

- Configuration C – A device as shown in Figure 7 containing fibre optic connectors as an integral part of the device housing.

Power control device



**Figure 7 – Configuration C**

- Configuration D – A device containing some combination of the interfacing features of the preceding configurations.

### 5.1.5 Variant

The power control device variant identifies those features which encompass structurally similar components.

Examples of features which define a variant include, but are not limited to, the following:

- orientation of ports on housing;
- means for mounting.

### 5.1.6 Assessment level

The detail specification shall include all required tests for quality assessment.

Each test shall be assigned to one of four groups labelled A, B, C and D.

The detail specification shall specify one or more assessment levels, each of which shall be designated by a capital letter. The assessment level defines the relationship between the inspection levels/acceptable quality levels (AQLs) of groups A and B and the inspection periods of groups C and D.

The following are preferred levels:

- Assessment level A
  - group A inspection: inspection level II, AQL = 4 %
  - group B inspection: inspection level II, AQL = 4 %
  - group C inspection: 24-month periods
  - group D inspection: 48-month periods
- Assessment level B
  - group A inspection: inspection level II, AQL = 1 %
  - group B inspection: inspection level II, AQL = 1 %
  - group C inspection: 18-month periods
  - group D inspection: 36-month periods
- Assessment level C
  - group A inspection: inspection level II, AQL = 0,4 %
  - group B inspection: inspection level II, AQL = 0,4 %
  - group C inspection: 12-month periods
  - group D inspection: 24-month periods



Groups A and B are subject to lot-by-lot inspection and groups C and D are subject to periodic inspection. One additional assessment level (other than those specified above) may be added in the detail specification. In this case, it shall be designated by the capital letter X.

### 5.1.7 Normative reference extensions

Normative reference extensions are used to introduce integrated independent standard specifications or other reference documents into blank detail specifications.

Additional requirements imposed by normative reference extensions are mandatory, unless otherwise specified. Usage is primarily intended to merge associated components to form hybrid devices, or integrated functional application requirements that are dependent on technical expertise other than fibre optics.

Published reference documents produced by ITU, consistent with the scope statements of the relevant IEC specification series, may be used as extensions. Published documents produced by regional standardization bodies, such as TIA, CENELEC, JIS, may be referenced in an informative annex attached to the generic specification.

Some optical fibre splice configurations require special qualification provisions which shall not be imposed universally. These cases encompass individual component design configurations, specialised field tooling, or specific application processes. In these cases, requirements are necessary to ensure repeatable performance or adequate safety, and provide additional guidance for complete product specification. These extensions are mandatory whenever used to prepare, assemble or install an optical fibre splice either for field application usage or preparation of qualification test specimens. The relevant specification shall clarify all stipulations. However, design- and style-dependent extensions shall not be imposed universally.

In the event of conflicting requirements, precedence, in descending order, shall be for "generic" to prevail over "mandatory extension", which latter prevails over "blank detail", which latter prevails over "detail", which latter prevails over "application specific extension".

Examples of optical connector extensions are given as follows:

- using IEC 61754-4 and IEC 61754-2 to partially define a future IEC 60874 series specification for a duplex type "SC/BFOC/2,5" hybrid connector adapter;
- using IEC 61754-13 and IEC 60869-1-1 to partially define a future IEC 60874 series specification for an integrated type "FC" present attenuated optical connector;
- using IEC 61754-2 and IEC 61073-4 to partially define a future IEC 60874 series specification for a duplex "BFOC/2,5" receptacle incorporating integral mechanical splices.

Other examples of requirements to normative extensions are the following: some commercial or residential building applications may require direct reference to specific safety codes and regulations or incorporate other specific material flammability or toxicity requirements for specialised locations.

Specialised field tooling may require an extension to implement specific ocular safety, electric shock, burn hazard avoidance requirements, or require isolation procedures to prevent potential ignition of combustible gases.

## 5.2 Documentation

### 5.2.1 Symbols

Graphical and letter symbols shall, whenever possible, be taken from IEC 60027 (all parts) and IEC 60617 unless superseded by this document.

## 5.2.2 Specification system

### 5.2.2.1 General

This document forms part of a three-level IEC specification system. Subsidiary specifications shall consist of blank detail specifications and detail specifications. This system is shown in Table 1. There are no sectional specifications for power control devices.

**Table 1 – Three-level IEC specification structure**

| Specification level | Examples of information to be included                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Applicable to                                 |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Basic               | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Assessment system rules</li> <li>– Inspection rules</li> <li>– Optical measurement methods</li> <li>– Sampling plans</li> <li>– Identification rule</li> <li>– Marking standards</li> <li>– Dimensional standards</li> <li>– Terminology</li> <li>– Symbols</li> <li>– Preferred number series</li> <li>– SI units</li> </ul> | Two or more component families or subfamilies |
| Generic             | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Specific terminology</li> <li>– Specific symbols</li> <li>– Specific units</li> <li>– Preferred values</li> <li>– Marking</li> <li>– Quality assessment procedures</li> <li>– Selection of tests</li> <li>– Qualification approval and/or capability approval procedures</li> </ul>                                           | Component family                              |
| Blank detail        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Quality conformance test schedule</li> <li>– Inspection requirements</li> <li>– Information common to a number of types</li> </ul>                                                                                                                                                                                            | Groups of types having a common test schedule |
| Detail              | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Individual values</li> <li>– Specific information</li> <li>– Completed quality conformance test schedules</li> </ul>                                                                                                                                                                                                          | Individual type                               |

### 5.2.2.2 Blank detail specification

The blank detail specification lists all the parameters and features applicable to power control devices including the type, operating characteristics, housing configurations, test methods and performance requirements. The blank detail specification is applicable to any power control device design and quality assessment requirement. The blank detail specification contains the preferred format for stating the required information in the detail specification.

### 5.2.2.3 Detail specification

A specific power control device is described by a corresponding detail specification, which is prepared by filling in the blanks of the blank detail specification. Within the constraints imposed by this generic specification, the blank detail specification may be filled in by any national committee of the IEC, thereby defining as an official IEC standard a particular power control device design.

Detail specifications shall specify the following, as applicable:

- type (see 5.1.2);
- wavelength band (see 5.1.3);
- style (see 5.1.4);
- variant(s) (see 5.1.5);

- variant identification number(s) (see 5.7.2);
- all tests required;
- assessment level (see 5.1.6);
- performance requirements (see 5.6).

### **5.2.3 Drawings**

#### **5.2.3.1 General**

The drawings and dimensions given in detail specifications shall not restrict details of construction, nor shall they be used as manufacturing drawings.

#### **5.2.3.2 Projection system**

Either first-angle or third-angle projection shall be used for the drawings in documents covered by this document. All drawings within a document shall use the same projection system, and the drawings shall state which system is used.

#### **5.2.3.3 Dimensional system**

All dimensions shall be given in accordance with ISO 129-1, ISO 286-1 and ISO 1101.

The metric system shall be used in all specifications.

Dimensions shall not contain more than five significant digits.

When units are converted, a note shall be added in each relevant specification, and the conversion between systems of units shall use a factor of 25,4 mm to 1 inch.

### **5.2.4 Tests and measurements**

#### **5.2.4.1 Measurement method**

The size measurement method to be used for dimensions shall be specified in the detail specification for any dimensions which are specified within a total tolerance zone of 0,01 mm or less.

#### **5.2.4.2 Reference components**

Reference components for measurement purposes, if required, shall be specified in the detail specification.

#### **5.2.4.3 Gauges**

Gauges, if required, shall be specified in the relevant specification.

### **5.2.5 Test data sheets**

Test data sheets shall be prepared for each test conducted as required by a detail specification. The data sheets shall be included in the qualification report and in the periodic inspection report.

Data sheets shall contain the following information as a minimum:

- title of test and date;
- specimen description including the variant identification number (see 5.7.2);
- test equipment used;

- all applicable test details;
- all measurement values and observations;
- sufficient detailed documentation to provide traceable information for failure analysis.

### **5.2.6 Instructions for use**

Instructions for use, when required, shall be given by the manufacturer and shall consist of the following:

- assembly and connection instructions;
- cleaning method;
- safety aspects;
- additional information as necessary.

## **5.3 Standardization system**

### **5.3.1 Interface standards**

The interface standards provide both manufacturer and user with all the information they require to make or use the product in conformity with the physical features of that standard interface. Interface standards fully define and dimension the features essential for the mating and unmating of optical fibre connectors and other components. They also serve to position the optical datum target, where defined, relative to other reference data.

Interface standards ensure that connectors and adapters that comply with the standard will fit together. The standards may also contain tolerance grades for ferrules and alignment devices. Tolerance grades are used to provide different levels of alignment precision.

The interface dimensions may also be used to design other components that will mate with the connectors. For example, an active device mount can be designed using the adapter interface dimensions. The use of these dimensions combined with those of a standard plug provides the designer with assurance that the standard plugs will fit into the optical device mount. They also provide the optical datum target location of the plugs.

Standard interface dimensions do not, by themselves, guarantee optical performance. They guarantee connector mating at a specified fit. Optical performance is currently guaranteed via the manufacturing specification. Products from the same or different manufacturing specifications using the same standard interface will always fit together. Guaranteed performance can be given by any single manufacturer only for products delivered to the same manufacturing specification. However, it can be reasonably expected that some level of performance will be obtained by mating products from different manufacturing specifications, although the level of performance cannot be expected to be any better than that of the lowest specified performance.

### **5.3.2 Performance standards**

Performance standards contain a series of test sets and measurements (which may or may not be grouped into a specified schedule, depending on the requirements of those standards) with clearly defined conditions, severities and pass/fail criteria. The tests are intended to be run on a one-off basis to prove any product's ability to satisfy the performance standards' requirements. Each performance standard has a different set of tests and/or severities (and/or groupings), and represents the requirements of a market sector, user group or system location.

A product that has been shown to meet all the requirements of a performance standard can be declared as complying with a performance standard but should then be controlled by a quality assurance/quality conformance programme.

A key point for the application of the test and measurement standards (particularly with regard to insertion loss and return loss) in conjunction with interface standards of inter-product compatibility, may be defined. The conformity of each individual product with this document will be ensured.

### 5.3.3 Reliability standards

Reliability standards are intended to ensure that a component can meet performance specifications under stated conditions for a stated time period.

For each type of component, the following elements need to be identified (and appear in the standard):

- failure modes (observable general mechanical or optical effects of failure);
- failure mechanisms (general causes of failure, common to several components);
- failure effects (detailed causes of failure, specific to the component).

These are all related to environmental and material aspects.

Initially, just after component manufacture, there is an "infant mortality phase" during which many components would fail if they were deployed in the field. To avoid early field failure, all components may be subjected to a screening process in the factory, involving environmental stresses that may be mechanical, thermal, and humidity-related. This is to induce known failure mechanisms in a controlled environmental situation to occur earlier than would normally be seen in the unscreened population. For those components that survive (and are then sold), there is a reduced failure rate since these mechanisms have been eliminated.

Screening is an optional part of the manufacturing process, rather than a test method. It will not affect the "useful life" of a component, defined as the period during which it performs according to specifications. Eventually, other failure mechanisms appear, and the failure rate increases beyond some defined threshold. At this point, the useful life ends, the "wear-out region" begins, and the component shall be replaced.

At the beginning of the useful life, performance testing on a sample population of components may be applied by the supplier, by the manufacturer, or by a third party. This is to ensure that the component meets performance specifications over the range of intended environments at this initial time. Reliability testing, on the other hand, is applied to ensure that the component meets performance specifications for at least a specified minimum useful lifetime or with a specified maximum failure rate. These tests are usually done by utilising the same performance testing, with increased duration and severity to accelerate the failure mechanisms.

A reliability theory relates component reliability testing to component parameters and to lifetime or failure rate under testing. The theory then extrapolates these to lifetime or failure rate under less stressful service conditions. The reliability specifications include values of the component parameters needed to ensure the specified minimum lifetime or maximum failure rate in service.

### 5.3.4 Interlinking

The standards relevant to fibre optic passive power control devices are given in Figure 8. A large number of test and measurement standards are already in place. The quality assurance / qualification approval standards produced under the banner of the IECQ have already been in place for many years.

With regard to standards relating to interface, performance, optical interface, reliability, and tests and measurements, the matrix given in Table 2 demonstrates some of the options available for product standardization once all of these standards are in place.

Product A is fully IEC standardized, having a standard interface and meeting defined optical interface performance and reliability requirements.

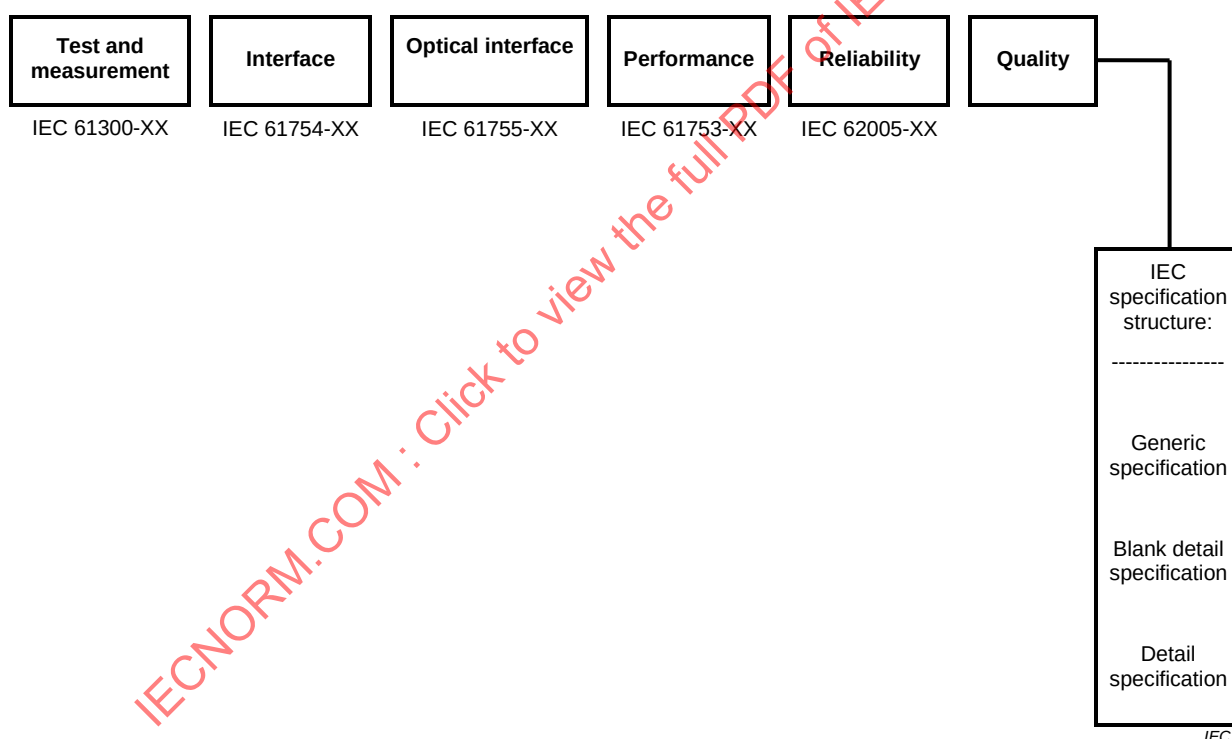
Product B is a product with a proprietary interface, but which meets defined IEC optical interface, performance and reliability requirements.

Product C is a product with a proprietary interface, which meets defined IEC optical interface and performance standards but does not comply with reliability requirements.

Product D is a product which complies with an IEC standard interface which complies with the IEC optical interface standard but which does not meet the requirements of either an IEC performance standard or those of reliability documentation.

Product E is a product which complies with both an IEC standard interface and a performance standard, but does not meet the optical interface or reliability requirements.

Obviously, the matrix is more complex than that shown in Table 2, since a number of interface, performance and reliability documents will be able to be cross-related. In addition, the products may all be subject to a quality assurance programme that could be conducted under IEC approval, or even under a national or company quality assurance system.



**Figure 8 – Standardization structure**

**Table 2 – Standards' interlink matrix**

|           | Interface standard | Optical interface standard | Performance standard | Reliability documentation |
|-----------|--------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------|
| Product A | YES                | YES                        | YES                  | YES                       |
| Product B | NO                 | YES                        | YES                  | YES                       |
| Product C | NO                 | YES                        | YES                  | NO                        |
| Product D | YES                | YES                        | NO                   | NO                        |
| Product E | YES                | NO                         | YES                  | NO                        |

## 5.4 Design and construction

### 5.4.1 Materials

The devices shall be manufactured from materials which meet the requirements of the relevant specification.

When non-flammable materials are required, the requirement shall be specified in the relevant specification, and the needle-flame test (see IEC 60695-11-5) shall be referenced.

### 5.4.2 Workmanship

Devices and associated hardware shall be manufactured to a uniform quality and shall be free of sharp edges, burrs or other defects that would affect life, serviceability or appearance. Particular attention shall be given to neatness and thoroughness of marking, plating, soldering, bonding, etc.

## 5.5 Quality

Power control devices shall be controlled by the quality assessment procedures.

## 5.6 Performance

Power control devices shall meet the performance requirements specified in the relevant specification standards.

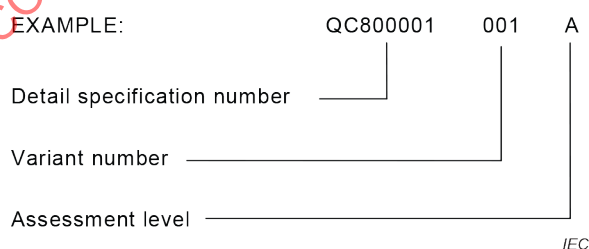
## 5.7 Identification and marking

### 5.7.1 General

Devices, associated hardware and shipping packages shall be permanently and legibly identified and marked when required by the relevant specification.

### 5.7.2 Variant identification number

Each variant in a detail specification shall be assigned a variant identification number; this number shall be set out as follows.



### 5.7.3 Component marking

Component marking, if required, shall be specified in the detail specification. The preferred order of marking is the following:

- a) port identification;
- b) manufacturer's part number (including serial number, if applicable);
- c) manufacturer's identification mark or logo;
- d) manufacturing date;
- e) variant identification number;
- f) any additional marking required by the detail specification.

If space does not allow for all the required marking on the component, each unit shall be individually packaged with a data sheet containing all of the required information which is not marked.

#### **5.7.4 Package marking**

Several power control devices may be packaged together for shipment.

Package marking, if required, shall be specified in the detail specification. The preferred order of marking is the following:

- a) manufacturer's identification mark or logo;
- b) manufacturer's part numbers;
- c) manufacturing date codes (year/week, see ISO 8601);
- d) variant identification number(s);
- e) type designations;
- f) assessment levels;
- g) any additional marking required by the detail specification.

When applicable, individual unit packages (within the sealed package) shall be marked with the reference number of the certified record of released lots, the manufacturer's factory identity code and the component identification.

#### **5.8 Packaging**

Packages shall include instructions for use when required by the specification.

#### **5.9 Storage conditions**

Where short-term degradable materials, such as adhesives, are supplied with the package of connector parts, the manufacturer shall mark these with the expiry date (year and week numbers according to ISO 8601) together with any requirements or precautions concerning safety hazards or environmental conditions for storage.

#### **5.10 Safety**

Optical power control devices, when used on an optical fibre transmission system and/or equipment, may emit potentially hazardous radiation from an uncapped or unterminated output port or fibre end. Safety instructions shall be according to IEC 60825 (all parts) relating to laser safety.

The manufacturers of optical power control devices shall make available sufficient information to alert system designers and users about the potential hazard and shall indicate the required precautions and working practices.

In addition, each relevant specification shall include the following text:

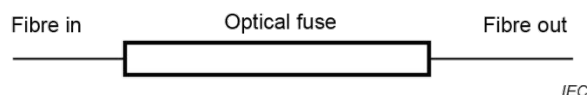
**WARNING** – Care should be taken when handling small diameter fibres to prevent puncturing the skin, especially in the eye area. Direct viewing of the end of an optical fibre or an optical fibre connector when it is propagating energy is not recommended unless prior assurance has been obtained as to the safety of the energy output level.



## Annex A (informative)

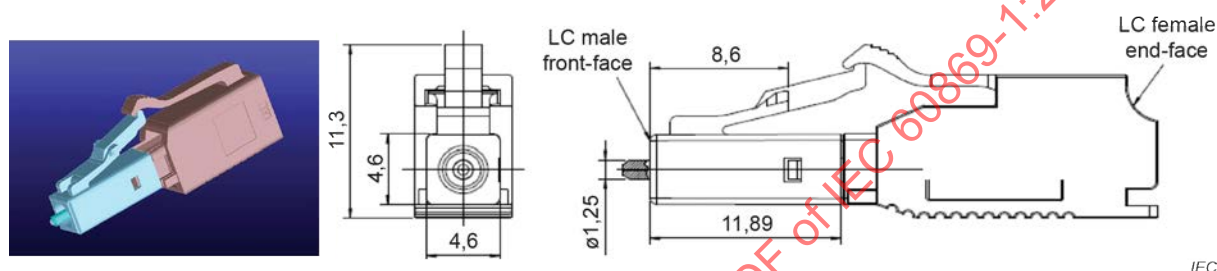
### Optical fuse configuration and performance examples

Examples of optical fuse configurations are given in Figures A.1 and A.2.



NOTE Typical dimensions are 4 mm to 6 mm diameter and 40 mm length.

**Figure A.1 – Optical fuse, non-connectorized style**



**Figure A.2 – Optical fuse, plug-receptacle style (LC)**

Optical fuses are manufactured in various optical power threshold values, and it is recommended that continuous optical power applied to a fuse be no more than 3 dB below the threshold values.

The response time of the optical fuse is the total length of time between the start of the input power (for example  $P_{in} = P_{th} + 3$  dB, 1 ms rectangle pulse) and the end time when the output optical power has decreased to be less than  $P_{th} - IL$  dB or  $P_{in} - A_{block}$  (for example 30 dB). An example of optical fuse response time is given in Figure A.3. Here the input pulse duration is 1 ms with rise time of 10  $\mu$ s and a steady-state of  $(P_{th} + 3)$  dB. Figure A.3 illustrates the parameters.

Figure A.4 shows an input power vs output power of an optical fuse, having power threshold approximately 30 dBm (1 W), showing output power drop at threshold of approximately 25 dB.

In this case, the rise time is the elapsed time for input power to reach 90 % of its steady-state value from the time it starts.

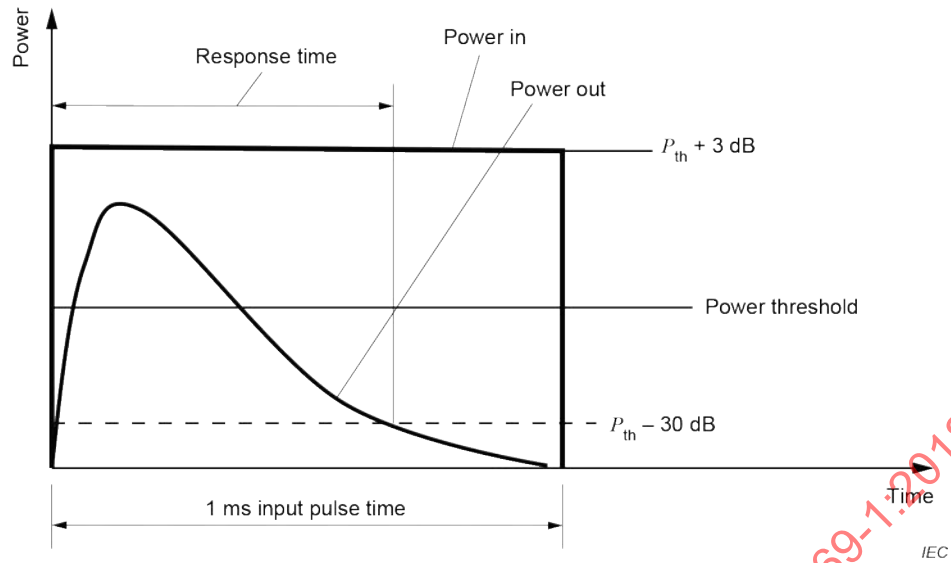


Figure A.3 – Response time curve of an optical fuse

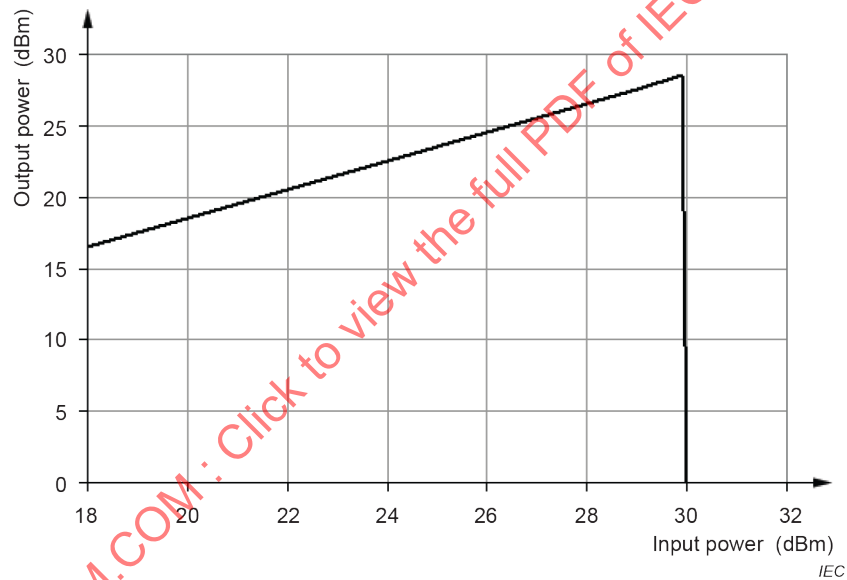


Figure A.4 – Optical fuse, power threshold approx. 30 dBm (1 W), output power drop at threshold approx. 25 dB

## Annex B (informative)

### Optical fuse application notes

The passive optical fuse is a device, which can be used for optical over-power safety. The optical fuse is activated at a broad range of wavelengths, shutting off the optical power propagation from input to output at a predetermined optical power level.

The main characteristics of the optical fuse are the following:

- the transmitted optical communication data is unaffected by the optical fuse as long as the optical power is below the predetermined threshold power;
- the optical fuse is wavelength independent for the optical communication ranges;
- the response time is  $< 100 \mu\text{s}$ , offering fast response;
- used in SMF, MM, and PM fibres;
- can be used as a stand-alone unit or an integrated unit into an optical sub-system as an internal part.

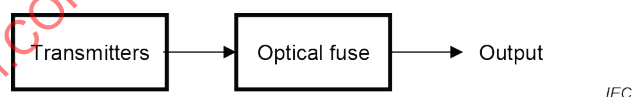
The optical fuse can be used as an add-on at the output port of:

- transmitters and
- amplifiers.

The optical fuse can be used as an add-on at the input port of:

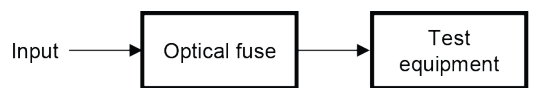
- optical switches,
- test equipment (e.g. optical power meters, wavelength meters, optical spectrum analysers), and
- receivers.

The next device is therefore protected from damage by the light source, as shown in Figure B.1.



IEC

**a) Placement at output**



IEC

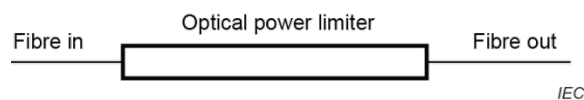
**b) Placement at input**

**Figure B.1 – Placement of an optical fuse**

## Annex C (informative)

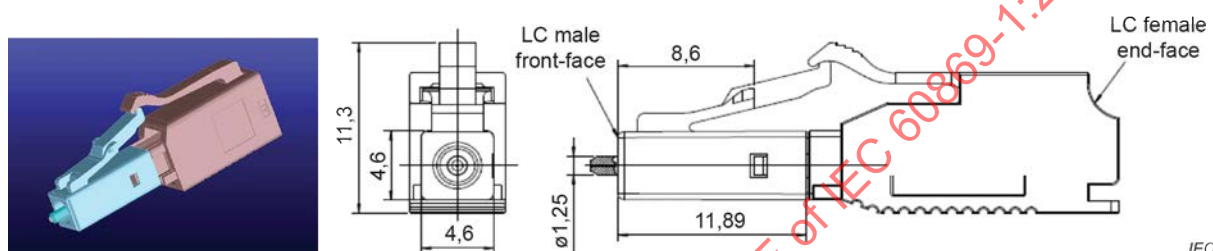
### Optical power limiter configuration and performance examples

The optical power limiter configurations are shown in Figures C.1 and C.2.



NOTE Typical dimensions are 6 mm diameter and 50 mm length.

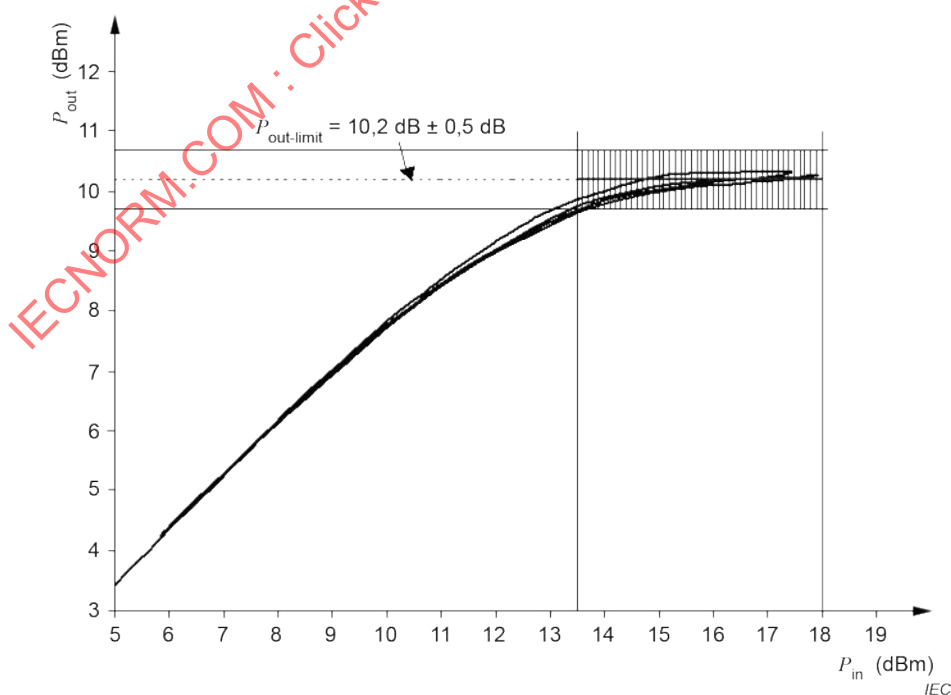
**Figure C.1 – Optical power limiter, non-connectorized style**



**Figure C.2 – Optical power limiter, plug-receptacle style (LC)**

Optical power limiters are manufactured with various limit power values.

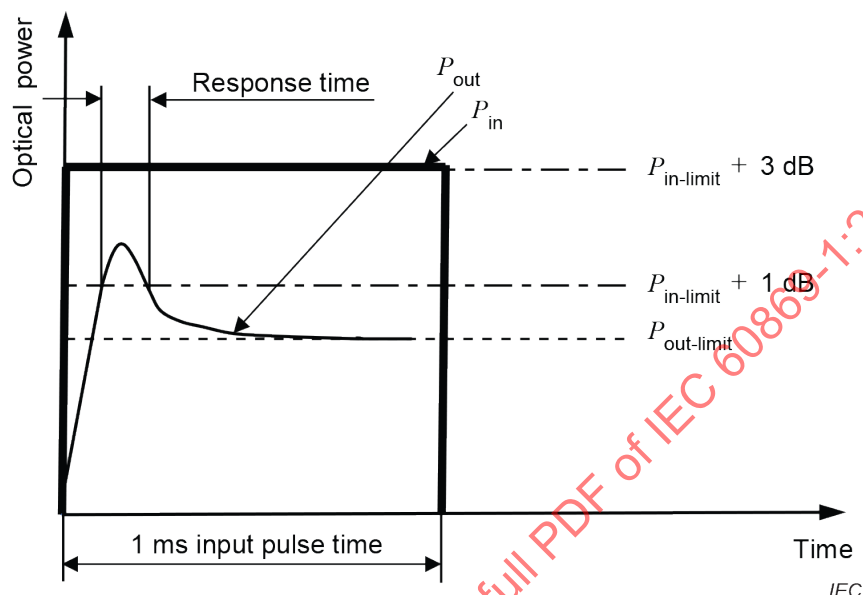
An experimental example of optical power limiter behaviour appears in Figure C.3; here, the input power was varied up from 0 to +18 dBm and back a few tens of cycles, showing curves that are identical within 0,2 dBm (black lines).



**Figure C.3 – Optical power limiter – Experimental**

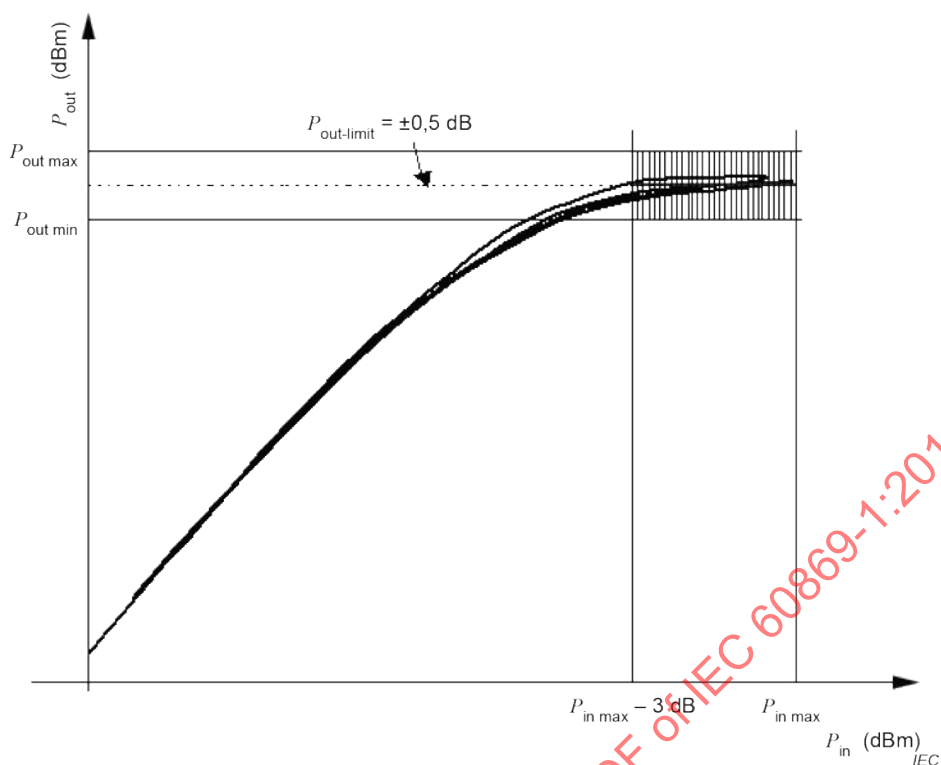
The response time of the optical limiter is the total time elapsing between the start of the input power (for example  $P_{in} = P_{limit} + 3 \text{ dB}$ , 1 ms rectangle pulse) and the end time when the output power has decreased to be less than or equal to the predetermined power (for example the output power is less than  $P_{limit} + 1 \text{ dB}$ ). Figure C.4 illustrates the parameters.

In this case, the rise time is the elapsed time for input power to reach 90 % of its steady-state value from the time it starts.



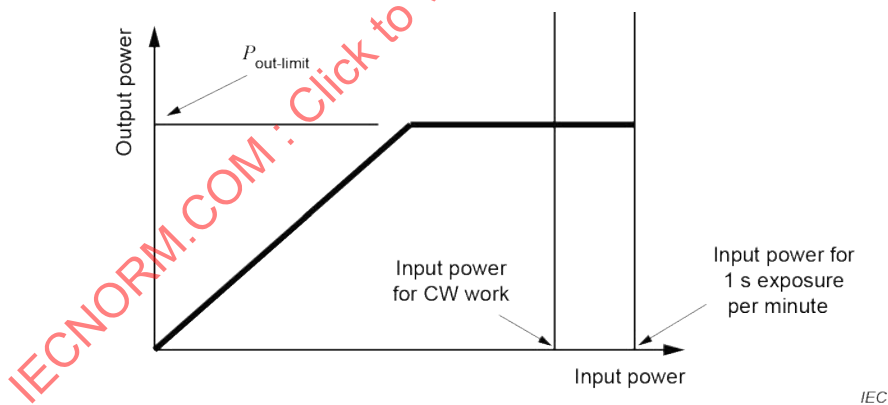
**Figure C.4 – Schematic optical power limiter response time; 1 ms input pulse time**

Optical limit power,  $P_{limit}$  is measured experimentally as the average between  $P_{out \text{ max.}}$  and  $P_{out \text{ min.}}$  within a 3 dB input power range during a cycle of  $P_{out}$  as a function of  $P_{in}$ , as depicted in Figure C.5.



**Figure C.5 – Schematic power definitions**

The optical power limiter can typically operate under CW input up to 5 dB above  $P_{limit}$ , and can accommodate short duration pulses and spikes (1 s/min) up to 8 dB above  $P_{limit}$  as shown in Figure C.6.



**Figure C.6 – Optical power limiter, input power definitions**

## Annex D (informative)

### Optical power limiter application notes

The optical power limiter regulates the optical power. It is used at the input to power-sensitive equipment, and at the output of high power components, such as amplifiers or lasers, where power regulation is required. The optical power limiter can serve as a protection device and as an eye safety power regulator. Under normal operation, when the input power is low, the limiter has no effect on the system. However, when the input power is high, the output power is limited to a certain level ( $P_{\text{limit}}$ ). The limiter is wavelength-independent in the region of its transparency.

The main characteristics of the optical power limiter are the following:

- the transmitted optical communication data is unaffected by the optical power limiter;
- the optical power limiter is wavelength independent for the optical communication regions;
- the response time is  $< 500 \mu\text{s}$ , offering fast response (at  $P_{\text{in}} = P_{\text{in max.}}$ );
- used in SMF, MM, and PM fibres;
- can be used as a stand-alone unit or an integrated unit into an optical sub-system as an internal part.

The optical power limiter can be used as an add-on at the output port of:

- transmitters and
- amplifiers.

The optical power limiter can be used as an add-on at the input port of:

- optical switches,
- test equipment (e.g. optical power meters, wavelength meters, optical spectrum analysers) and
- receivers.

The optical power limiter can be used to protect the next device from damage by the light source.

The optical power limiter is, in some cases, combined in line with an optical fuse, ensuring that at high powers, if the limiter fails, the following device is not exposed to damaging power, as shown in Figure D.1.

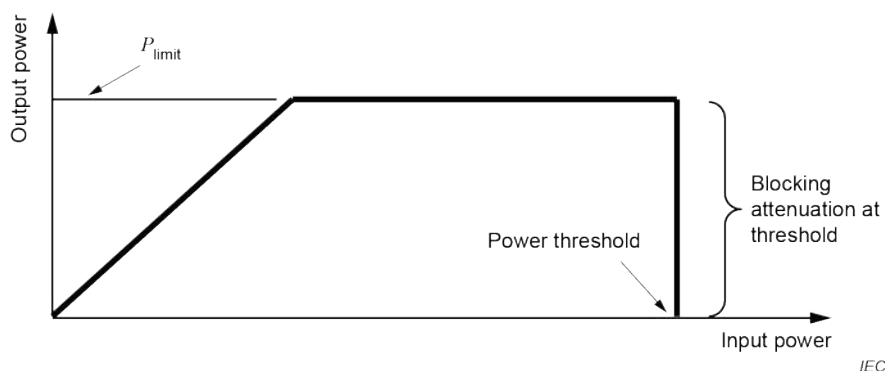


Figure D.1 – Optical power limiter and optical fuse, combined, operation curve

## Annex E (informative)

### Fixed optical attenuator application note

The fixed optical attenuator is a passive device that has fixed attenuation, which can be used for optical power control and optical over-power safety. The fixed optical attenuator handles a broad range of wavelengths, reducing the optical power propagation from input to output at a predetermined amount. Fixed attenuators can be of plug-style attenuators or pigtailed style attenuators.

The main characteristics of the fixed optical attenuator are the following:

- the transmitted optical communication data is unaffected by the fixed optical attenuator;
- the fixed optical attenuator is wavelength independent for the optical communication regions;
- the response time is immediate;
- used in SMF, MM, and PM fibres;
- can be used as a stand-alone unit or an integrated unit into an optical sub-system as an internal part.

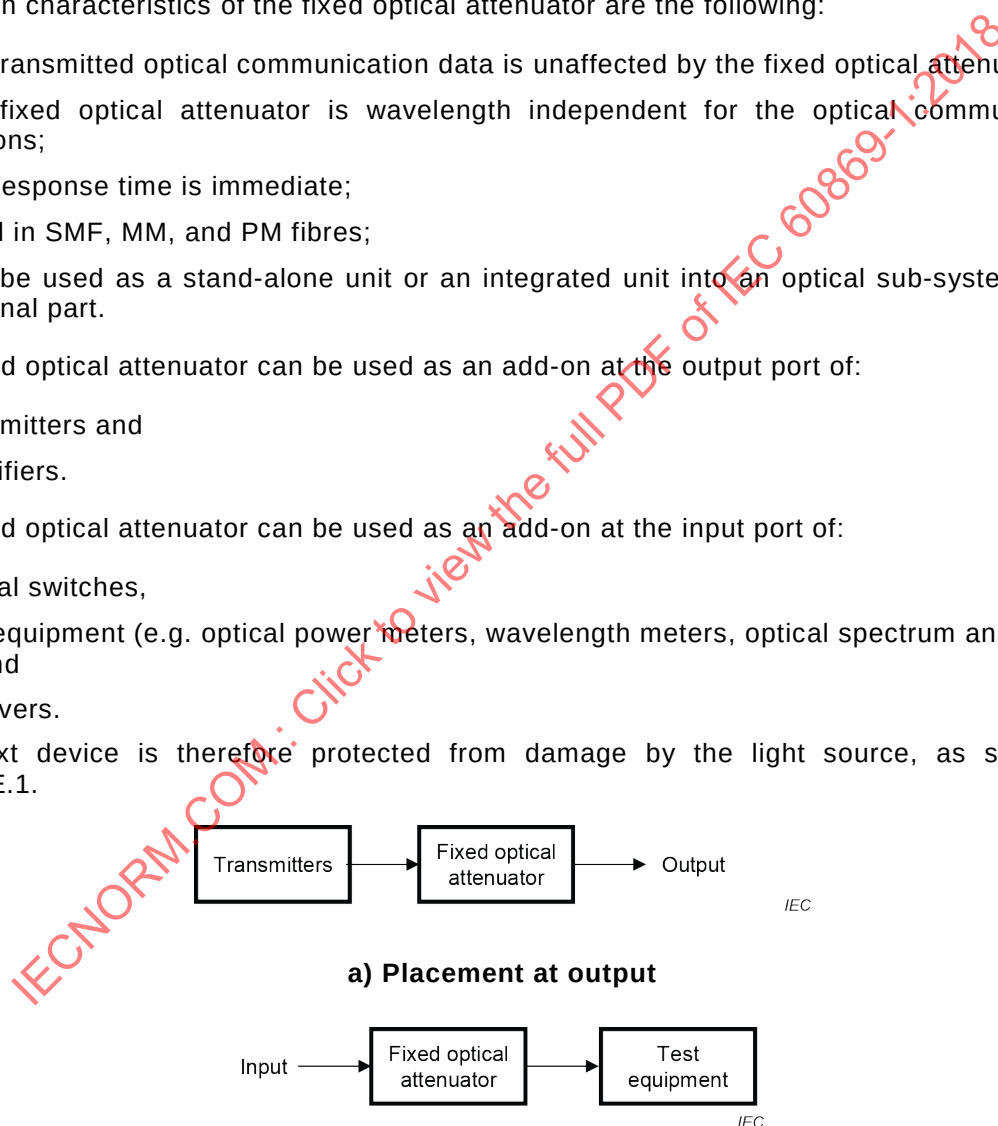
The fixed optical attenuator can be used as an add-on at the output port of:

- transmitters and
- amplifiers.

The fixed optical attenuator can be used as an add-on at the input port of:

- optical switches,
- test equipment (e.g. optical power meters, wavelength meters, optical spectrum analysers), and
- receivers.

The next device is therefore protected from damage by the light source, as shown in Figure E.1.



**Figure E.1 – Placement of a fixed optical attenuator**



## **Annex F**

### **(informative)**

#### **Variable (manually or electrically) optical attenuator application note**

The variable (manually or electrically) optical attenuator is a passive device, which produces controlled signal attenuation in an optical fibre transmission line. It can be used for optical power control or over-power safety. The variable (manually or electrically) optical attenuator handles a broad range of wavelengths, reducing the optical power propagation from input to output at a controlled, variable amount. The variable (manually or electrically) optical attenuator can be of plug-style or pigtailed style.

The main characteristics of the variable (manually or electrically) optical attenuator are:

- attenuation according to a manual or electrical setting;
- the transmitted optical communication data is unaffected by the variable, manual or electrical, optical attenuator;
- the variable, manual or electrical, optical attenuator is wavelength independent for the optical communication regions;
- used in SMF, MM, and PM fibres;
- can be used as a stand-alone unit or an integrated unit into an optical sub-system as an internal part.

The variable (manually or electrically) optical attenuator can be used as an add-on at the output port of:

- transmitters and
- amplifiers.

Here, the variable (manually or electrically) optical attenuator controls the output power and sets it to a desired level.

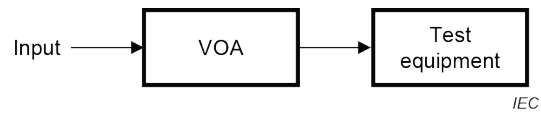
The variable optical attenuator can be used as an add-on at the input port of:

- optical switches,
- test equipment (e.g. optical power meters, wavelength meters, optical spectrum analysers) and
- receivers.

The variable (manually or electrically) optical attenuator controls the output power or protects the next device from damage by the light source, as shown in Figure F.1.



**a) Placement at output**



**b) Placement at input**

**Figure F.1 – Placement of a variable, manual or electrical, optical attenuator**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60869-1:2018

## Annex G (informative)

### Example of technology of variable optical attenuators

#### G.1 Example technology of micro-electromechanical system (MEMS) based VOA

Figure G.1 shows the example technology of MEMS based VOA. An optical beam from the input port fibre focuses on the MEMS mirror by the lens; it is then reflected and reaches the output port fibre through the lens. When the MEMS mirror tilts due to electrostatic force by applying a voltage, the beam focuses on the side of the output port fibre. This makes for increasing attenuation. By controlling the applied voltage, the tilt angle of the mirror is changed and thus the attenuation is changed.

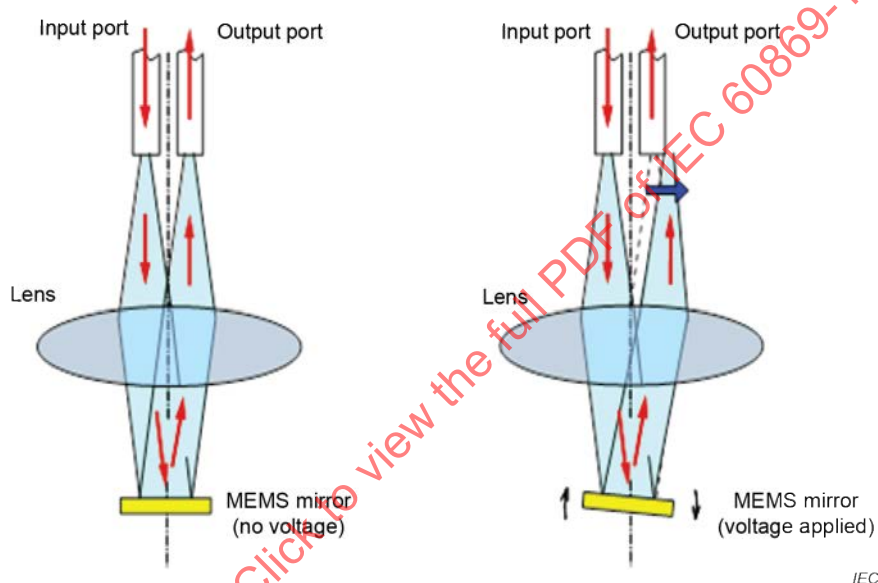
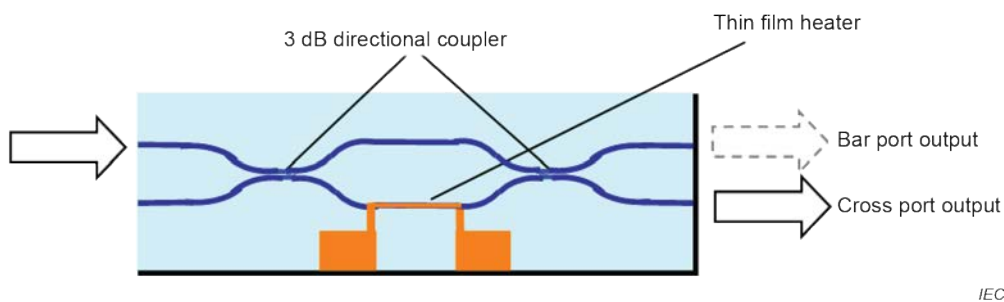


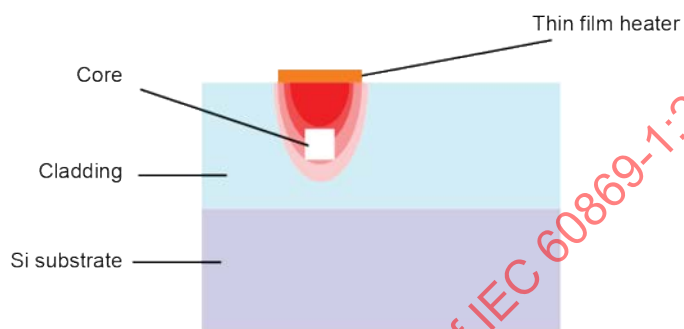
Figure G.1 – Example technology of MEMS based VOA

#### G.2 Example technology of planar lightwave circuit (PLC) based and thermo-optic (TO) based VOA

Figure G.2 shows the example technology of PLC and TO based VOA. Connecting two 3-dB directional couplers in silica waveguide, the Mach-Zehnder interferometer is fabricated. The electrode on the bottom arm is attached. When the electrode is heated by applying electrical current, the refractive index changes, causing the optical phase difference in the two arms, resulting in output optical power change. Figure G.3 shows the relationship of the phase and attenuation.



a) Top view



b) Cross-section view

Figure G.2 – Example technology of PLC-TO based VOA

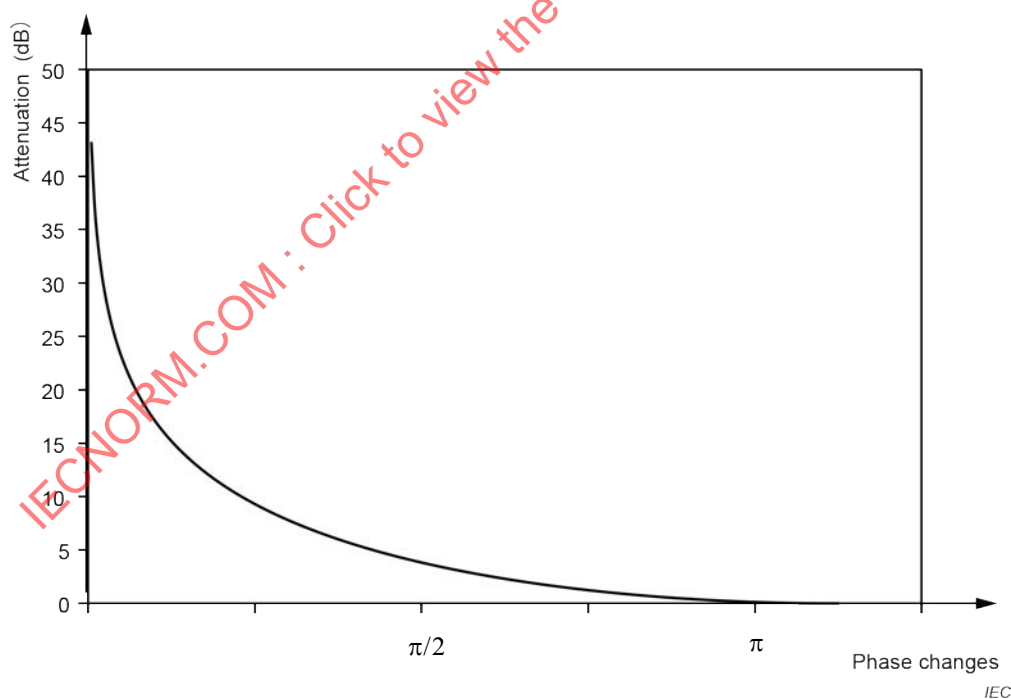
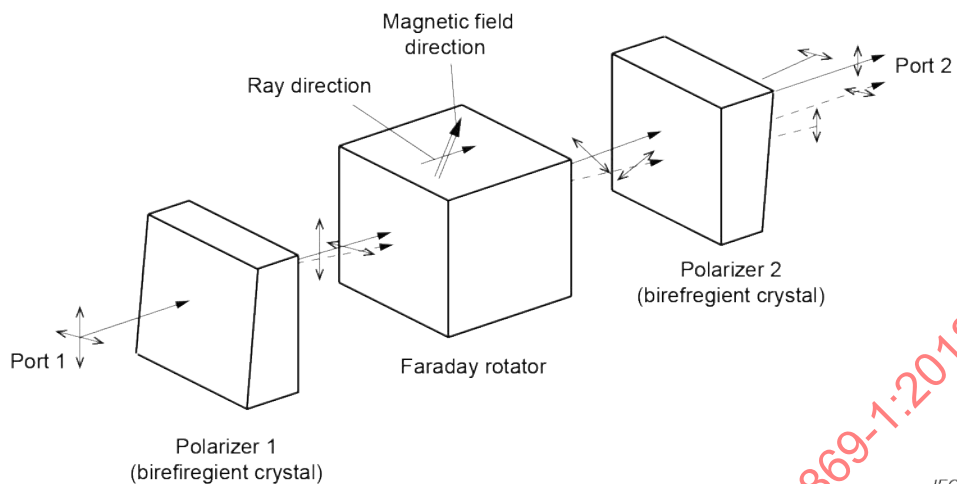


Figure G.3 – The relation of phase changes and attenuation

### G.3 Example technology of magnet-optic (MO) based VOA

Figure G.4 shows the example technology of MO based VOA. The basic configuration is similar to that of a fibre optic isolator which has two polarisers made by birefringent crystals and a Faraday rotator in the middle. The direction of the magnetic field applying Faraday

rotator is different. By applying the magnetic field, the beam after the second polariser (analyser) splits and tilts.



**Figure G.4 – Example technology of MO based VOA**

## Bibliography

IEC 60869-1-1, *Fibre optic attenuators – Part 1-1: Blank detail specification*

IEC 60874 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connectors for optical fibres and cables*

IEC 61073-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Mechanical splices and fusion splice protectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification*

IEC 61073-4, *Splices for optical fibres and cables – Part 4: Sectional specification – Mechanical splices for optical fibres and cables*

IEC 61300-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 1: General and guidance*

IEC 61300-2 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2: Tests*

IEC 61300-3 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3: Examinations and measurements*

IEC 61753 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components performance standard*

IEC 61753-051-3, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 051-3: Single-mode fibre, plug-style fixed attenuators for category U – Uncontrolled environment*

IEC 61753-052-3, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 052-3: Single-mode fibre non-connectorized fixed attenuator – Category U in uncontrolled environment*

IEC 61753-052-6, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 052-6: Single-mode fibre non-connectorized fixed attenuator – Category O in outside plant environment*

IEC 61753-053-2, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 053-2: Non-connectorized single-mode fibre, electrically controlled, variable optical attenuator for category C – Controlled environments*

IEC 61753-056-2, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 056-2: Single mode fibre pigtailed style optical fuse for category C – Controlled environment*

IEC 61753-057-2, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 057-2: Single mode fibre plug-receptacle style optical fuse for category C – Controlled environment*

IEC 61753-058-2, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 058-2: Single mode fibre pigtailed style optical power limiter for category C – Controlled environment*

IEC 61753-059-2, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 059-2: Single-mode fibre plug-receptacle style optical limiter for category C – Controlled environment*

IEC 61754 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces*

IEC 61754-2, *Fibre optic connector interfaces – Part 2: Type BFOC/2,5 connector family*

IEC 61754-4, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 4: Type SC connector family*

IEC 61754-13, *Fibre optic connector interfaces – Part 13: Type FC-PC connector*

IEC 61754-20, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 20: Type LC connector family*

IEC 61755 (all parts), *Fibre optic connector optical interfaces*

IEC 62005 (all parts), *Reliability of fibre optic interconnecting devices and passive components*

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60869-1:2018

## SOMMAIRE

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                    | 41 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                         | 43 |
| 2 Références normatives .....                                                                         | 43 |
| 3 Termes et définitions .....                                                                         | 44 |
| 3.1 Termes concernant les composants .....                                                            | 44 |
| 3.2 Termes concernant les performances .....                                                          | 45 |
| 4 Description des dispositifs .....                                                                   | 47 |
| 4.1 Affaiblisseur optique .....                                                                       | 47 |
| 4.2 Fusible optique .....                                                                             | 48 |
| 4.3 Limiteur de puissance optique .....                                                               | 48 |
| 5 Exigences .....                                                                                     | 49 |
| 5.1 Classification .....                                                                              | 49 |
| 5.1.1 Généralités .....                                                                               | 49 |
| 5.1.2 Type .....                                                                                      | 50 |
| 5.1.3 Bande de longueur d'onde .....                                                                  | 50 |
| 5.1.4 Modèle .....                                                                                    | 50 |
| 5.1.5 Variante .....                                                                                  | 51 |
| 5.1.6 Niveau d'assurance de la qualité .....                                                          | 51 |
| 5.1.7 Extensions des références normatives .....                                                      | 52 |
| 5.2 Documentation .....                                                                               | 53 |
| 5.2.1 Symboles .....                                                                                  | 53 |
| 5.2.2 Système de spécifications .....                                                                 | 53 |
| 5.2.3 Schémas .....                                                                                   | 54 |
| 5.2.4 Essais et mesures .....                                                                         | 55 |
| 5.2.5 Fiches techniques d'essai .....                                                                 | 55 |
| 5.2.6 Instructions d'emploi .....                                                                     | 55 |
| 5.3 Système de normalisation .....                                                                    | 55 |
| 5.3.1 Normes d'interface .....                                                                        | 55 |
| 5.3.2 Normes de performance .....                                                                     | 56 |
| 5.3.3 Normes de fiabilité .....                                                                       | 56 |
| 5.3.4 Interconnexions .....                                                                           | 57 |
| 5.4 Conception et construction .....                                                                  | 58 |
| 5.4.1 Matériaux .....                                                                                 | 58 |
| 5.4.2 Fabrication .....                                                                               | 59 |
| 5.5 Qualité .....                                                                                     | 59 |
| 5.6 Performance .....                                                                                 | 59 |
| 5.7 Identification et marquage .....                                                                  | 59 |
| 5.7.1 Généralités .....                                                                               | 59 |
| 5.7.2 Numéro d'identification des variantes .....                                                     | 59 |
| 5.7.3 Marquage des composants .....                                                                   | 59 |
| 5.7.4 Marquage de l'emballage .....                                                                   | 59 |
| 5.8 Emballage .....                                                                                   | 60 |
| 5.9 Conditions de stockage .....                                                                      | 60 |
| 5.10 Sécurité .....                                                                                   | 60 |
| Annexe A (informative) Exemples de configurations et de performances pour les fusibles optiques ..... | 61 |



|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Annexe B (informative) Notes d'application des fusibles optiques .....                                                                         | 63 |
| Annexe C (informative) Exemples de configurations et de performances pour les limiteurs de puissance optique .....                             | 64 |
| Annexe D (informative) Notes d'application pour les limiteurs de puissance optique .....                                                       | 67 |
| Annexe E (informative) Note d'application pour les affaiblisseurs optiques fixes .....                                                         | 69 |
| Annexe F (informative) Note d'application pour les affaiblisseurs optiques variables, manuellement ou électriquement .....                     | 70 |
| Annexe G (informative) Exemple de technologie des affaiblisseurs optiques variables .....                                                      | 72 |
| G.1 Exemple de technologie d'un VOA de type système micro-électromécanique (MEMS) .....                                                        | 72 |
| G.2 Exemple de technologie d'un VOA de type à circuits optiques planaires (PLC) et de type thermo-optique (TO) .....                           | 72 |
| G.3 Exemple de technologie d'un VOA de type magnéto-optique (MO) .....                                                                         | 73 |
| Bibliographie .....                                                                                                                            | 75 |
| Figure 1 – Courbe de fonctionnement de l'affaiblisseur optique fixe .....                                                                      | 47 |
| Figure 2 – Courbe de fonctionnement du VOA .....                                                                                               | 48 |
| Figure 3 – Courbe de fonctionnement du fusible optique .....                                                                                   | 48 |
| Figure 4 – Courbe de fonctionnement du limiteur de puissance optique .....                                                                     | 49 |
| Figure 5 – Configuration A .....                                                                                                               | 51 |
| Figure 6 – Configuration B .....                                                                                                               | 51 |
| Figure 7 – Configuration C .....                                                                                                               | 51 |
| Figure 8 – Structure de la normalisation .....                                                                                                 | 58 |
| Figure A.1 – Fusible optique, modèle dépourvu de connecteur .....                                                                              | 61 |
| Figure A.2 – Fusible optique, modèle fiche-embase (LC) .....                                                                                   | 61 |
| Figure A.3 – Courbe de temps de réponse d'un fusible optique .....                                                                             | 62 |
| Figure A.4 – Fusible optique, seuil de puissance d'environ 30 dBm (1 W), chute de puissance de sortie au niveau du seuil d'environ 25 dB ..... | 62 |
| Figure B.1 – Mise en place d'un fusible optique .....                                                                                          | 63 |
| Figure C.1 – Limiteur de puissance optique, modèle dépourvu de connecteur .....                                                                | 64 |
| Figure C.2 – Limiteur de puissance optique, modèle fiche-embase (LC) .....                                                                     | 64 |
| Figure C.3 – Limiteurs de puissance optique – Expérience .....                                                                                 | 65 |
| Figure C.4 – Temps de réponse schématisé du limiteur de puissance optique<br>L'impulsion d'entrée a une durée de 1 ms. ....                    | 65 |
| Figure C.5 – Schéma des définitions de puissance .....                                                                                         | 66 |
| Figure C.6 – Limiteur de puissance optique, définitions de puissance d'entrée .....                                                            | 66 |
| Figure D.1 – Limiteur de puissance optique et fusible optique, combinés, courbe de fonctionnement .....                                        | 68 |
| Figure E.1 – Mise en place d'un affaiblisseur optique fixe .....                                                                               | 69 |
| Figure F.1 – Mise en place d'un affaiblisseur optique variable, manuellement ou électriquement .....                                           | 71 |
| Figure G.1 – Exemple de technologie d'un VOA de type MEMS .....                                                                                | 72 |
| Figure G.2 – Exemple de technologie d'un VOA de type PLC-TO .....                                                                              | 73 |
| Figure G.3 – Relation entre les variations de phase et l'affaiblissement .....                                                                 | 73 |
| Figure G.4 – Exemple de technologie d'un VOA de type MO .....                                                                                  | 74 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 – Structure de spécification de l'IEC à trois niveaux ..... | 53 |
| Tableau 2 – Matrice de croisement des normes .....                    | 58 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60869-1:2018

## COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS  
FIBRONIQUES – DISPOSITIFS FIBRONIQUES PASSIFS  
DE CONTRÔLE DE LA PUISSANCE –****Partie 1: Spécification générique****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 60869-1 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2012 et constitue une révision technique.

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

- a) les termes et définitions ont été revus;
- b) l'exigence concernant le système IEC 'd'évaluation de la qualité a été revue;
- c) l'article concernant les procédures d'assurance de la qualité a été supprimé;

- d) l'Annexe G, concernant les informations techniques des affaiblisseurs optiques variables, a été ajoutée.

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

| FDIS          | Rapport de vote |
|---------------|-----------------|
| 86B/4139/FDIS | 86B/4144/RVD    |

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

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

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 l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, le document sera

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

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

# DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS FIBRONIQUES – DISPOSITIFS FIBRONIQUES PASSIFS DE CONTRÔLE DE LA PUISSANCE –

## Partie 1: Spécification générique

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60869 s'applique aux dispositifs fibroniques passifs de contrôle de la puissance. Ceux-ci présentent toutes les caractéristiques générales suivantes:

- ils sont passifs dans le sens où ils ne contiennent aucun élément optoélectronique ou autre élément transducteur;
- ils disposent de deux ports pour la transmission de la puissance optique et ils contrôlent l'énergie transmise de manière fixe ou variable;
- les ports sont des fibres amorces optiques dépourvues de connecteurs, des fibres optiques munies de connecteurs ou des embases.

Le présent document établit les exigences génériques pour les dispositifs optiques passifs suivants:

- affaiblisseur optique,
- fusible optique,
- limiteur de puissance optique.

Le présent document prévoit également l'information générique y compris la terminologie pour la série IEC 61753-05x. Les publications de la série IEC 61753-05x sont indiquées dans la Bibliographie.

### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

IEC 60050-731, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques* (disponible sur le site web [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas* (disponible sur le site web <http://std.iec.ch/iec60617>)

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

IEC 60825 (toutes les parties), *Sécurité des appareils à laser*

IEC 61300 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures*

IEC TS 62627-09, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Vocabulary for passive optical devices* (disponible en anglais seulement)

ISO 129-1, *Documentation technique de produits – Représentation des dimensions et tolérances*

ISO 286-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires – Partie 1: Base des tolérances, écarts et ajustements*

ISO 1101, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique – Tolérancement de forme, orientation, position et battement*

ISO 8601, *Éléments de données et formats d'échange – Échange d'information – Représentation de la date et de l'heure*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-731, l'IEC TS 62627-09 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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

#### 3.1 Termes concernant les composants

##### 3.1.1

##### **dispositif fibronique passif de contrôle de la puissance**

dispositif (composant) optique passif qui contrôle une transmittance ayant un coefficient de transfert prédéfini, indépendant de la longueur d'onde

Note 1 à l'article: Le coefficient de transfert peut être contrôlé pour toute intensité de la puissance d'entrée ou pour une puissance d'entrée supérieure à un seuil de puissance.

##### 3.1.2

##### **affaiblisseur optique**

dispositif (composant) optique passif qui produit un affaiblissement contrôlé du signal, indépendant de la longueur d'onde, dans une ligne de transmission à fibres optiques

Note 1 à l'article: Un affaiblisseur est conçu pour être indépendant de la longueur d'onde.

##### 3.1.3

##### **affaiblisseur optique fixe**

affaiblisseur optique dans lequel l'atténuation est constante

##### 3.1.4

##### **affaiblisseur optique variable**

##### **VOA**

affaiblisseur optique dans lequel l'atténuation peut être contrôlée

Note 1 à l'article: La valeur de l'affaiblissement des affaiblisseurs optiques variables est généralement contrôlée par un moyen manuel ou électrique.

Note 2 à l'article: L'abréviation "VOA" est dérivée du terme anglais développé correspondant "variable optical attenuator".

### 3.1.5

#### **fusible optique**

dispositif fibronique passif de contrôle de la puissance, qui produit un blocage contrôlé et permanent des signaux pour une puissance optique supérieure à un seuil de puissance prédéterminé dans une ligne de transmission à fibres optiques

### 3.1.6

#### **limiteur de puissance optique**

dispositif fibronique passif de contrôle de la puissance, chargé de réguler la puissance optique dans les fibres en produisant une puissance de sortie optique contrôlée et constante correspondant à une puissance limite de sortie lorsque la puissance d'entrée optique variable est supérieure à la puissance limite optique d'entrée

### 3.1.7

#### **dispositif de type fiche-embase**

dispositif fibronique ayant une combinaison de deux caractéristiques d'interfaçage, une fiche à une extrémité et une embase à l'autre

## 3.2 Termes concernant les performances

### 3.2.1

#### **seuil de puissance d'un fusible optique**

$P_{th}$   
puissance optique d'entrée, entrant dans un fusible optique, pour laquelle la puissance optique de sortie est bloquée

Note 1 à l'article: Le seuil de puissance du fusible optique  $P_{th}$  est exprimé en watt ou en dBm.

### 3.2.2

#### **temps de réponse du fusible optique**

temps écoulé entre le début de la puissance d'entrée et l'instant final auquel la puissance optique de sortie a diminué jusqu'à être inférieure à la puissance optique prédéterminée

seuil de puissance,  $P_{th}$  moins la perte d'insertion,  $IL$ , ( $P_{th} - IL$ ) en dB, ou à la puissance d'entrée,  $P_{in}$  moins l'affaiblissement de blocage exigé au niveau du seuil,  $A_{block}$

Note 1 à l'article: La puissance optique prédéterminée doit être soit le seuil de puissance,  $P_{th}$  moins la perte d'insertion,  $IL$ , ( $P_{th} - IL$ ) en dB, soit la puissance d'entrée,  $P_{in}$  moins l'affaiblissement de blocage exigé au niveau du seuil,  $A_{block}$ .

Note 2 à l'article: La réponse du fusible optique dépend du niveau de puissance d'entrée optique et de la durée d'impulsion d'entrée.

Note 3 à l'article: Dans un exemple, il est recommandé que la puissance d'entrée,  $P_{in}$ , soit de 3 dB supérieure au seuil de puissance,  $P_{th}$ , et que l'impulsion de forme rectangulaire soit de 1 ms ( $P_{in} = P_{th} + 3$  dB). Dans un exemple, il est recommandé que la valeur exigée de l'affaiblissement de blocage au niveau du seuil,  $A_{block}$  soit de 30 dB.

### 3.2.3

#### **affaiblissement de blocage du fusible optique au niveau du seuil**

$A_{block}$   
chute de la puissance optique à travers le fusible optique en présence d'une valeur supérieure au seuil de puissance du fusible optique  $P_{th}$ , et avec comme réponse le blocage de la puissance, exprimée en dB

### 3.2.4

#### **temps de réponse du limiteur de puissance optique**

temps écoulé entre le début de la puissance d'entrée et l'instant final auquel la puissance optique de sortie a diminué jusqu'à être inférieure ou égale à la puissance prédéterminée

Note 1 à l'article: Le temps de réponse du limiteur de puissance optique dépend du niveau de puissance d'entrée optique et de la durée d'impulsion d'entrée.

Note 2 à l'article: Dans un exemple, il est recommandé que la puissance d'entrée,  $P_{in}$ , soit de 3 dB supérieure à la puissance limite optique et que l'impulsion de forme rectangulaire soit de 1 ms ( $P_{in} = P_{limite} + 3$  dB). Dans un exemple, une puissance optique prédéterminée égale à  $P_{limite} + 1$  dB est recommandée.

### 3.2.5

#### puissance limite optique d'entrée

$P_{in-limite}$

puissance optique d'entrée, entrant dans un limiteur de puissance optique, pour laquelle la puissance optique de sortie est verrouillée et ne peut pas dépasser cette valeur,  $P_{in-limite}$ , qui est exprimée en watts ou dBm

### 3.2.6

#### puissance limite optique de sortie

$P_{out-limite}$

puissance optique de sortie, sortant d'un limiteur de puissance optique, pour laquelle la puissance optique de sortie est verrouillée et ne peut pas dépasser cette valeur,  $P_{out-limite}$ , qui est exprimée en watts ou dBm

### 3.2.7

#### perte d'insertion minimale

perte d'insertion la plus basse sur laquelle un VOA est réglé

### 3.2.8

#### plage d'affaiblissement variable

plage d'affaiblissement sur laquelle le dispositif peut être réglé

Note 1 à l'article: Ce terme est uniquement applicable aux VOA.

### 3.2.9

#### affaiblissement nominal

valeur d'affaiblissement spécifiée par le fournisseur pour les affaiblisseurs fixes et valeur d'affaiblissement définie par l'utilisateur pour les affaiblisseurs variables

### 3.2.10

#### affaiblissement maximal

<pour un affaiblisseur optique variable> affaiblissement correspondant à la valeur maximale qui a été réglée

### 3.2.11

#### affaiblissement minimal

<pour un affaiblisseur optique variable> affaiblissement correspondant à la valeur minimale qui a été réglée

### 3.2.12

#### résolution de réglage d'affaiblissement

réglage minimal du pas ou de la différence de l'affaiblissement d'un VOA

Note 1 à l'article: Ce terme est uniquement applicable aux VOA.

### 3.2.13

#### erreur de la valeur de réglage de l'affaiblissement

différence entre la perte d'insertion du dispositif à un réglage donné et l'affaiblissement nominal

Note 1 à l'article: Ce terme est uniquement applicable aux VOA.

### 3.2.14

#### répétabilité de la valeur d'affaiblissement de réglage

déviations maximales de la perte d'insertion du dispositif à un réglage donné pour de multiples réglages répétés



Note 1 à l'article: Ce terme est uniquement applicable aux VOA.

### 3.2.15

#### **valeur d'entrée de puissance maximale autorisée**

puissance maximale d'entrée que le dispositif peut traiter sans causer de dysfonctionnement ou de dommage permanent; elle est exprimée en watts ou en dBm

Note 1 à l'article: Ce terme est applicable à tous les dispositifs fibroniques passifs de contrôle de la puissance.

Note 2 à l'article: Ce terme correspond au seuil de puissance pour un fusible optique.

Note 3 à l'article: La puissance d'entrée maximale définie dans l'IEC TS 62627-09 a une signification différente de la puissance optique d'entrée maximale pour laquelle un dispositif optique passif garde les performances optiques exigées.

## 4 Description des dispositifs

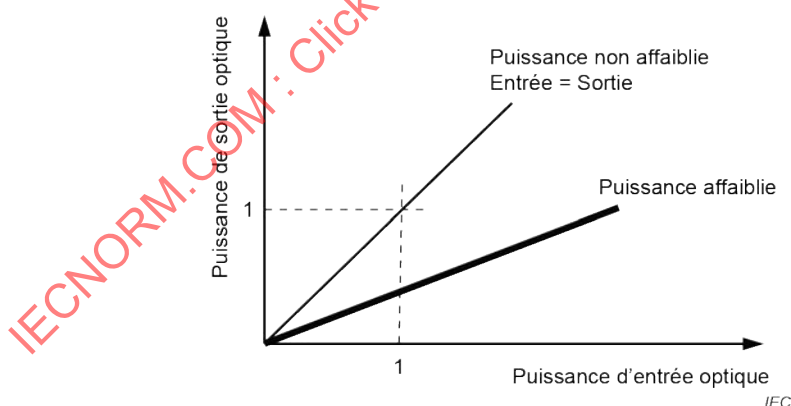
### 4.1 Affaiblisseur optique

L'affaiblisseur optique est un dispositif optique passif utilisé pour réduire la puissance optique qui entre ou sort d'un dispositif optique. L'affaiblisseur optique est normalement utilisé pour une large plage de longueurs d'onde; il affaiblit la puissance par un taux d'affaiblissement prédéterminé.

Il existe deux types d'affaiblisseurs optiques: l'affaiblisseur optique fixe et l'affaiblisseur optique variable.

Le taux de réduction de puissance d'un affaiblisseur optique fixe est constant. La courbe de performance d'un affaiblisseur optique fixe est représentée à la Figure 1, la puissance affaiblie étant toujours inférieure à la puissance non affaiblie et proportionnelle à celle-ci.

L'Annexe E décrit la note d'application des affaiblisseurs optiques fixes sous forme de guide de l'utilisateur.



**Figure 1 – Courbe de fonctionnement de l'affaiblisseur optique fixe**

La courbe de performance d'un affaiblisseur optique variable (VOA) est représentée à la Figure 2. De même que pour un affaiblisseur optique fixe, la puissance affaiblie est toujours inférieure à la puissance non affaiblie et proportionnelle à celle-ci. Le VOA produit une puissance de sortie optique contrôlée, qui résulte d'une entrée de contrôle manuelle ou électrique.

L'Annexe F décrit la note d'application des affaiblisseurs optiques variables sous forme de guide de l'utilisateur.

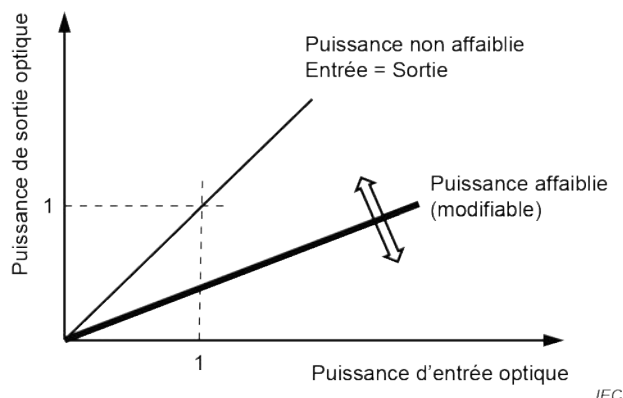
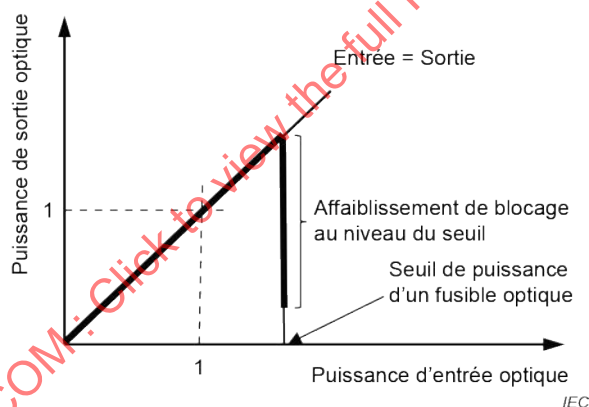


Figure 2 – Courbe de fonctionnement du VOA

## 4.2 Fusible optique

Le fusible optique (voir Figure 3) est un dispositif passif conçu pour protéger les équipements et les câbles à fibres optiques contre les dommages résultant de surpuissances, de pics et de sautes optiques. Dans l'idéal, lorsque la puissance d'entrée est inférieure à une puissance de seuil prédéterminée, le fusible optique reste transparent. Toutefois, le fusible optique devient opaque de manière permanente lorsque la puissance optique dépasse le niveau de seuil prédéterminé spécifié. Le fusible optique ne dépend pas de la longueur d'onde dans sa région de transparence. Le fusible optique est bidirectionnel.



NOTE La Figure 3 explique schématiquement comment le fusible optique fonctionne, avec la représentation du fusible optique idéal, qui n'a aucune perte d'insertion (IL).

Figure 3 – Courbe de fonctionnement du fusible optique

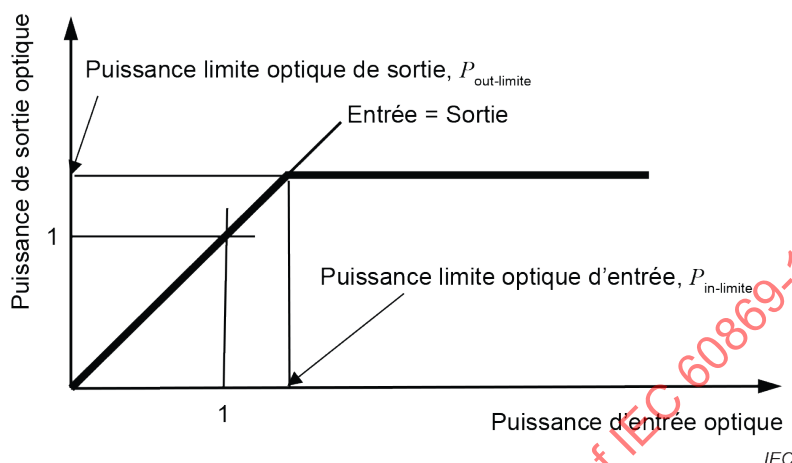
Le fusible optique protège contre les pics et les sautes de puissance. Il est placé soit au niveau du port d'entrée d'un détecteur optique, comme dans le cas d'un détecteur, soit au niveau du port de sortie d'un dispositif à puissance élevée, comme dans le cas d'un laser ou d'un amplificateur optique. Un fusible activé (opacifié) bloque de manière permanente la puissance optique transmise sans augmenter la puissance réfléchie, évitant ainsi des dommages. Le fusible optique peut être utilisé comme dispositif de sécurité oculaire.

Les Annexes A et B décrivent des exemples de configuration et de performance des fusibles optiques, et donnent des notes d'application concernant les fusibles optiques.

## 4.3 Limiteur de puissance optique

Le limiteur de puissance optique (voir Figure 4) est un dispositif passif qui régule la puissance optique dans les fibres, en produisant une puissance de sortie constante contrôlée  $P_{\text{out-limite}}$ , obtenue en faisant varier la puissance d'entrée à des valeurs supérieures à  $P_{\text{in-limite}}$ , et qui

n'a pas d'influence aux niveaux de puissance inférieurs à  $P_{in-limite}$ . En fonctionnement normal, lorsque la puissance optique d'entrée est faible, le limiteur de puissance optique n'a pas d'effet sur le système. Toutefois, lorsque la puissance optique d'entrée est élevée, la puissance optique de sortie est limitée à un niveau prédéterminé ( $P_{out-limite}$ ). Le limiteur de puissance optique peut généralement fonctionner sous une entrée d'onde entretenue (CW) jusqu'à 5 dB au-dessus de  $P_{in-limite}$ , et il peut supporter des impulsions et des pics de courte durée (une seconde par minute) jusqu'à 8 dB au-dessus de  $P_{in-limite}$ .



NOTE La Figure 4 explique schématiquement comment le limiteur de puissance optique fonctionne, avec la représentation du limiteur de puissance optique idéal, qui n'a aucune perte d'insertion ( $IL$ ).

**Figure 4 – Courbe de fonctionnement du limiteur de puissance optique**

Le limiteur de puissance optique est utilisé à l'entrée des équipements sensibles à la puissance et à la sortie des dispositifs à puissance élevée, comme dans le cas des amplificateurs ou lorsque la régulation de puissance est exigée. Le limiteur de puissance optique peut servir de dispositif de sécurité oculaire. Le limiteur de puissance optique ne dépend pas de la longueur d'onde dans sa région de transparence. Le limiteur de puissance optique est bidirectionnel. Le limiteur de puissance optique est, dans certains cas, combiné en ligne avec un fusible optique, ce qui garantit qu'à des puissances élevées, lorsque le limiteur de puissance optique connaît une défaillance, le dispositif qui suit ne soit pas exposé à une puissance qui lui soit nuisible.

Les Annexes C et D décrivent des exemples de configuration et de performance des limiteurs de puissance optique, et donnent des notes d'application concernant les limiteurs de puissance optique.

## 5 Exigences

### 5.1 Classification

#### 5.1.1 Généralités

Les dispositifs de contrôle de la puissance sont classés selon les catégories suivantes:

- type,
- bande de longueur d'onde,
- modèle,
- variante,
- catégorie environnementale,
- niveau d'évaluation de la qualité,
- extensions des références normatives.

Un exemple de classification type d'un dispositif de contrôle de la puissance est donné ci-après:

|                                    |                                          |
|------------------------------------|------------------------------------------|
| Type:                              | – variable en continu                    |
| Bande de longueur d'onde:          | – bande L                                |
| Modèle:                            | – configuration C<br>– connecteurs LC-LC |
| Variante:                          | – moyens de montage                      |
| Niveau d'évaluation de la qualité: | – A                                      |

### 5.1.2 Type

Les types de dispositifs de contrôle de la puissance sont définis selon leur utilisation prévue.

Il existe trois types d'affaiblisseurs optiques:

- fixe,
- variable en continu,
- variable par pas discret.

Il existe un type de fusible optique avec une puissance de seuil prédéterminée discrète.

Il existe un type de limiteur de puissance optique avec une puissance limite prédéterminée discrète.

Il existe plusieurs combinaisons des dispositifs mentionnés ci-dessus, par exemple un affaiblisseur optique fixe et un limiteur de puissance optique dans un même dispositif, ou un limiteur de puissance optique et un fusible optique dans un même dispositif.

Il existe différents types de technologies pour les VOA, tels que les dispositifs manuels, les systèmes micro-électromécaniques (MEMS), les dispositifs à effet magnéto-optique, les circuits optiques planaires, les dispositifs à effet thermo-optique et les dispositifs à effet électro-optique à base de cristaux  $\text{LiNbO}_3$ . L'Annexe G représente l'exemple des informations techniques concernant les affaiblisseurs optiques variables.

### 5.1.3 Bande de longueur d'onde

Les types de dispositifs de contrôle de la puissance sont définis par leur bande de longueur d'onde, O, C ou L, et parfois par une combinaison de ces bandes (par exemple C et L).

### 5.1.4 Modèle

Les dispositifs de contrôle de la puissance peuvent être classés en modèles selon le type de fibres, de connecteur et de câble, ou selon la forme et les dimensions du boîtier et sa configuration.

La configuration des ports du dispositif de contrôle de puissance est classée de la façon suivante.

- Configuration A – Dispositif tel que représenté à la Figure 5, comportant des fibres amorces optiques intégrées sans connecteurs.

Dispositif de contrôle de la puissance



**Figure 5 – Configuration A**

- Configuration B – Dispositif tel que représenté à la Figure 6, comportant des fibres amorce optiques intégrées, avec un connecteur sur chaque fibre amorce.

Dispositif de contrôle de la puissance



**Figure 6 – Configuration B**

- Configuration C – Dispositif tel que représenté à la Figure 7, comportant des connecteurs fibroniques faisant partie intégrante du boîtier du dispositif.

Dispositif de contrôle de la puissance



**Figure 7 – Configuration C**

- Configuration D – Dispositif comportant une combinaison donnée d'interfaces des configurations précédentes.

#### 5.1.5 Variante

La variante d'un dispositif de contrôle de la puissance optique identifie les caractéristiques qui incluent des composants de structure similaire.

Exemples de caractéristiques qui définissent une variante, entre autres:

- l'orientation des ports sur le boîtier,
- les moyens de montage.

#### 5.1.6 Niveau d'évaluation de la qualité

La spécification particulière doit contenir tous les essais nécessaires à l'évaluation de la qualité.

Chaque essai doit être attribué à l'un des quatre groupes désignés par A, B, C et D.

La spécification particulière doit préciser un ou plusieurs niveaux d'évaluation de la qualité, chacun de ces niveaux devant être désigné par une lettre capitale. Le niveau d'évaluation de la qualité définit le rapport entre les niveaux de contrôle/niveaux de qualité acceptable (NQA) pour les groupes A et B et la périodicité de contrôle des groupes C et D.

Les niveaux suivants sont les niveaux préférentiels:

- Niveau A d'évaluation de la qualité
  - contrôle du groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 4 %
  - contrôle du groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 4 %

- contrôle du groupe C: périodicité de 24 mois
- contrôle du groupe D: périodicité de 48 mois
- Niveau B d'évaluation de la qualité
  - contrôle du groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 1 %
  - contrôle du groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 1 %
  - contrôle du groupe C: périodicité de 18 mois
  - contrôle du groupe D: périodicité de 36 mois
- Niveau C d'évaluation de la qualité
  - contrôle du groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 0,4 %
  - contrôle du groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 0,4 %
  - contrôle du groupe C: périodicité de 12 mois
  - contrôle du groupe D: périodicité de 24 mois

Les groupes A et B font l'objet d'un contrôle lot par lot et les groupes C et D font l'objet d'un contrôle périodique. Il est admis d'intégrer dans la spécification particulière un niveau d'évaluation de la qualité supplémentaire (autre que ceux définis ci-dessus). Dans ce cas, la lettre capitale X doit être utilisée.

#### 5.1.7 Extensions des références normatives

Les extensions de références normatives sont utilisées pour identifier des spécifications de normes indépendantes ou d'autres documents de référence intégrés dans les spécifications particulières cadre.

Sauf exceptions spécifiées, des exigences complémentaires imposées par une extension sont obligatoires. Le but est principalement de combiner des composants associés pour constituer des dispositifs hybrides, ou de combiner des exigences d'application de fonctionnement intégrées dépendant d'une expertise technique autre que celle de la fibronique.

Les documents de référence publiés par l'UIT, qui sont compatibles avec le domaine d'application de séries de spécifications IEC particulières, peuvent être utilisés comme extensions. Les documents publiés par d'autres organismes régionaux de normalisation tels que TIA, CENELEC, JIS, peuvent être cités en référence dans une annexe informative jointe à la spécification générique.

Certaines configurations d'épissures optiques exigent des dispositions d'homologation particulières qui ne doivent pas être imposées de manière universelle. Ces cas comprennent les configurations de conception de composant individuelles, l'outillage spécialisé ou les procédés d'application spécifique. Dans ces cas, des exigences sont nécessaires pour assurer des caractéristiques de fonctionnement pouvant se répéter ou une sécurité adéquate, et pour fournir un guide supplémentaire complétant les spécifications de produit. Ces extensions sont obligatoires dès lors qu'elles sont utilisées pour préparer, assembler ou installer une épissure optique, soit pour l'utilisation sur le terrain, soit pour la préparation des spécimens d'essai pour l'homologation. Les spécifications applicables doivent clarifier toutes les stipulations. Toutefois, les extensions qui dépendent de la conception et du modèle ne doivent pas être imposées de manière universelle.

En cas d'exigences divergentes, la priorité suit l'ordre décroissant, qui doit être le suivant: "générique" doit primer sur "extension obligatoire" qui prime sur "particulière cadre" qui prime sur "particulière" qui prime sur "extension spécifique à l'application".

Des exemples d'extensions pour des connecteurs optiques sont énumérés ci-après:

- utilisation de l'IEC 61754-4 et de l'IEC 61754-2 pour définir partiellement une future série IEC 60874 pour un type de raccord pour connecteur hybride duplex "SC/BFOC/2,5";

- utilisation de l'IEC 61754-13 et de l'IEC 60869-1-1 pour définir partiellement une future série IEC 60874 pour un connecteur optique intégré présent à affaiblissement de type "FC";
- utilisation de l'IEC 61754-2 et de l'IEC 61073-4 pour définir partiellement une future série IEC 60874 pour une embase "BFOC/2,5" duplex incorporant des épissures mécaniques intégrales.

Il existe d'autres exemples d'exigences d'extensions normatives: certaines applications dans les bâtiments commerciaux ou d'habitation peuvent nécessiter une référence directe à des codes et règlements de sécurité spécifiques ou incorporent d'autres exigences spécifiques relatives à l'inflammabilité des matériaux ou à la toxicité pour des emplacements spéciaux.

L'outillage de terrain spécialisé peut nécessiter une extension pour la mise en œuvre d'exigences spécifiques pour la sécurité oculaire, les chocs électriques, la prévention des risques de brûlure, ou peut nécessiter des procédures d'isolation pour prévenir l'allumage éventuel de gaz combustibles.

## 5.2 Documentation

### 5.2.1 Symboles

Les symboles graphiques et littéraux doivent, dans la mesure du possible, être ceux utilisés dans l'IEC 60027 (toutes les parties) et l'IEC 60617, sauf indication contraire dans le présent document.

### 5.2.2 Système de spécifications

#### 5.2.2.1 Généralités

Le présent document entre dans le système de spécification IEC à trois niveaux. Les spécifications auxiliaires doivent être constituées de spécifications particulières cadre et de spécifications particulières. Ce système est représenté dans le Tableau 1. Il n'existe pas de spécifications intermédiaires pour les dispositifs de contrôle de la puissance.

**Tableau 1 – Structure de spécification de l'IEC à trois niveaux**

| Niveau de spécification | Exemples d'informations à inclure                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Applicable à                                              |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| De base                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Règles du système d'évaluation de la qualité</li> <li>– Règles des contrôles</li> <li>– Méthodes de mesure optique</li> <li>– Plans d'échantillonnage</li> <li>– Règle d'identification</li> <li>– Normes de marquage</li> <li>– Normes dimensionnelles</li> <li>– Terminologie</li> <li>– Symboles</li> <li>– Séries numériques préférentielles</li> <li>– Unités SI</li> </ul> | Deux ou plusieurs familles ou sous-familles de composants |
| Générique               | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Terminologie spécifique</li> <li>– Symboles spécifiques</li> <li>– Unités spécifiques</li> <li>– Valeurs préférentielles</li> <li>– Marquage</li> <li>– Procédures d'évaluation de la qualité</li> <li>– Sélection des essais</li> <li>– Procédures d'homologation et/ou d'agrément</li> </ul>                                                                                   | Famille de composants                                     |
| Particulière cadre      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Programmes d'essai de conformité de la qualité</li> <li>– Exigences pour les contrôles</li> <li>– Informations communes à un certain nombre de types</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                  | Groupes de types ayant un programme d'essais commun       |
| Particulière            | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Valeurs individuelles</li> <li>– Informations spécifiques</li> <li>– Programmes d'essai de conformité de la qualité complets</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          | Type individuel                                           |

### 5.2.2.2 Spécification particulière cadre

La spécification particulière cadre énumère l'ensemble des paramètres et caractéristiques applicables aux dispositifs de contrôle de la puissance, ce qui comprend le type, les caractéristiques de fonctionnement, les configurations de boîtier, les méthodes d'essai et les exigences de performances. La spécification particulière cadre est applicable à toute conception de dispositif de contrôle de la puissance et exige l'évaluation de la qualité. La spécification particulière cadre contient le format privilégié pour énoncer les informations exigées dans la spécification particulière.

### 5.2.2.3 Spécification particulière

Un dispositif de contrôle de la puissance spécifique est décrit par une spécification particulière correspondante, qui est rédigée en remplissant les parties à compléter de la spécification particulière cadre. Dans le respect des contraintes imposées par cette spécification générique, la spécification particulière cadre peut être complétée par tout comité national de l'IEC, définissant ainsi, en tant que Norme internationale officielle de l'IEC, une conception particulière de dispositif particulier de contrôle de la puissance.

Les spécifications particulières doivent préciser les éléments suivants lorsqu'ils sont applicables:

- type (voir 5.1.2),
- bande de longueur d'onde (voir 5.1.3),
- modèle (voir 5.1.4),
- la ou les variantes (voir 5.1.5),
- numéro(s) d'identification de la ou des variantes (voir 5.7.2),
- tous les essais exigés,
- le niveau d'évaluation de la qualité (voir 5.1.6),
- les exigences de performances (voir 5.6).

## 5.2.3 Schémas

### 5.2.3.1 Généralités

Les schémas et les dimensions indiqués dans les spécifications particulières ne doivent ni réduire les détails de construction, ni être utilisés en tant que schémas de fabrication.

### 5.2.3.2 Système de projection

Le système de projection de premier ou troisième dièdre doit être utilisé pour les schémas des documents concernés par le présent document. Tous les schémas contenus dans un document doivent utiliser le même système de projection, et les schémas doivent spécifier le système employé.

### 5.2.3.3 Système dimensionnel

Toutes les dimensions doivent être données conformément à l'ISO 129-1, à l'ISO 286-1 et à l'ISO 1101.

Le système métrique doit être utilisé dans toutes les spécifications.

Les dimensions ne doivent pas contenir plus de cinq chiffres significatifs.



Lorsque des unités sont converties, une note doit être ajoutée dans chaque spécification concernée et la conversion entre les systèmes d'unités doit utiliser le facteur 25,4 mm pour 1 pouce.

## **5.2.4 Essais et mesures**

### **5.2.4.1 Méthode de mesure**

La méthode de mesure de la taille à utiliser pour les dimensions doit être précisée dans la spécification particulière pour toutes les dimensions qui sont spécifiées avec une tolérance de 0,01 mm ou inférieure.

### **5.2.4.2 Composants de référence**

Les composants de référence éventuellement utilisés pour les mesures doivent être précisés dans la spécification particulière.

### **5.2.4.3 Calibres**

Les calibres doivent, le cas échéant, être stipulés dans la spécification particulière.

## **5.2.5 Fiches techniques d'essai**

Les fiches techniques d'essai doivent être élaborées pour chaque essai effectué conformément à la spécification particulière. Les fiches techniques doivent être incluses dans le rapport d'homologation et dans le rapport de contrôle périodique.

Les fiches techniques doivent, au minimum, contenir les informations suivantes:

- l'intitulé et la date de l'essai;
- la description du spécimen, y compris le numéro d'identification de la variante (voir 5.7.2);
- le matériel d'essai utilisé;
- toutes les informations d'essai applicables;
- toutes les valeurs de mesure et les remarques;
- une documentation suffisamment détaillée pour fournir toutes les informations nécessaires au suivi et à l'analyse des défaillances.

## **5.2.6 Instructions d'emploi**

Les instructions d'emploi, si elles sont nécessaires, doivent être fournies par le fabricant et doivent comprendre ce qui suit:

- des consignes d'assemblage et de connexion,
- la méthode de nettoyage,
- les aspects de sécurité,
- toute autre information complémentaire nécessaire.

## **5.3 Système de normalisation**

### **5.3.1 Normes d'interface**

Les normes d'interface fournissent au fabricant et à l'utilisateur toutes les informations dont ils ont besoin, respectivement pour fabriquer et pour utiliser le produit conformément aux caractéristiques physiques de la norme d'interface. Les normes d'interface définissent en détail et donnent les caractéristiques dimensionnelles qui sont essentielles pour l'accouplement et le désaccouplement des connecteurs et autres composants à fibres optiques. Elles servent également à placer la cible de référence optique, lorsqu'elle est définie, par rapport aux autres références.

Les normes d'interface assurent que les connecteurs et les raccords qui sont conformes à la norme soient compatibles. Les normes peuvent également contenir des classes de tolérance pour les férules et les dispositifs d'alignement. Les classes de tolérance sont utilisées pour fournir les différents niveaux de précision d'alignement.

Les dimensions d'interface peuvent également être utilisées pour la conception d'autres composants qui s'accoupleront avec les connecteurs. Par exemple, un montage de dispositif actif peut être conçu en utilisant les dimensions d'interface de l'adaptateur. L'utilisation de ces dimensions combinées avec celles d'une fiche normalisée fournit au concepteur l'assurance que les fiches normalisées s'adapteront au montage du dispositif optique. Elles fournissent aussi l'emplacement de la cible de référence optique des fiches.

Les dimensions d'interface normalisées ne garantissent pas, par elles-mêmes, les performances optiques. Elles garantissent l'accouplement du connecteur selon un ajustage spécifié. Les performances optiques sont actuellement garanties par la spécification de fabrication. Les produits qui suivent la même spécification de fabrication ou des spécifications différentes mais qui utilisent la même norme d'interface s'adapteront toujours les uns aux autres. La garantie de performance ne peut être donnée par un fabricant que pour des produits livrés conformes à la même spécification de fabrication. Toutefois, nous pouvons raisonnablement s'attendre à un certain niveau de performance en accouplant des produits réalisés selon différentes spécifications de fabrication, bien que nous ne puissions pas espérer un niveau de performance supérieur à celui de la performance spécifiée la plus faible.

### 5.3.2 Normes de performance

Les normes de performance contiennent une série de jeux d'essais et de mesures (qui peuvent ou non être groupés dans un programme spécifié, en fonction des exigences de ces normes) avec des conditions, des critères de sévérité et des critères d'acceptation/de rejet clairement définis. Les essais sont destinés à être réalisés "une fois seulement" ('one-off') pour démontrer la capacité du produit à satisfaire aux exigences des normes de performance. Chaque norme de performance contient un jeu d'essais et/ou de sévérités (et/ou de groupements) différent et elle représente les exigences d'un secteur de marché, d'un groupe d'utilisateurs ou d'un emplacement de système.

Un produit qui a démontré qu'il satisfaisait à toutes les exigences d'une norme de performance peut être déclaré conforme à une norme de performance, mais il convient qu'il soit ensuite contrôlé selon un programme d'assurance de la qualité/de conformité de la qualité.

Un point-clé dans l'application des normes d'essais et de mesures peut être défini (en particulier en ce qui concerne la perte d'insertion et l'affaiblissement de réflexion) en liaison avec les normes d'interface de compatibilité entre produits. La conformité de chaque produit avec le présent document sera assurée de façon certaine.

### 5.3.3 Normes de fiabilité

Les normes de fiabilité sont destinées à assurer qu'un composant peut satisfaire à des spécifications de performance dans des conditions données pendant une durée donnée.

Pour chaque type de composant, il est nécessaire d'identifier les éléments suivants (et de les faire figurer dans la norme):

- les modes de défaillance (effets généraux observables des défaillances optiques ou mécaniques);
- les mécanismes de défaillance (causes générales de défaillance, communes à plusieurs composants);
- les effets des défaillances (causes détaillées des défaillances, spécifiques au composant).

Ceux-ci sont tous liés aux aspects d'environnement et de matériaux.

Au départ, immédiatement après la fabrication du composant, il existe une "phase de mortalité infantile" durant laquelle de nombreux composants connaîtraient une défaillance s'ils étaient déployés sur le terrain. Pour éviter une défaillance précoce en utilisation, tous les composants peuvent être soumis à une procédure de déverminage en usine, avec des contraintes environnementales pouvant être mécaniques, thermiques et liées à l'humidité. Cette pratique a pour but d'induire des mécanismes de défaillance connus, dans une situation environnementale contrôlée, plus tôt que cela ne se produirait normalement dans une population déverminée. Pour les composants qui survivent (et qui sont ensuite vendus), le taux de défaillance est réduit puisque ces mécanismes ont été éliminés.

Le déverminage est plus une étape optionnelle du processus de fabrication qu'une méthode d'essai. Il n'affecte pas la "vie utile" d'un composant, celle-ci étant définie comme la période durant laquelle il fonctionne conformément aux spécifications. A la longue, d'autres mécanismes de défaillance apparaissent et le taux de défaillance augmente au-delà du seuil défini. A ce stade, la vie utile prend fin et la "période d'usure" débute, et le composant doit être remplacé.

Au début de la vie utile, des essais de performance peuvent être réalisés sur un échantillon de population de composants par le fournisseur, par le fabricant ou par une tierce partie. Le but est de s'assurer que le composant satisfait aux spécifications de performance pour l'ensemble des environnements prévus au départ. Par ailleurs, les essais de fiabilité sont appliqués pour s'assurer que le composant répond aux spécifications de performance pendant une durée de vie utile minimale spécifiée ou avec un taux de défaillance maximal spécifié. Ces essais sont habituellement exécutés en utilisant les mêmes essais de performance, mais en augmentant la durée et la sévérité pour accélérer les mécanismes de défaillance.

Une théorie de fiabilité met en relation les essais de fiabilité d'un composant avec les paramètres des composants, la durée de vie ou le taux de défaillance en essai. La théorie permet d'en faire ensuite une extrapolation pour obtenir la durée de vie ou le taux de défaillance dans des conditions de service moins contraignantes. Les spécifications de fiabilité intègrent les valeurs des paramètres de composants nécessaires pour assurer la durée de vie minimale spécifiée ou le taux de défaillance maximal en service.

#### 5.3.4 Interconnexions

Les normes relatives aux dispositifs fibroniques passifs de contrôle de la puissance sont données à la Figure 8. Un grand nombre de normes est déjà en place pour les essais et les mesures. Les normes d'homologation / d'assurance de la qualité établies sous l'égide de l'IECQ sont déjà en place depuis de nombreuses années.

Concernant les normes d'interface, de performance, d'interface optique, de fiabilité, et d'essais et de mesures, une fois ces normes en vigueur, la matrice donnée au Tableau 2 met en évidence certaines des options disponibles pour la normalisation des produits.

Le produit A est totalement normalisé IEC avec une interface normalisée, et il est conforme aux exigences de performance et de fiabilité définies pour les interfaces optiques.

Le produit B est un produit à interface exclusive, mais il satisfait à des exigences de performance et de fiabilité IEC définies pour les interfaces optiques.

Le produit C est un produit à interface exclusive, il est conforme aux normes d'interface et de performance de l'IEC pour les interfaces optiques, mais il ne satisfait pas aux exigences de fiabilité.

Le produit D est un produit qui possède une interface IEC normalisée conforme à la norme IEC pour les interfaces optiques, mais qui ne satisfait ni aux exigences d'une norme IEC de performance ni à celles d'une documentation de fiabilité.

Le produit E est un produit qui a une interface normalisée IEC et en même temps qui est conforme à une norme de performance, mais qui ne satisfait pas aux exigences d'interface optique ou de fiabilité.

Il est évident que la matrice est plus complexe que celle qui est présentée au Tableau 2, sachant qu'il existe un grand nombre de documents d'interface, de performance et de fiabilité qui peuvent être croisés. De plus, les produits peuvent tous être soumis à un programme d'assurance de la qualité susceptible de relever de l'homologation IEC ou même d'un système d'assurance de la qualité national ou d'entreprise.

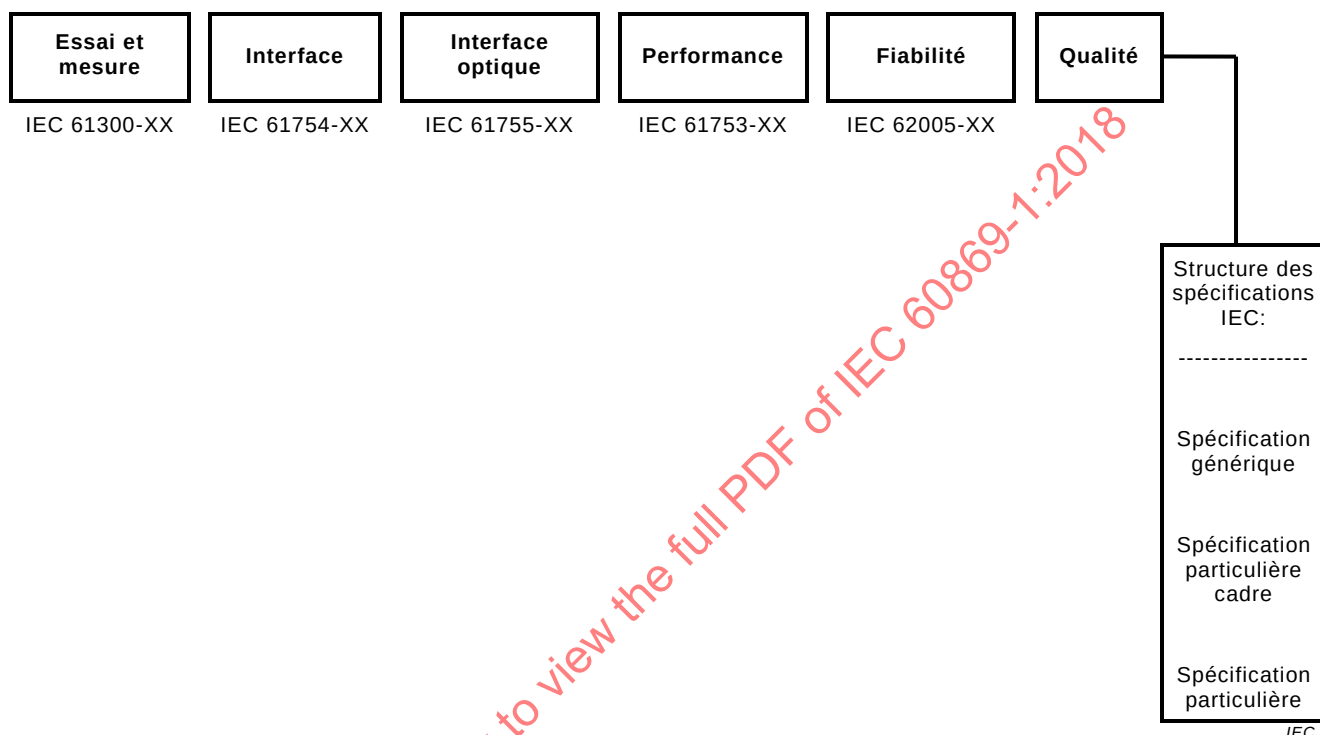


Figure 8 – Structure de la normalisation

Tableau 2 – Matrice de croisement des normes

|           | Norme d'interface | Norme d'interface optique | Norme de performance | Documentation de fiabilité |
|-----------|-------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|
| Produit A | OUI               | OUI                       | OUI                  | OUI                        |
| Produit B | NON               | OUI                       | OUI                  | OUI                        |
| Produit C | NON               | OUI                       | OUI                  | NON                        |
| Produit D | OUI               | OUI                       | NON                  | NON                        |
| Produit E | OUI               | NON                       | OUI                  | NON                        |

## 5.4 Conception et construction

### 5.4.1 Matériaux

Les matériaux utilisés dans la fabrication des dispositifs doivent satisfaire aux exigences de la spécification applicable.

Lorsque des matériaux ininflammables sont exigés, l'exigence doit être stipulée dans la spécification applicable et il est nécessaire de faire référence à l'essai au brûleur-aiguille (voir l'IEC 60695-11-5).

### 5.4.2 Fabrication

Les dispositifs et les matériels associés doivent être d'une qualité de fabrication homogène et exempts d'arêtes vives, de bavures ou d'autres défauts susceptibles d'affecter leur durée de vie, leur état de fonctionnement ou leur aspect. Une attention particulière doit être apportée à la netteté et à la bonne exécution du marquage, du placage, du soudage, du câblage, etc.

### 5.5 Qualité

Les dispositifs de contrôle de la puissance doivent être contrôlés selon les procédures d'évaluation de la qualité.

### 5.6 Performance

Les dispositifs de contrôle de la puissance doivent satisfaire aux exigences de performance indiquées dans les normes de spécification applicables.

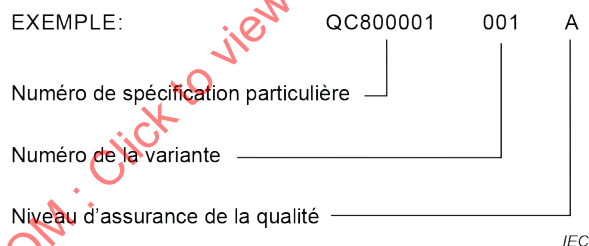
### 5.7 Identification et marquage

#### 5.7.1 Généralités

Lorsque cela est exigé par la spécification applicable, les dispositifs, les matériels associés et les emballages d'expédition doivent être identifiés et marqués de manière permanente et lisible.

#### 5.7.2 Numéro d'identification des variantes

Un numéro d'identification de variante doit être affecté à chaque variante dans la spécification particulière. Ce numéro doit se présenter comme suit.



#### 5.7.3 Marquage des composants

Le marquage des composants, s'il est exigé, doit être précisé dans la spécification particulière. L'ordre de marquage privilégié est le suivant:

- identification des ports,
- référence de pièce du fabricant (comprenant, le cas échéant le numéro de série),
- marque d'identification ou logo du fabricant,
- date de fabrication,
- numéro d'identification de la variante,
- tout marquage complémentaire exigé par la spécification particulière.

Si l'espace disponible sur le composant ne permet pas d'apposer la totalité du marquage exigé, chaque composant doit être emballé individuellement avec une fiche technique contenant toutes les informations exigées qui ne sont pas marquées sur le composant.

#### 5.7.4 Marquage de l'emballage

Plusieurs dispositifs de contrôle de la puissance peuvent être emballés ensemble en vue de l'expédition.

Le marquage de l'emballage, s'il est exigé, doit être précisé dans la spécification particulière. L'ordre de marquage privilégié est le suivant:

- a) marque d'identification ou logo du fabricant,
- b) références de pièce du fabricant,
- c) codes de la date de fabrication (année/semaine, voir ISO 8601),
- d) numéro(s) d'identification de la variante,
- e) désignations de type,
- f) niveaux d'évaluation de la qualité,
- g) tout marquage complémentaire exigé par la spécification particulière.

Le cas échéant, les emballages unitaires individuels (à l'intérieur de l'emballage fermé) doivent comporter le numéro de référence du certificat de conformité des lots livrés, le code d'identification de l'usine et l'identification du composant.

## 5.8 Emballage

Les emballages doivent comporter des instructions d'emploi lorsque la spécification correspondante l'exige.

## 5.9 Conditions de stockage

Lorsque des matériaux qui se dégradent relativement rapidement, par exemple des colles, sont fournis avec l'emballage des pièces du connecteur, le fabricant doit en indiquer la date de péremption (année et semaine selon l'ISO 8601), ainsi que toute exigence ou précaution concernant les risques liés à la sécurité ou concernant les conditions d'environnement pour le stockage.

## 5.10 Sécurité

Les dispositifs de contrôle de la puissance optique, lorsqu'ils sont utilisés dans un système et/ou un équipement de transmission à fibres optiques, peuvent émettre des rayonnements potentiellement dangereux à partir d'un port ou d'une extrémité de fibre non recouvert ou non raccordé. Les instructions de sécurité doivent être celles de l'IEC 60825 (toutes les parties) concernant la sécurité des lasers.

Les fabricants de dispositifs de contrôle de la puissance optique doivent fournir des informations suffisantes pour avertir les concepteurs de systèmes et les utilisateurs du danger potentiel, et doivent indiquer les précautions nécessaires et les méthodes de travail.

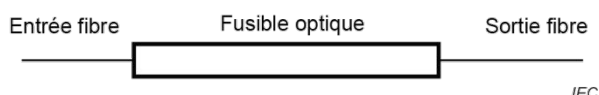
De plus, chaque spécification applicable doit contenir le texte suivant:

**AVERTISSEMENT** – Au cours des manipulations des fibres optiques de petit diamètre, il est recommandé de prendre les précautions nécessaires pour éviter toute piqûre, en particulier près des yeux. Regarder directement l'extrémité d'une fibre optique ou d'un connecteur optique lorsqu'ils diffusent de l'énergie n'est pas recommandé, à moins de s'être assuré auparavant que le niveau de sortie de l'énergie se situe dans les limites de sécurité.

## Annexe A (informative)

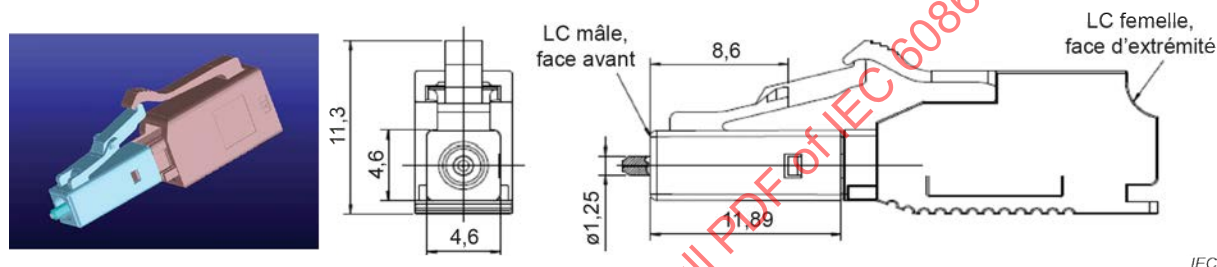
### Exemples de configurations et de performances pour les fusibles optiques

Des exemples de configurations des fusibles optiques sont donnés dans les Figures A.1 et A.2.



NOTE Dimensions types: diamètre compris entre 4 mm et 6 mm, longueur 40 mm.

**Figure A.1 – Fusible optique, modèle dépourvu de connecteur**



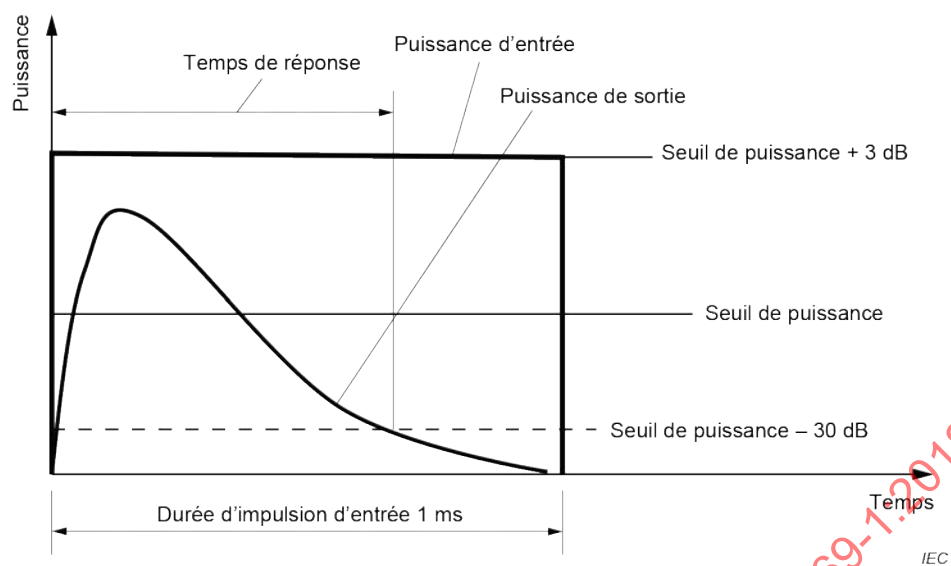
**Figure A.2 – Fusible optique, modèle fiche-embase (LC)**

Les fusibles sont fabriqués avec différentes valeurs de seuil de puissance optique et il est recommandé que la puissance optique continue appliquée à un fusible ne soit pas inférieure de plus de 3 dB aux valeurs de seuil.

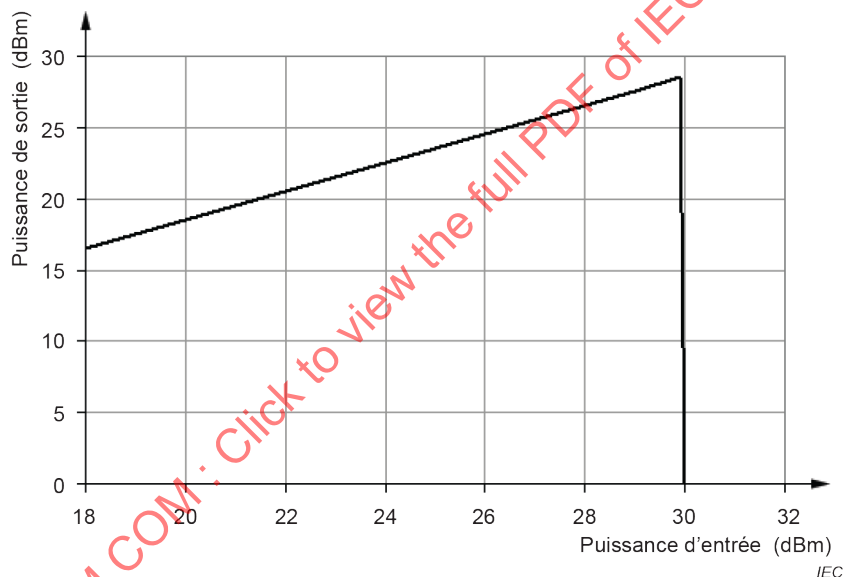
Le temps de réponse du fusible optique est la durée totale écoulée entre le début de la puissance d'entrée (par exemple  $P_{in} = P_{th} + 3$  dB, impulsion rectangulaire de 1 ms) et l'instant final auquel la puissance optique de sortie a diminué jusqu'à être inférieure à  $P_{th} - IL$  dB ou  $P_{in} - A_{block}$  (par exemple 30 dB). Un exemple de temps de réponse de fusible optique est donné à la Figure A.3. Ici, la durée de l'impulsion d'entrée est de 1 ms avec un temps de montée de 10  $\mu$ s et un état stable de  $(P_{th} + 3)$  dB. La Figure A.3 illustre les paramètres.

La Figure A.4 fournit une puissance d'entrée en fonction d'une puissance de sortie d'un fusible optique dont le seuil de puissance est d'environ 30 dBm (1 W) et la chute de puissance de sortie au niveau du seuil est d'environ 25 dB.

Dans ce cas, le temps de montée est le temps qui s'est écoulé pour que la puissance d'entrée atteigne 90 % de la valeur de l'état stable à partir de son début.



**Figure A.3 – Courbe de temps de réponse d'un fusible optique**



**Figure A.4 – Fusible optique, seuil de puissance d'environ 30 dBm (1 W), chute de puissance de sortie au niveau du seuil d'environ 25 dB**