

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic
passive chromatic dispersion compensators –
Part 1: Generic specification**

**Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques –
Compensateurs de dispersion chromatique passifs fibroniques –
Partie 1 : Spécification générique**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - 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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic
passive chromatic dispersion compensators –
Part 1: Generic specification**

**Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques –
Compensateurs de dispersion chromatique passifs fibroniques –
Partie 1 : Spécification générique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-8322-8702-6

**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 Requirements	10
4.1 Classification	10
4.1.1 General	10
4.1.2 Technology	11
4.1.3 Types	11
4.1.4 Wavelength band	11
4.1.5 Application of PDCSs and their suitable technologies	11
4.1.6 Interface style	12
4.2 Documentation	12
4.2.1 Symbols	12
4.2.2 Drawings	12
4.2.3 Tests and measurements	12
4.2.4 Test report	13
4.2.5 Instructions for use	13
4.3 Standardisation system	13
4.3.1 Interface standards	13
4.3.2 Performance standards	13
4.3.3 Reliability standards	13
4.4 Design and construction	14
4.4.1 Materials	14
4.4.2 Workmanship	14
4.5 Quality	14
4.6 Performance requirements	14
4.7 Identification and marking	14
4.7.1 General	14
4.7.2 Component marking	14
4.7.3 Package marking	15
4.8 Packaging	15
4.9 Storage conditions	15
4.10 Safety	15
Annex A (informative) Example of dispersion compensating fibre (DCF) technologies	16
Annex B (informative) Example of fibre Bragg grating (FBG) technologies	18
Annex C (informative) Example of virtually imaged phased array (VIPA) technologies	20
Annex D (informative) Example of GT etalon technologies	22
Annex E (informative) Technology dependent characteristics of PCDCs	23
Annex F (informative) Example of interface style	24
Bibliography	25

Figure A.1 – Chromatic dispersion in a standard single-mode optical fibre (SMF) 16

Figure A.2 – Calculated contour for different dispersion at the wavelength of 1,55 μm [CD(λ :1,55 μm)] for a step index core fibre	17
Figure A.3 – Examples of refractive index profile used in DCF	17
Figure B.1 – Illustration of the use of a chirped fibre Bragg grating for chromatic dispersion compensation	18
Figure B.2 – Expanded view over 10 nm of the insertion loss (attenuation) spectrum of a multi-channel FBG	19
Figure C.1 – Structure of virtually imaged phased array (VIPA)	20
Figure C.2 – Detailed light path and mechanism of generating chromatic dispersion	21
Figure D.1 – Gires-Tournois etalon	22
Figure F.1 – Examples of interface style for fibre optic PCDCs	24
Table 1 – Example of a typical fibre optic PDCS classification	11
Table 2 – Application, channel numbers, passband and technologies of PDCSs	12
Table E.1 – Summary of technology dependent characteristics of PCDCs	23

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61978-1:2024

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES
AND PASSIVE COMPONENTS – FIBRE OPTIC PASSIVE
CHROMATIC DISPERSION COMPENSATORS –****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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 61978-1 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) harmonization of terms and definitions with IEC TS 62627-09;
- b) change of Clause 4 regarding requirements.

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

Draft	Report on voting
86B/4866/FDIS	86B/4901/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 61978 series, published under the general title *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic passive chromatic dispersion compensators*, can be found on the IEC website.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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 CHROMATIC DISPERSION COMPENSATORS –

Part 1: Generic specification

1 Scope

This part of IEC 61978 applies to fibre optic passive chromatic dispersion compensators, all exhibiting the following features:

- they are optically passive;
- they have an optical input and an optical output for transmitting optical power;
- the ports are optical fibres or optical fibre connectors;
- they are wavelength sensitive;
- they can be polarization sensitive.

This document establishes uniform requirements for the passive chromatic dispersion compensator.

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*

IEC 60617 (all parts), *Graphical symbols for diagrams*

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

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

IEC TR 61930, *Fibre optic graphical symbology*

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

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 – Part 1: General principles*

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

ISO 8601-1, *Date and time – Representations for information interchange – Part 1: Basic rules*

3 Terms and definitions

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

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

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

3.1 Component terms

3.1.1

passive chromatic dispersion compensator

PCDC

two-port in-line passive device used to perform chromatic dispersion compensation

Note 1 to entry: PCDCs are commonly used to compensate the chromatic dispersion of an optical path by adding the opposite sign chromatic dispersion.

Note 2 to entry: The typical optical paths comprise single-mode fibre, dispersion shifted fibre and/or non-zero dispersion shifted fibre. PCDCs have either negative or positive chromatic dispersion values depending on the chromatic dispersion sign of the optical path.

[SOURCE: IEC TS 62627-09:2016, 3.3.17]

3.1.2

dispersion compensating fibre

DCF

speciality fibre to compensate for the chromatic dispersion of an optical path

3.1.3

passive DCF based dispersion compensator

PCDC which constitutes DCF; realised by having chromatic dispersion characteristics of opposite sign to that of the optical path which are controlled the refractive index profile of the fibre

3.1.4

fibre Bragg grating

FBG

fibre type optical device which has periodically modulated refractive index profile in the core along the fibre axis

3.1.5

passive FBG based dispersion compensator

PCDC which constitutes an FBG; PCDC is realised by a chirped FBG which has gradual change in either modulation period or refractive index, or both, along the fibre axis

3.1.6

virtually imaged phased array

VIPA

optical device having a glass plate with a highly reflective mirror

Note 1 to entry: A VIPA has the same functions as a grating.

3.1.7

passive VIPA based dispersion compensator

PCDC consisting of a VIPA, focusing lens and 3-dimensional mirror

Note 1 to entry: PCDC produces both positive and negative chromatic dispersion by the movement of the 3-dimensional mirror to compensate for the chromatic dispersion of an optical path.

3.1.8

etalon

optical cavity which consists of a pair of parallel reflective mirrors

3.1.9

Gires-Tournois etalon

GT etalon

etalon having a highly reflective mirror and a half mirror

Note 1 to entry: The GT etalon is sometimes called a GT interferometer.

3.1.10

passive GT etalon based dispersion compensator

PCDC which comprises a GT etalon

3.2 Performance terms

3.2.1

chromatic dispersion compensation

process by which a specific amount of chromatic dispersion is removed in order to mitigate the system impairment caused by unwanted dispersion

3.2.2

group delay

time by which a pulse is delayed by an optical device

Note 1 to entry: The group delay generally varies with the operating wavelength.

3.2.3

chromatic dispersion

derivative of group delay with respect to wavelength or frequency

Note 1 to entry: A typical unit is ps/nm or ps/GHz. The chromatic dispersion generally varies with the operating wavelength.

Note 2 to entry: The unit of ps/GHz are not commonly used; however, it is suitable for the evaluation of transmission system influence.

3.2.4

dispersion slope

derivative of chromatic dispersion with respect to wavelength or frequency

Note 1 to entry: A typical unit is ps/nm² or ps/GHz². The unit of ps/GHz² is not commonly used; however, it is suitable for the evaluation of transmission system influence.

Note 2 to entry: The dispersion slope generally varies with the operating wavelength.

3.2.5

operating wavelength

nominal wavelength λ at which a passive device operates with the specified performance

Note 1 to entry: Operating wavelength includes the wavelength to be nominally transmitted, attenuated and isolated.

3.2.6**operating wavelength range**

specified range of wavelengths including all operating wavelengths

Note 1 to entry: Operating wavelength range shall include all passbands when two or more the passbands are exist.

3.2.7**figure of merit**

FoM

ratio of the dispersion to the insertion loss of a PCDC at a particular operating wavelength

3.2.8**passband**

wavelength range within which a passive optical device is required to operate with optical attenuation less than or equal to a specified optical attenuation value

Note 1 to entry: There can be one or more passbands for a PCDC.

3.2.9**passband ripple**

maximum peak-to-peak variation of insertion loss in the passband

Note 1 to entry: The passband ripple of a PCDC is defined as the maximum passband ripple for all passbands.

3.2.10**group delay ripple**

GDR

maximum peak-to-peak variation of the group delay approximated by a desired function of wavelength (or frequency), typically a linear fit, within a channel wavelength (or frequency) range

3.2.11**phase ripple**

maximum peak-to-peak variation in measured phase spectrum when compared to a quadratic fit within a channel wavelength (or frequency) range

Note 1 to entry: Phase ripple (unit: radian) is calculated as the product of a peak-to-peak group delay ripple (unit: s) and a period of group delay ripple (unit: Hz). Refer to IEC 61300-3-38.

3.2.12**insertion loss**

reduction in optical power between an input and output port of a passive device

Note 1 to entry: expressed in decibels (dB).

Note 2 to entry: insertion loss is expressed as follows:

$$a = -10 \log_{10} \frac{P_a}{P_0}$$

where

P_0 is the optical power launched into the input port;

P_a is the optical power received from the output port.

3.2.13**return loss**

fraction of input power that is returned from a port of a passive device expressed in decibels

Note 1 to entry: The return loss is defined as follows:

$$RL = -10 \log_{10} \frac{P_r}{P_0}$$

where

P_0 is the optical power launched into a port;

P_r is the optical power received back from the same port.

3.2.14

reflectance

ratio of the optical power returning back from a port to input power expressed in %

3.2.15

polarization dependent loss

PDL

maximum variation of insertion loss (attenuation) due to a variation of the state of polarization (SOP) over all the SOPs

3.2.16

wavelength dependent loss

WDL

maximum variation of the insertion loss (attenuation) over operating wavelength range

3.2.17

polarization mode dispersion

PMD

average delay of the travelling time between the two principal states of polarization (PSP), when an optical signal passes through a passive optical device

4 Requirements

4.1 Classification

4.1.1 General

Fibre optic passive chromatic dispersion compensators (PCDCs) are classified either wholly or partially within the following categories:

- technology;
- type;
- wavelength band;
- categories of transmission fibre;
- interface style.

An example of a typical fibre optic PDCS classification is given in Table 1.

Table 1 – Example of a typical fibre optic PDCS classification

Items	Classification
Technology	DCF
Type	Wavelength dispersion compensating
Wavelength band	C-band
Category of transmission fibre	B-652
Interface style	Configuration D Fibre category: IEC 60793-2-50, B-652 IEC 61754-4 (SC connector)

4.1.2 Technology

PCDCs typically use the following technologies:

- dispersion compensating fibre (DCF);
- fibre Bragg grating (FBG);
- Virtual Image Phased Array (VIPA);
- GT etalon.

Each technology of PCDCs is described in Annex A to Annex D.

4.1.3 Types

- Wavelength dispersion compensation;
- Wavelength dispersion slope compensation.

4.1.4 Wavelength band

- O-band;
- S-band;
- C-band;
- L-band;
- C-band and L-band;
- other wavelength band or combination of wavelength bands above.

4.1.5 Application of PDCSs and their suitable technologies

The application of PCDCs and the suitable technologies are summarized in Table 2.

Technology dependent characteristics of PCDCs are summarized in Annex E.

Table 2 – Application, channel numbers, passband and technologies of PDCSs

Applications	Channel number	Passbands	Technologies
TDM (time division multiplexing)	Single channel	Narrow	Dispersion compensating fibre (DCF) Fibre Bragg grating (FBG) GT etalon
WDM (wavelength division multiplexing)	Single channel	Narrow	FBG
	Multi-channel ^{a)}	Narrow	FBG GT etalon Virtually imaged phased array (VIPA)
		Wide	DCF
^{a)} Multi-channel PCDCs can be used for a single channel use.			

4.1.6 Interface style

PCDC style shall be defined based on the following elements:

- the input and output port configuration;
- the connector set type(s), if any.

NOTE Examples of interface style are provided in Annex F.

4.2 Documentation

4.2.1 Symbols

Graphical and letter symbols shall, whenever possible, be taken from IEC 60027 series, IEC 60617 and IEC TR 61930.

4.2.2 Drawings

4.2.2.1 General

The drawings and dimensions given in the relevant specifications shall not restrict detail construction nor be used as manufacturing drawings.

4.2.2.2 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.

4.2.2.3 Dimensional system

All dimensions shall be given in accordance with ISO 129-1 for general information of dimensions and tolerances, ISO 286-1 for tolerances of form, orientation location and run out for information, and ISO 1101 for information interchange. 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.

4.2.3 Tests and measurements

4.2.3.1 Tests and measurements procedures

The tests and measurements procedures for optical, mechanical, climatic, and environmental characteristics of fibre optic PCDCs to be used shall be defined and selected preferentially from

IEC 61300 series. The size measurement method to be used shall be specified in the relevant IEC 61753 series performance standard or IEC 62005 series reliability standard, for dimensions which are specified within a total tolerance zone of 0,01 mm or less.

4.2.3.2 Reference components

Reference components for measurement purposes, if required, shall be specified in the relevant IEC 61300 basic test and procedure standard.

4.2.4 Test report

The test reports shall be prepared for each test conducted as required by a relevant IEC 61753 series performance standard or IEC 62005 series reliability standard. The reports shall be included in the qualification test report and in the periodic inspection report.

Test reports shall contain the following information as a minimum:

- title and date of test;
- test equipment used;
- all applicable test details;
- all measurement values and observations.

4.2.5 Instructions for use

Instructions for use, when required, shall be given by the manufacturer.

4.3 Standardisation system

4.3.1 Interface standards

Refer to the proper optical connector interface of the IEC 61754 series when an optical connector is used.

4.3.2 Performance standards

Performance standards (IEC 61753 series) contain a series of tests and measurements (which can be grouped into a specified schedule depending on the requirements of that standards) with clearly defined conditions, severities, and pass/fail criteria. The tests are intended to be run on a one-off basis to prove the ability of any product to satisfy the performance standards requirement. Each performance standard has a different set of tests severities, and groupings, representing 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 and quality conformance programme.

4.3.3 Reliability standards

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

4.4 Design and construction

4.4.1 Materials

4.4.1.1 General

All housing materials used in the construction shall be manufactured with materials which meet the requirements of the relevant IEC 61753 performance standard or IEC 62005 reliability standard.

4.4.1.2 Non-flammable materials

When non-flammable materials are required, the requirements shall be specified, and reference shall be made to IEC 60695-11-5. If an alternate standard is used for non-flammable materials, it shall be declared.

4.4.2 Workmanship

Components 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, service ability or appearance. Particular attention shall be given to neatness and thoroughness of marking, plating, soldering, bonding, etc.

4.5 Quality

Fibre optic PCDCs shall be controlled by the quality assessment procedures and declared.

4.6 Performance requirements

Fibre optic PCDCs shall meet the performance requirements specified in the relevant IEC 61753 performance standard or IEC 62005 reliability standard.

4.7 Identification and marking

4.7.1 General

Components, associated hardware and shipping packages shall be permanently and legibly identified and marked when required by the relevant IEC 61753 performance standard or IEC 62005 reliability standard.

4.7.2 Component marking

Component marking, if required, should be specified in the relevant IEC 61753 performance standard or IEC 62005 reliability standard. The preferred order of marking is:

- a) port identification;
- b) manufacturer's part number (including serial number, if applicable);
- c) manufacturer's identification mark or logo.

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.

4.7.3 Package marking

Several devices may be packaged together for shipment.

Package marking, if required, shall be specified in the relevant IEC 61753 performance standard or IEC 62005 reliability standard. The preferred order of marking is:

- a) manufacturer's identification mark or logo;
- b) manufacturer's part number.

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

4.8 Packaging

Packaging shall be secure without any damage to passive optical components during transportation and storage.

Packages shall include instructions for use when required by the relevant IEC 61753 performance standard or IEC 62005 reliability standard (see 4.2.5).

4.9 Storage conditions

Where short-term degradable materials, such as adhesives, are supplied with the package, the manufacturer shall mark these with the expiry date according to ISO 8601-1 together with any requirements or precautions concerning safety hazards or environmental conditions for storage.

4.10 Safety

Fibre optic PCDCs, when used on an optical fibre transmission system and/or equipment, can emit potentially hazardous radiation from an uncapped or unterminated output port or fibre end.

The fibre optic PCDC manufacturers shall provide 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 IEC 61753 performance standard or IEC 62005 reliability standard shall include the following:

WARNING – Care should be taken when handling small diameter fibre 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 energy output level.

Annex A (informative)

Example of dispersion compensating fibre (DCF) technologies

Chromatic dispersion in optical fibre is expressed as the sum of material dispersion caused by wavelength dependence of the refractive index of the glass materials and waveguide dispersion caused by index profile of optical fibre (Figure A.1). Silica glass optical fibre material dispersion does not vary greatly. Waveguide dispersion can be controlled by changing the index profile of the optical fibre. DCFs are designed to control waveguide dispersion to achieve the desired dispersion characteristics.

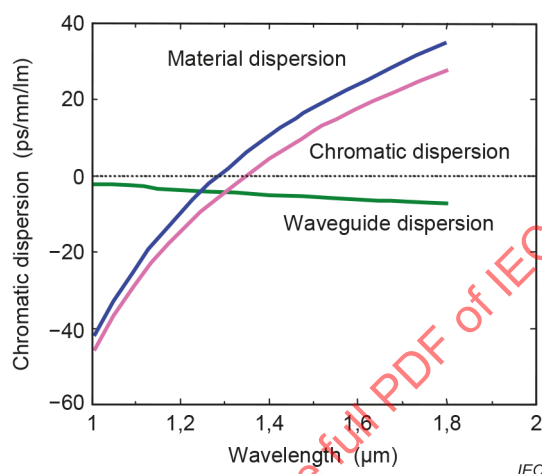


Figure A.1 – Chromatic dispersion in a standard single-mode optical fibre (SMF)

Figure A.2 shows the contour for different dispersions at a wavelength of 1,55 μm as a function of the refractive index contrast, Δ , from a pure silica cladding index value level and core diameter in a step-index profile with the germanium-doped silica core. From this figure, a DCF with a large negative chromatic dispersion can be obtained by increasing Δ and decreasing the diameter of the core.

NOTE Δ is the relative index contrast. Refer IEC IEV 731-02-20.

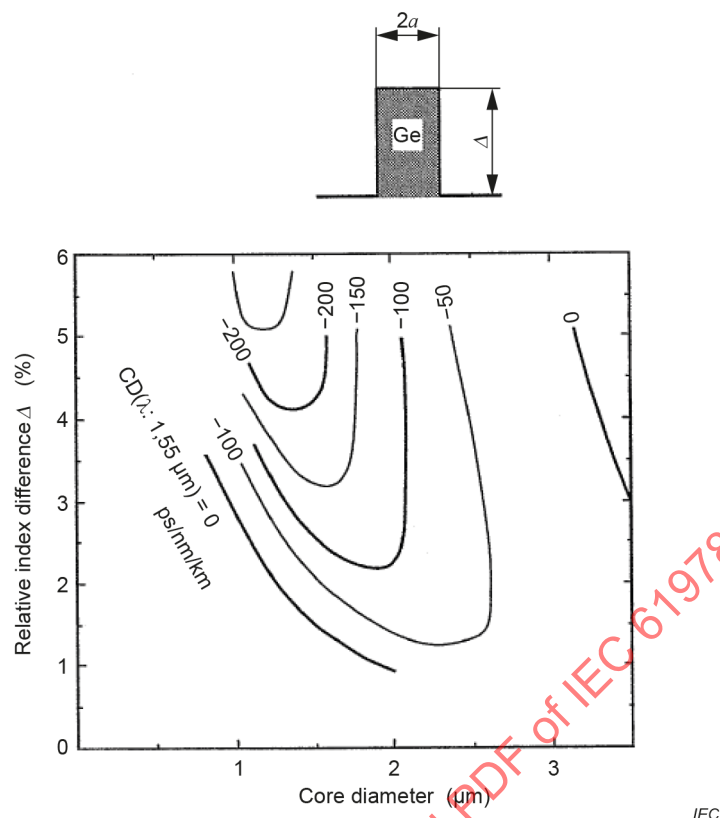


Figure A.2 – Calculated contour for different dispersion at the wavelength of 1,55 μm [$\text{CD}(\lambda: 1,55 \mu\text{m})$] for a step index core fibre

Figure A.3 shows two examples of refractive index profiles of DCFs. The refractive index contrast between the core and the cladding is larger and the core diameter is smaller than those of standard single-mode fibres. These design differences result in larger waveguide dispersion. As for the double-cladding type DCF, much larger waveguide dispersion can be obtained than in the case of the matched cladding type DCF.

Double cladding type DCF can give negative dispersion slope in C-band and/or L-band. Because of this, the positive dispersion slope of SMFs (IEC 60793-2-50, B1 fibres) can be compensated by using this type of DCF. Dispersion slope compensation is important to achieve a uniform dispersion value over the wavelength range of a WDM transmission system.

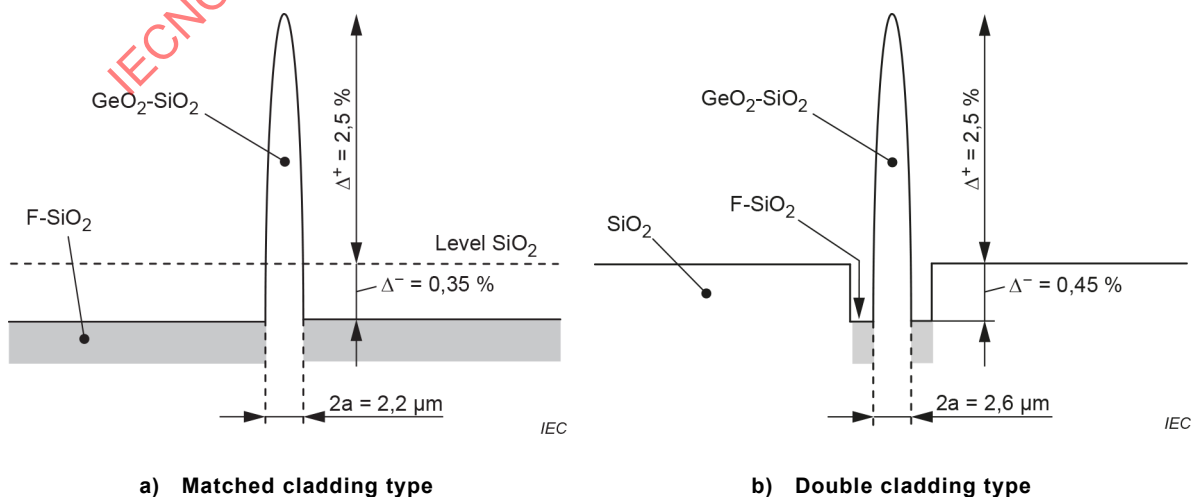


Figure A.3 – Examples of refractive index profile used in DCF

Annex B (informative)

Example of fibre Bragg grating (FBG) technologies

Fibre Bragg grating (FBG) is a fibre type optical device that has a modulated refractive index profile in the core along the longitudinal axis. A FBG functions as a reflective filter where reflection wavelength is defined in Formula (B.1). Generally, refractive index modulation is generated by using UV radiation induced refractive index change.

$$\lambda_B = 2 \times \Lambda \times n_{\text{eff}} \quad (\text{B.1})$$

where

λ_B is the reflection wavelength (Bragg wavelength);

Λ is the refractive index modulation period;

n_{eff} is the effective refractive index.

The basic principle of dispersion compensation using a chirped FBG is shown in Figure B.1. In chirped FBG, either the grating period or effective refractive index, or both, are gradually changed, and reflection wavelength changes along the fibre axis. After travelling through the transport fibre, the signal experiences a positive chromatic dispersion so that its shorter-wavelength part arrives before its longer-wavelength part. The chirped FBG provides more group delay for the shorter-wavelength part of the signal thus compensating for the effect of the chromatic dispersion. The slope of the group delay spectrum corresponds to the dispersion the FBG provides. To conveniently access the output signal, an optical circulator is used.

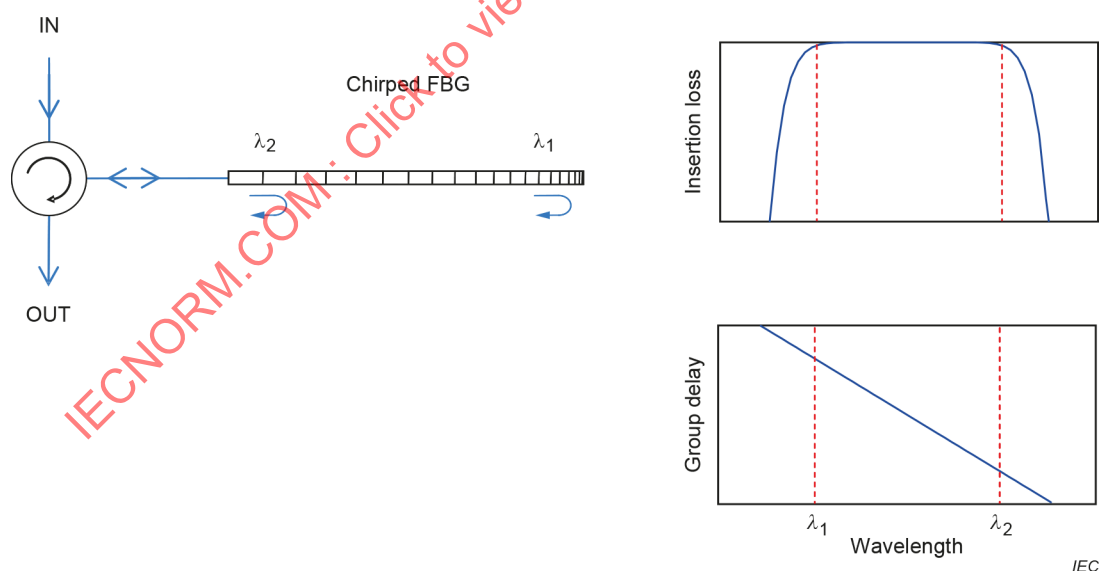
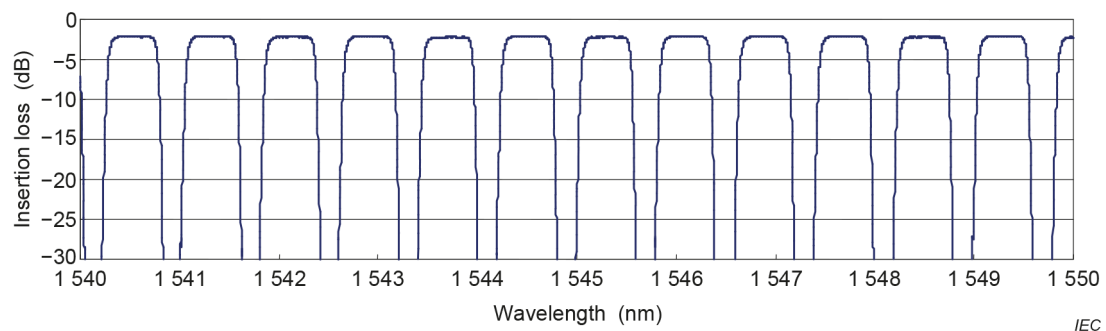
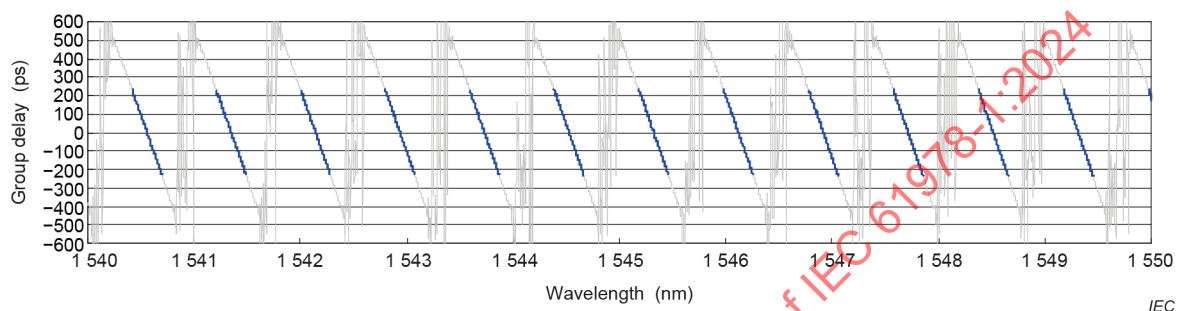


Figure B.1 – Illustration of the use of a chirped fibre Bragg grating for chromatic dispersion compensation

The FBG can be made multi-channel, allowing for a simultaneous compensation of the chromatic dispersion accumulated in all channels of a WDM system. The multi-channel character of the FBG is typically obtained through a sampling approach, i.e. a spatial modulation of its physical properties. As an example, Figure B.2 shows an expanded view over 10 nm of the spectral characteristics of a multi-channels FBG tailored for compensating the chromatic dispersion accumulated over 100 km of single-mode fibre, specified in IEC 60793-2-50, category B1.



a) Insertion loss (attenuation) including the optical circulator



b) Group delay spectrum

Figure B.2 – Expanded view over 10 nm of the insertion loss (attenuation) spectrum of a multi-channel FBG

Annex C (informative)

Example of virtually imaged phased array (VIPA) technologies

Figure C.1 shows the structure of a virtually imaged phased array (VIPA). The input light from a single-mode fibre is line-focused into a glass plate. The glass plate is coated on both surfaces and collimated light is emitted from the reverse side of the glass plate after multiple reflections between the coated surfaces. The light from the glass plate is then focused onto a curved mirror. The reflected light travels back to the glass plate and is finally coupled back into the fibre.

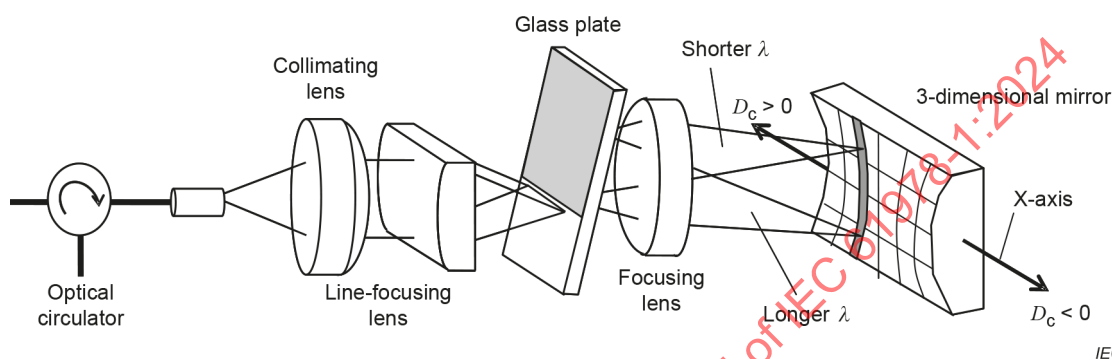
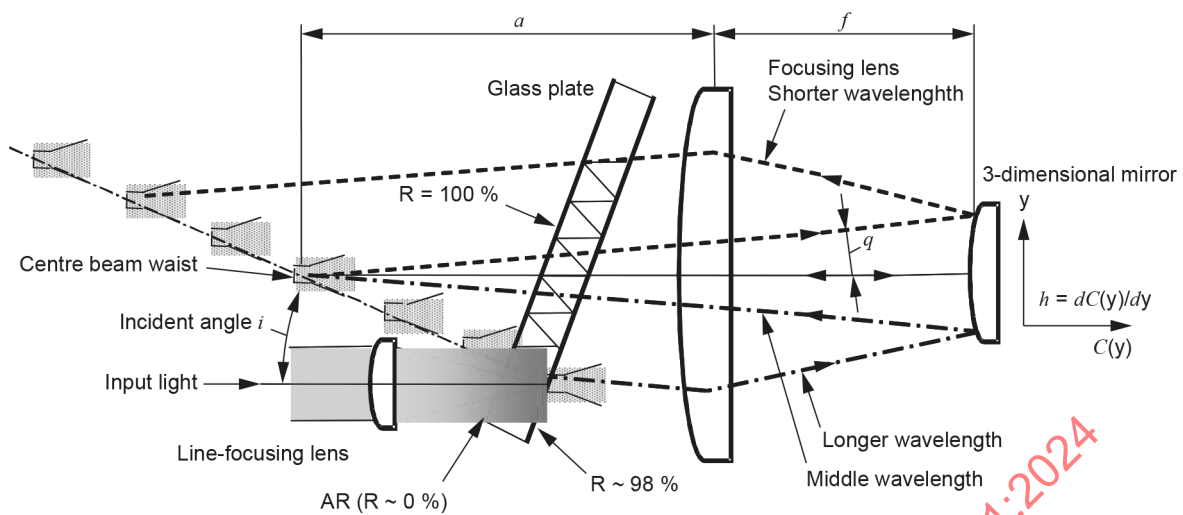


Figure C.1 – Structure of virtually imaged phased array (VIPA)

Figure C.2 shows the detailed light path. Each time that the light is reflected at the right-angle surface of the glass plate, a small percentage of the power passes through the partially reflecting coating. This creates multiple beams that diverge from the corresponding beam waist in the virtual image. The interference of these diverging beams generates collimated light. This collimated light travels at an angle from the optical axis which varies with the wavelength. Chromatic dispersion, i.e. the wavelength dependence of distance travelled, is determined by the wavelength dependence of the pointing angle of collimated light from the glass plate and the surface profile of the reflection mirror. The convex portion of the mirror produces negative chromatic dispersion, and the concave portion of the mirror produces positive chromatic dispersion. Figure C.1 shows that the collimated light (grey line area on the surface of the 3-D mirror) reflects along the concave mirror surface which produces positive chromatic dispersion. By shifting the position of the 3-D mirror along the X-axis, the collimated light can also reflect off the convex mirror surface, which produces negative chromatic dispersion. If the surface profile of the 3-D mirror is designed such that the curvature of the mirror's surface is gradually changed along the X-axis, the chromatic dispersion can be readily changed by shifting the 3-D mirror's position along the X-axis.



IEC

Figure C.2 – Detailed light path and mechanism of generating chromatic dispersion

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61978-1:2024

Annex D (informative)

Example of GT etalon technologies

An etalon is an optical cavity which consists of a pair of parallel reflective mirrors. Multiple reflection interference between two mirrors gives cyclic spectrum and dispersion characteristics. The period of cyclic spectrum is called free spectral range (FSR). Operating wavelength and FSR can be adjusted by changing optical distance between the two mirrors.

There are mainly two types of etalons: Fabry-Perot (FP) etalon and Gires-Tournois (GT) etalon. The GT etalon (Figure D.1) is suitable for dispersion compensation. The GT etalon is an optical cavity that consists of mirrors having different reflectivity. Generally, the front mirror has low reflectivity and rear mirror has high reflectivity. In this case, the reflection power spectrum is relatively smooth, although the phase of the reflected light depends strongly on the wavelength. Using a multiple cavity etalon with optimized design, higher order dispersion can be compensated. Sometimes a GT etalon is called a GT interferometer.

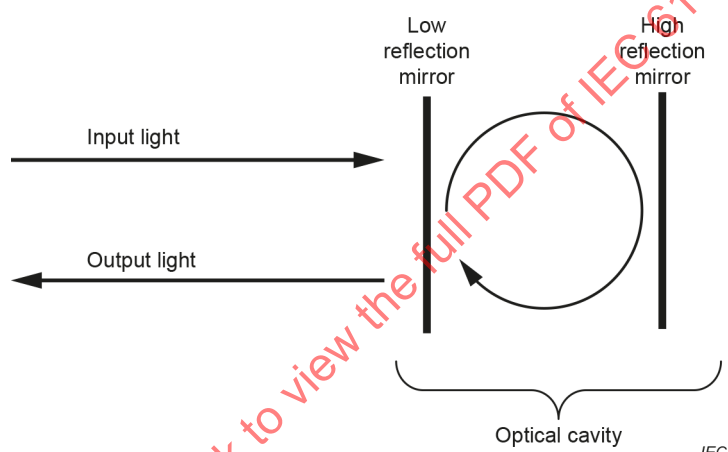


Figure D.1 – Gires-Tournois etalon

Annex E

(informative)

Technology dependent characteristics of PCDCs

As described in Annex A to Annex D, primarily, four technologies are used for PCDCs. Table E.1 shows the summary of technology-dependent characteristics of PCDCs.

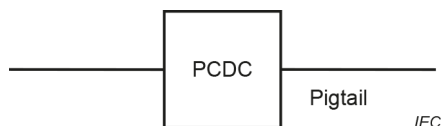
Table E.1 – Summary of technology dependent characteristics of PCDCs

	DCF	FBG	VIPA	Etalon
Passband	Wide	Relatively narrow	Narrow/periodical	Narrow/periodical or wide
GDR period	No GDR	Typically approx. 10 pm	Typically approx. 2 pm	Typically approx. 30 pm
Loss dependency on dispersion	Yes	No	No	No
Non linearity	Yes	No	No	No
Tuneable function	No	Yes	Yes	Yes

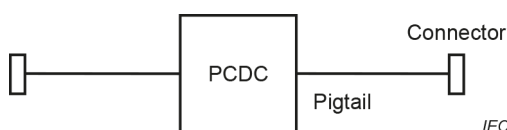
Annex F (informative)

Example of interface style

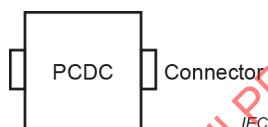
The four examples of interface style for fibre optic PDCs are shown in Figure F.1 a) to Figure F.1 d).



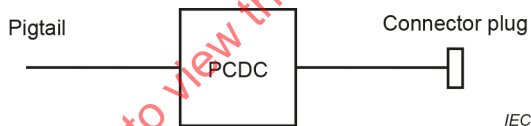
a) Configuration A – Device integral fibre pigtails without a connector



b) Configuration B – Device containing integral fibre optic pigtails with a connector plug on each port



c) Configuration C – Device containing connector receptacles as an integral port of the device housing



d) Configuration D – Example – Device containing some combination of the interfacing feature of the preceding configurations

Figure F.1 – Examples of interface style for fibre optic PDCs

Bibliography

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60410, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

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

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

IEC 60869-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic passive power control devices – Part 1: Generic specification*

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

IEC 60974 (all parts), *Arc welding equipment*

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 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 61300-3-38, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-38: Examinations and measurements – Group delay, chromatic dispersion and phase ripple*

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

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

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 61754-15, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 15: Type LSH connector family*

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	31
3.1 Termes concernant les composants	31
3.2 Termes concernant les performances	32
4 Exigences	35
4.1 Classification	35
4.1.1 Généralités	35
4.1.2 Technologie	35
4.1.3 Types	35
4.1.4 Bande de longueurs d'onde	36
4.1.5 Application des PCDC et de leurs technologies appropriées	36
4.1.6 Modèle d'interface	36
4.2 Documentation	36
4.2.1 Symboles	36
4.2.2 Dessins	36
4.2.3 Essais et mesurages	37
4.2.4 Rapport d'essai	37
4.2.5 Instructions d'utilisation	37
4.3 Système de normalisation	37
4.3.1 Normes d'interface	37
4.3.2 Norme de performance	38
4.3.3 Norme de fiabilité	38
4.4 Conception et construction	38
4.4.1 Matériaux	38
4.4.2 Exécution	38
4.5 Qualité	38
4.6 Exigences de performance	38
4.7 Identification et marquage	38
4.7.1 Généralités	38
4.7.2 Marquage des composants	39
4.7.3 Marquage de l'emballage	39
4.8 Emballage	39
4.9 Conditions de stockage	39
4.10 Sécurité	40
Annexe A (informative) Exemple de technologies de fibres de compensation de dispersion (DCF)	41
Annexe B (informative) Exemple de technologies de réseau de Bragg sur fibre (FBG)	44
Annexe C (informative) Exemple de technologies de réseau de phase à images virtuelles (VIPA)	46
Annexe D (informative) Exemple de technologies d'étalon GT	48
Annexe E (informative) Caractéristiques liées à la technologie des PCDC	49
Annexe F (informative) Exemple de modèle d'interface	50
Bibliographie	51

Figure A.1 – Dispersion chromatique dans une fibre optique unimodale (SMF, Single Mode optical Fibre) normale	41
Figure A.2 – Contour calculé pour différentes dispersions à la longueur d'onde de 1,55 μm [$CD(\lambda:1,55 \mu\text{m})$] pour une fibre à saut d'indice	42
Figure A.3 – Exemples de profils d'indice de réfraction utilisés dans une DCF	43
Figure B.1 – Représentation de l'utilisation d'un réseau de Bragg sur fibre à pas variable pour la compensation de dispersion chromatique.....	44
Figure B.2 – Vue agrandie sur 10 nm du spectre de perte d'insertion (affaiblissement) d'un FBG multicanal.....	45
Figure C.1 – Structure d'un réseau de phase à images virtuelles (VIPA).....	46
Figure C.2 – Trajet détaillé du rayonnement lumineux et mécanisme de génération de la dispersion chromatique	47
Figure D.1 – Étalon Gires-Tournois.....	48
Figure F.1 – Exemples de modèle d'interface pour les PCDC fibroniques	50
Tableau 1 – Exemple de classification type de PCDC fibronique.....	35
Tableau 2 – Application, nombre de canaux, bande passante et technologies des PCDC	36
Tableau E.1 – Résumé des caractéristiques liées à la technologie des PCDC	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS
PASSIFS FIBRONIQUES – COMPENSATEURS DE DISPERSION
CHROMATIQUE PASSIFS FIBRONIQUES –****Partie 1: Spécification générique****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC [avait/n'avait pas] reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet.

L'IEC 61978-1 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) harmonisation des termes et définitions avec l'IEC TS 62627-09;
- b) modification de l'Article 4 concernant les exigences.

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

Projet	Rapport de vote
86B/4866/FDIS	86B/4901/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61978, publiées sous le titre général *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Compensateurs de dispersion chromatique passifs fibroniques*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site Web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document 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 – COMPENSATEURS DE DISPERSION CHROMATIQUE PASSIFS FIBRONIQUES –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61978 s'applique aux compensateurs de dispersion chromatique passifs fibroniques qui présentent les caractéristiques suivantes:

- ils sont passifs au niveau optique;
- ils possèdent une entrée optique et une sortie optique pour la transmission de la puissance optique;
- les ports sont des fibres optiques ou des connecteurs optiques;
- ils sont sensibles aux longueurs d'onde;
- ils peuvent être sensibles à la polarisation.

Le présent document établit des exigences uniformes pour les compensateurs de dispersion chromatique passifs.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 Électrotechnique International – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques*

IEC 60617 (toutes les parties), *Symboles graphiques pour schémas*

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

IEC 61753 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Norme de performance*

IEC TR 61930, *Symbologie des graphiques de fibres optiques*

IEC 62005 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques - Fiabilité*

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 – Partie 1: Principes généraux*

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

ISO 8601-1, *Date et heure – Représentations pour l'échange d'information – Partie 1: Règles de base*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-731 et de 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 <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1 Termes concernant les composants

3.1.1

compensateur de dispersion chromatique passif

PCDC

dispositif passif à deux ports alignés utilisé pour réaliser une compensation de dispersion chromatique

Note 1 à l'article: Les PCDC sont couramment utilisés pour compenser la dispersion chromatique d'un trajet optique en ajoutant la dispersion chromatique de signe opposé.

Note 2 à l'article: Les trajets optiques types comportent des fibres unimodales, des fibres à dispersion décalée et/ou des fibres à dispersion décalée non nulle. Les PCDC présentent des valeurs de dispersion chromatique négatives ou positives en fonction du signe de dispersion chromatique du trajet optique.

Note 3 à l'article: L'abréviation "PCDC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Passive Chromatic Dispersion Compensator".

[SOURCE: IEC TS 62627-09:2016, 3.3.17]

3.1.2

fibre de compensation de dispersion

DCF

fibre spéciale destinée à compenser la dispersion chromatique d'un trajet optique

Note 1 à l'article: L'abréviation "DCF" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Dispersion Compensating Fibre".

3.1.3

compensateur de dispersion passif basé sur DCF

Le PCDC est réalisé par l'obtention de caractéristiques de dispersion chromatique de signe opposé à celle du trajet optique, qui sont obtenues par le profil d'indice de réfraction de la fibre

3.1.4

réseau de Bragg sur fibre

FBG

dispositif optique de type fibre disposant d'un profil d'indice de réfraction modulé périodiquement au niveau du cœur, le long de l'axe de la fibre

Note 1 à l'article: L'abréviation "FBG" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Fibre Bragg Grating".

3.1.5

compensateur de dispersion passif basé sur FBG

Le PCDC est réalisé par un FBG à pas variable dont la période de modulation ou l'indice de réfraction, ou les deux, varient progressivement le long de l'axe de la fibre

3.1.6

réseau de phase à images virtuelles

VIPA

dispositif optique constitué d'une lame de verre avec un miroir à haute réflexion

Note 1 à l'article: Un VIPA a les mêmes fonctions qu'un réseau.

Note 2 à l'article: L'abréviation "VIPA" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Virtually Imaged Phased Array".

3.1.7

compensateur de dispersion passif basé sur VIPA

PCDC constitué d'un VIPA, d'une lentille de focalisation et d'un miroir à trois dimensions

Note 1 à l'article: Un PCDC génère une dispersion chromatique positive et négative par le déplacement du miroir à trois dimensions, permettant ainsi de compenser la dispersion chromatique d'un trajet optique.

3.1.8

étalon

cavité optique constituée d'une paire de miroirs réfléchissants parallèles

3.1.9

étalon Gires-Tournois

étalon GT

étalon constitué d'un miroir à haute réflexion et d'un demi-miroir

Note 1 à l'article: L'étalon GT est parfois appelé interféromètre GT.

3.1.10

compensateur de dispersion passif basé sur étalon GT

PCDC comportant un étalon GT

3.2 Termes concernant les performances

3.2.1

compensation de dispersion chromatique

procédé par lequel une quantité spécifique de dispersion chromatique est éliminée afin de limiter la dégradation du système du fait de dispersions non désirées

3.2.2

temps de propagation de groupe

temps par lequel une impulsion est retardée par un dispositif optique

Note 1 à l'article: Le temps de propagation de groupe varie généralement avec la longueur d'onde de fonctionnement.

3.2.3

dispersion chromatique

dérivée du temps de propagation de groupe par rapport à la longueur d'onde ou la fréquence

Note 1 à l'article: L'unité type est exprimée en ps/nm ou ps/GHz. La dispersion chromatique varie généralement avec la longueur d'onde de fonctionnement.

Note 2 à l'article: L'unité ps/GHz n'est pas couramment utilisée; elle est néanmoins adaptée à l'évaluation de l'influence du système de transmission.

3.2.4

pente de dispersion

dérivée de la dispersion chromatique par rapport à la longueur d'onde ou la fréquence

Note 1 à l'article: L'unité type est exprimée en ps/nm² ou ps/GHz². L'unité ps/GHz² n'est pas couramment utilisée; elle est néanmoins adaptée à l'évaluation de l'influence du système de transmission.

Note 2 à l'article: La pente de dispersion varie généralement avec la longueur d'onde de fonctionnement.

3.2.5

longueur d'onde de fonctionnement

longueur d'onde nominale λ à laquelle fonctionne un dispositif passif avec les performances spécifiées

Note 1 à l'article: La longueur d'onde de fonctionnement consiste en la longueur d'onde à transmettre nominale, affaiblie et isolée.

3.2.6

plage de longueurs d'onde de fonctionnement

plage de longueurs d'onde spécifiée contenant toutes les longueurs d'onde de fonctionnement

Note 1 à l'article: La plage de longueurs d'onde de fonctionnement doit comprendre toutes les bandes passantes lorsqu'il existe au moins deux bandes passantes.

3.2.7

facteur de mérite

FoM

rapport de la dispersion à la perte d'insertion d'un PCDC à une longueur d'onde de fonctionnement particulière

Note 1 à l'article: L'abréviation "FoM" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Figure of Merit".

3.2.8

bande passante

plage de longueurs d'onde dans laquelle il est exigé qu'un dispositif optique passif fonctionne avec un affaiblissement optique inférieur ou égal à une valeur d'affaiblissement optique spécifiée

Note 1 à l'article: Il peut y avoir une ou plusieurs bandes passantes pour un PCDC.

3.2.9

ondulation de la bande passante

variation crête à crête maximale de la perte d'insertion dans la bande passante

Note 1 à l'article: L'ondulation de la bande passante d'un PCDC est définie comme l'ondulation maximale de la bande passante, pour toutes les bandes passantes.

3.2.10

ondulation du temps de propagation de groupe

GDR

variation crête à crête maximale du temps de propagation de groupe, approchée par une fonction souhaitée en fonction de la longueur d'onde (ou de la fréquence), généralement une approximation linéaire, dans une plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) du canal

Note 1 à l'article: L'abréviation "GDR" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Group Delay Ripple".

3.2.11**ondulation de phase**

variation crête à crête maximale dans le spectre de phase mesuré, lors d'une comparaison avec une interpolation quadratique dans une plage de longueurs d'onde (ou de fréquences)

Note 1 à l'article: L'ondulation de phase (unité: radian) est calculée comme le produit d'une ondulation du temps de propagation de groupe crête à crête (unité: s) et d'une période d'ondulation du temps de propagation de groupe (unité: Hz). Voir l'IEC 61300-3-38.

3.2.12**perte d'insertion**

réduction de la puissance optique entre un port d'entrée et un port de sortie d'un dispositif passif

Note 1 à l'article: La perte d'insertion est exprimée en décibels (dB).

Note 2 à l'article: La perte d'insertion est exprimée comme suit:

$$a = -10 \log_{10} \frac{P_a}{P_0}$$

où

P_0 est la puissance optique injectée dans le port d'entrée;

P_a est la puissance optique reçue du port de sortie.

3.2.13**affaiblissement de réflexion**

fraction de la puissance d'entrée qui est réfléchi par un port d'un dispositif passif, exprimée en décibels

Note 1 à l'article: L'affaiblissement de réflexion est défini comme suit:

$$RL = -10 \log_{10} \frac{P_r}{P_0}$$

où

P_0 est la puissance optique injectée au niveau d'un port;

P_r est la puissance optique réfléchi par ce même port.

3.2.14**réflectance**

rapport de la puissance optique réfléchi par un port sur la puissance d'entrée, exprimée en %

3.2.15**perte dépendant de la polarisation**

PDL

variation maximale de la perte d'insertion (affaiblissement) due à une variation de l'état de polarisation (SOP, State Of Polarization) sur tous les SOP

Note 1 à l'article: L'abréviation "PDL" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Polarization Dependent Loss".

3.2.16**perte dépendant de la longueur d'onde**

WDL

variation maximale de la perte d'insertion (affaiblissement) sur la plage de longueurs d'onde de fonctionnement

Note 1 à l'article: L'abréviation "WDL" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Wavelength Dependent Loss".

3.2.17**dispersion de mode de polarisation****PMD**

temps moyen de passage entre les deux états de polarisation principaux (PSP, Principal State of Polarization), lorsqu'un signal optique traverse un dispositif optique passif

Note 1 à l'article: L'abréviation "PMD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Polarization Mode Dispersion".

4 Exigences**4.1 Classification****4.1.1 Généralités**

Les compensateurs de dispersion chromatique passifs fibroniques (PCDC) sont classés selon les critères suivants, soit dans leur intégralité, soit en partie:

- Technologie;
- type;
- bande de longueurs d'onde;
- catégorie de fibre de transmission;
- modèle d'interface.

Un exemple de classification type de PCDC fibronique est donné dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Exemple de classification type de PCDC fibronique

Critère	Classification
Technologie	DCF
Type	Compensation de la dispersion de longueur d'onde
Bande de longueurs d'onde	Bande C
Catégorie de fibre de transmission	B-652
Modèle d'interface	Configuration D Catégorie de fibre: IEC 60793-2-50, B-652 IEC 61754-4 (connecteur de type SC)

4.1.2 Technologie

Les PCDC utilisent généralement les technologies suivantes:

- fibre de compensation de dispersion (DCF);
- réseau de Bragg sur fibre (FBG);
- réseau de phase à images virtuelles (VIPA);
- étalon GT.

Chaque technologie de PCDC est décrite dans les annexes, de l'Annexe A à l'Annexe D.

4.1.3 Types

- Compensation de la dispersion de longueur d'onde
- Compensation de pente de dispersion de longueur d'onde

4.1.4 Bande de longueurs d'onde

- Bande O
- Bande S
- Bande C
- Bande L
- Bande C et bande L
- Autre bande de longueurs d'onde, ou combinaison de bandes de longueurs d'onde ci-dessus

4.1.5 Application des PCDC et de leurs technologies appropriées

L'application des PCDC et des technologies appropriées est résumée dans le Tableau 2.

Les caractéristiques liées à la technologie des PCDC sont résumées dans l'Annexe E.

Tableau 2 – Application, nombre de canaux, bande passante et technologies des PCDC

Applications	Nombre de canaux	Bande passante	Technologies
Multiplexage par répartition dans le temps (TDM, Time Division Multiplexing)	Monocanal	Étroite	Fibre de compensation de dispersion (DCF) Réseau de Bragg sur fibre (FBG) Étalon GT
Multiplexage par répartition en longueur d'onde (MRL)	Monocanal	Étroite	FBG
	Multicanal ^{a)}	Étroite	FBG Étalon GT Réseau de phase à images virtuelles (VIPA)
		Large	DCF

^{a)} Un PCDC multicanal peut être utilisé pour un seul canal.

4.1.6 Modèle d'interface

Le modèle du PCDC doit être défini sur la base des éléments suivants:

- la configuration du port d'entrée et du port de sortie;
- le ou les types de jeux de connecteurs, le cas échéant.

NOTE Des exemples de modèle d'interface sont donnés à l'Annexe F.

4.2 Documentation

4.2.1 Symboles

Les symboles graphiques et littéraux doivent, dans la mesure du possible, être issus de la série IEC 60027, de l'IEC 60617 et de l'IEC TR 61930.

4.2.2 Dessins

4.2.2.1 Généralités

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

4.2.2.2 Système de projection

La projection du premier trièdre ou la projection du troisième trièdre doit être utilisée pour les dessins présentés dans les documents couverts 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.

4.2.2.3 Système dimensionnel

Toutes les dimensions doivent être indiquées conformément à l'ISO 129-1 pour les informations générales sur les dimensions et les tolérances, à l'ISO 286-1 pour les tolérances de forme, orientation, position et battement des informations, et à l'ISO 1101 pour l'échange d'information. 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 applicable.

4.2.3 Essais et mesurages

4.2.3.1 Procédures d'essai et de mesure

Les procédures d'essai et de mesure pour les caractéristiques optiques, mécaniques, climatiques et d'environnement des PCDC fibroniques à utiliser doivent être définies et choisies de préférence à partir de la série IEC 61300. La méthode de mesure des dimensions à utiliser doit être prescrite dans la norme de performance applicable de la série IEC 61753, ou la norme de fiabilité applicable de la série IEC 62005, pour les dimensions spécifiées avec une zone de tolérance totale de 0,01 mm ou moins.

4.2.3.2 Composants de référence

Les composants de référence utilisés à des fins de mesure, s'ils sont exigés, doivent être spécifiés dans la norme applicable de l'IEC 61300 sur les procédures fondamentales d'essais et de mesures.

4.2.4 Rapport d'essai

Les rapports d'essai doivent être préparés pour chaque essai réalisé, comme cela est exigé par la norme de performance applicable de la série IEC 61753 ou la norme de fiabilité applicable de la série IEC 62005. Les rapports doivent être inclus dans le rapport d'essai d'homologation et dans le rapport de contrôle périodique.

Les rapports d'essai doivent, au minimum, contenir les informations suivantes:

- la date et l'heure de l'essai;
- le matériel d'essai utilisé;
- tous les détails concernant les essais applicables;
- toutes les valeurs et les observations relatives aux mesures.

4.2.5 Instructions d'utilisation

Les instructions d'utilisation, lorsqu'elles sont exigées, doivent être fournies par le fabricant.

4.3 Système de normalisation

4.3.1 Normes d'interface

Se référer à l'interface de connecteur fibronique appropriée de la série IEC 61754 lorsqu'un connecteur optique est utilisé.

4.3.2 Norme de performance

Les normes de performance (la série IEC 61753) contiennent une série d'essais et de mesures (qui peuvent être regroupés dans un programme spécifié en fonction des exigences desdites normes) avec des conditions, des sévérités et des critères de réussite et d'échec clairement définis. Les essais sont destinés à être réalisés une fois seulement ("one-off") pour démontrer la capacité d'un quelconque produit à satisfaire aux exigences des normes de performance. Chaque norme de performance a un jeu de sévérités d'essai différent, ainsi que des groupements, qui représentent les exigences d'un secteur du marché, d'un groupe utilisateurs ou d'un emplacement 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 et de conformité de la qualité.

4.3.3 Norme 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.

4.4 Conception et construction

4.4.1 Matériaux

4.4.1.1 Généralités

Tous les matériaux du boîtier utilisés dans la construction doivent être fabriqués avec des matériaux qui satisfont aux exigences de la norme de performance applicable de l'IEC 61753 ou de la norme de fiabilité applicable de l'IEC 62005.

4.4.1.2 Matériaux ininflammables

Lorsque des matériaux ininflammables sont exigés, les exigences doivent être spécifiées et il doit être fait référence à l'IEC 60695-11-5. Si une norme en variante est utilisée pour les matériaux ininflammables, elle doit être déclarée.

4.4.2 Exécution

Les composants 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.

4.5 Qualité

Les PCDC fibroniques doivent être contrôlés en appliquant les procédures d'évaluation de la qualité, puis déclarés comme tels.

4.6 Exigences de performance

Les PCDC fibroniques doivent satisfaire aux exigences de performance spécifiées dans la norme de performance applicable de l'IEC 61753 ou la norme de fiabilité applicable de l'IEC 62005.

4.7 Identification et marquage

4.7.1 Généralités

Les composants, le matériel associé et les emballages d'expédition doivent être identifiés et marqués de manière permanente et lisible, lorsque cela est exigé par la norme de performance applicable de l'IEC 61753 ou la norme de fiabilité applicable de l'IEC 62005.

4.7.2 Marquage des composants

Il convient que le marquage des composants, s'il est exigé, soit spécifié dans la norme de performance applicable de l'IEC 61753 ou dans la norme de fiabilité applicable de l'IEC 62005. L'ordre de marquage préférentiel est le suivant:

- a) identification des ports;
- b) numéro de référence du fabricant (y compris, le cas échéant, le numéro de série);
- c) marque ou logo d'identification du fabricant.

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.

4.7.3 Marquage de l'emballage

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

Le marquage de l'emballage, s'il est exigé, doit être spécifié dans la norme de performance applicable de l'IEC 61753 ou dans la norme de fiabilité applicable de l'IEC 62005. L'ordre de marquage préférentiel est le suivant:

- a) marque ou logo d'identification du fabricant;
- b) numéro de référence du fabricant.

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

4.8 Emballage

L'emballage doit assurer un transport et un stockage en toute sécurité des composants optiques passifs, sans qu'ils subissent de quelconques dommages.

Les emballages doivent inclure des instructions d'utilisation, lorsque cela est exigé par la norme de performance applicable de l'IEC 61753 ou la norme de fiabilité applicable de l'IEC 62005 (voir 4.2.5).

4.9 Conditions de stockage

Si des matériaux dégradables à court terme, tels que les adhésifs, sont présents dans l'emballage, le fabricant doit apposer sur ces matériaux leur date de péremption conformément à l'ISO 8601-1, ainsi que toutes exigences ou précautions liées aux dangers pour la sécurité ou aux conditions d'environnement pour le stockage.

4.10 Sécurité

Lorsqu'ils sont utilisés dans un système et/ou un équipement de transmission à fibres optiques, les PCDC fibroniques dont l'extrémité de la fibre ou le port de sortie n'est pas protégé par un bouchon ou n'est pas raccordé peuvent émettre des rayonnements potentiellement dangereux.

Les fabricants de PCDC fibroniques doivent fournir des informations suffisantes pour prévenir les concepteurs et les usagers des systèmes du danger potentiel et doivent indiquer les précautions et méthodes de travail exigées.

De plus, chaque norme de performance applicable de l'IEC 61753 ou norme de fiabilité applicable de l'IEC 62005 doit comprendre ce qui suit:

AVERTISSEMENT – Lors de la manipulation de fibres de petit diamètre, il convient de faire attention à ne pas se piquer, en particulier près des yeux. Il n'est pas recommandé de regarder directement l'extrémité d'une fibre optique ou d'un connecteur optique lorsqu'ils diffusent de l'énergie, à moins de s'être assuré de la sécurité offerte par le niveau de sortie de l'énergie.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61978-1:2024

Annexe A (informative)

Exemple de technologies de fibres de compensation de dispersion (DCF)

La dispersion chromatique dans une fibre optique est exprimée comme étant la somme de la dispersion due au matériau provoquée par la dépendance à la longueur d'onde de l'indice de réfraction des matériaux en verre, et de la dispersion due au guide d'ondes provoquée par le profil d'indice de la fibre optique (Figure A.1). La dispersion due au matériau d'une fibre optique en verre de silice ne varie pas de manière significative. La dispersion due au guide d'ondes peut être contrôlée en modifiant le profil d'indice de la fibre optique. Les DCF sont conçues pour contrôler la dispersion due au guide d'ondes, afin d'obtenir les caractéristiques de dispersion souhaitées.

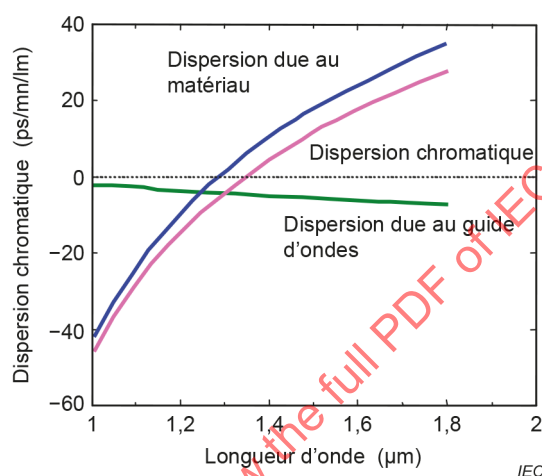


Figure A.1 – Dispersion chromatique dans une fibre optique unimodale (SMF, Single Mode optical Fibre) normale

La Figure A.2 représente le contour de différentes dispersions à une longueur d'onde de $1,55 \mu\text{m}$ en fonction du contraste d'indice de réfraction, Δ , entre un niveau de valeur d'indice de revêtement en silice pure et le diamètre du cœur, pour un profil en saut d'indice avec un cœur en silice dopé au germanium. Sur la base de cette figure, une DCF à large dispersion chromatique négative peut être obtenue en augmentant Δ et en diminuant le diamètre du cœur.

NOTE Δ est le contraste d'indice de réfraction. Voir l'IEC IEC 731-02-20.

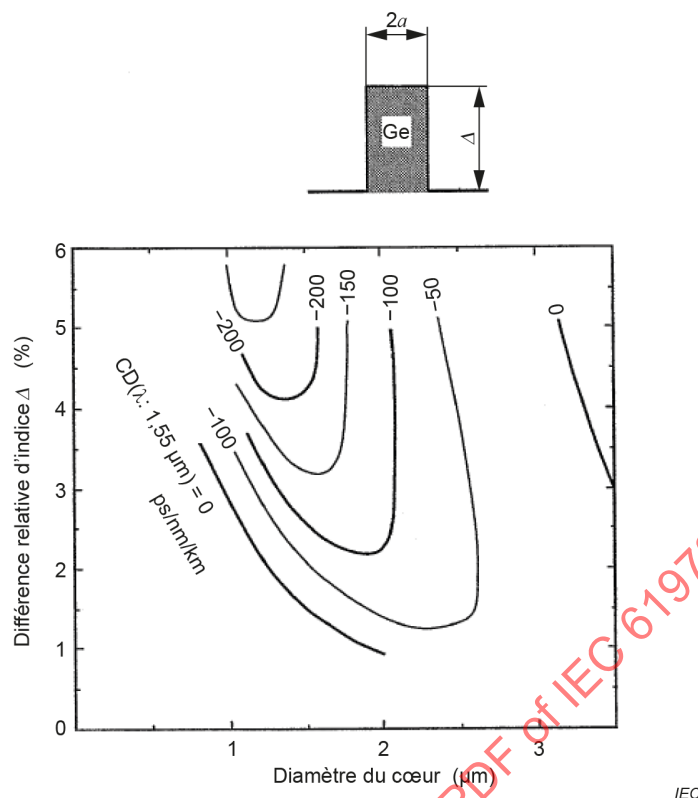


Figure A.2 – Contour calculé pour différentes dispersions à la longueur d'onde de 1,55 μm [CD(λ:1,55 μm)] pour une fibre à saut d'indice

La Figure A.3 représente deux exemples de profils d'indice de réfraction de DCF. Le contraste d'indice de réfraction entre le cœur et la gaine est plus grand et le diamètre du cœur est plus petit que ceux des fibres unimodales normales. Ces différences de conception donnent lieu à une dispersion due au guide d'ondes plus importante. À l'instar de la DCF à double gaine, une dispersion due au guide d'ondes beaucoup plus grande que dans le cas de la DCF à gaine adaptée peut être obtenue.

La DCF à double gaine peut donner lieu à une pente de dispersion négative dans la bande C et/ou la bande L. De ce fait, la pente de dispersion positive des SMF (voir l'IEC 60793-2-50, fibres B1) peut être compensée en utilisant ce type de DCF. La compensation de pente de dispersion est importante pour obtenir une valeur de dispersion uniforme sur la plage de longueurs d'onde d'un système de transmission MRL.