

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 à fibres optiques – Compensateurs de dispersion chromatique passifs à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-88910-595-3

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
3.1 Basic term	7
3.2 Component.....	7
3.3 Performance parameter	8
4 Requirements	10
4.1 General	10
4.2 Classification	10
4.2.1 Type	10
4.2.2 Style	11
4.2.3 Variant	12
4.2.4 Assessment level.....	12
4.2.5 Normative reference extensions	12
4.3 Documentation	13
4.3.1 Symbols	13
4.3.2 Specification system.....	13
4.3.3 Drawings	15
4.3.4 Tests and measurements.....	15
4.3.5 Test data sheets	16
4.3.6 Instructions for use	16
4.4 Standardization system	16
4.4.1 Performance standards	16
4.4.2 Reliability standards	16
4.4.3 Interlinking	17
4.5 Design and construction	18
4.5.1 Materials	18
4.5.2 Workmanship.....	19
4.6 Performance.....	19
4.7 Identification and marking	19
4.7.1 Variant identification number	19
4.7.2 Component marking	19
4.7.3 Package marking	20
4.8 Packaging	20
4.9 Storage conditions	20
4.10 Safety	20
Annex A (informative) Example of dispersion compensating technologies	21
Bibliography.....	27
Figure 1 – Standards currently under preparation	18
Figure A.1 – Chromatic dispersion in a standard single-mode optical fibre(SMF)	21
Figure A.2 – Calculated contour for different dispersion at the wavelength of 1,55 µm for a step index core fibre	22
Figure A.3 – Examples of refractive index profile used in DCF	22

Figure A.4 – Illustration of the use of a chirped fibre Bragg grating for chromatic dispersion compensation	23
Figure A.5 – Zoom over 10 nm of the insertion loss spectrum including the optical circulator (Figure A.5 a)) and the group delay spectrum (Figure A.5 b)) of a multi-channel FBG tailored for the compensation of the chromatic dispersion accumulated over 100 km of single-mode fibre	24
Figure A.6 – Structure of virtually imaged phased array (VIPA)	25
Figure A.7 – Detailed light path and mechanism of generating chromatic dispersion	25
Figure A.8 – Gires-Tournois interferometer	26
Table 1 – Types of passive chromatic dispersion compensators	11
Table 2 – Three-level IEC specification structure	14
Table 3 – Standards interlink matrix	18
Table 4 – Quality assurance options	18

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

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2000. It constitutes a technical revision. Changes from the previous edition of this standard are to reconsider the requirements.

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

FDIS	Report on voting
86B/2908/FDIS	86B/2946/RVD

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

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

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

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

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication 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 may be polarization sensitive.

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

2 Normative references

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

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

IEC 60050(731), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 731: Optical fibre communication*

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

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

IEC 60869-1, *Fibre optic attenuators - Part 1: Generic specification*

IEC 60874 (all parts), *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 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures*

IEC 61754-4, *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 connector interfaces – Part 15: Type LSH connector family*

IEC/TR 61930, *Fibre optic graphical symbology*

IEC Guide 102, *Electronic components — Specification structures for quality Assessment (Qualification approval and capability approval)*

IECQ 01, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ System) Basic Rules*

IECQ QC 001002-3, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of Procedure – Part 3: Approval procedures*

ISO 129-1, *Technical drawings – Indication of dimensions and tolerances – Part 1: General principles*

ISO 286-1, *ISO system of limits and fits – Part 1: Bases 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), as well as the following definitions apply.

3.1 Basic term

3.1.1 port

optical fibre or optical fibre connector attached to a passive component for the entry and/or exit of the optical power (input and/or output port)

3.2 Component

3.2.1

passive chromatic dispersion compensator PCDC

two-port in-line passive device used to perform chromatic dispersion compensation. PCDCs are commonly used to compensate the chromatic dispersion of an optical path by adding the opposite sign chromatic dispersion. The typical optical paths are single-mode fibre, dispersion shifted fibre and non-zero dispersion shifted fibre. PCDCs have either negative or positive chromatic dispersion values depending on the chromatic dispersion sign of the optical path

3.2.2

dispersion compensating fibre

DCF

DCF is a speciality fibre to compensate chromatic dispersion of an optical path. By the control of the refractive index profile of the fibre, DCF realises opposite sign chromatic dispersion characteristics to that of the optical path

3.2.3

fibre Bragg grating

FBG

FBG is a fibre type optical device which has modulated refractive index profile in the core. PCDC is realised by a chirped FBG which has gradually changed refractive index along the fibre axis

3.2.4

virtually imaged phased array

VIPA

VIPA is an optical device which consists of coated glass plate, focusing lens and 3-dimensional mirror. VIPA produces both positive and negative chromatic dispersion by the move of the 3-dimensional mirror, in order to compensate the chromatic dispersion of an optical path

3.2.5

etalon

etalon is an optical cavity which consists of a pair of parallel reflective mirror. PCDC is realised by the etalon application called Gires-Tournois interferometer

3.3 Performance parameter

3.3.1

chromatic dispersion compensation

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

3.3.2

group delay

time by which a pulse is delayed by an optical device. The group delay generally varies with the operating wavelength

3.3.3

chromatic dispersion

derivative of group delay with respect to wavelength or frequency. A typical unit is ps/nm or ps/GHz ¹⁾. The chromatic dispersion generally varies with the operating wavelength

3.3.4

dispersion slope

derivative of chromatic dispersion with respect to wavelength or frequency. A typical unit is ps/nm² or ps/GHz ¹⁾. The dispersion slope generally varies with the operating wavelength

3.3.5

operating wavelength

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

¹⁾ Units of ps/GHz are generally considered as better definition, even though it is not widely used.

3.3.6**operating wavelength range**

specified range of wavelengths from $\lambda_{\min}$ to $\lambda_{\max}$ about an operating wavelength λ , within which a passive component operates with the specified performance

3.3.7**figure of merit****FoM**

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

3.3.8**passband ripple**

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

3.3.9**group delay ripple**

maximum peak-to-peak variation of group delay in the operating wavelength range

3.3.10**phase ripple**

maximum peak-to-peak variation of optical phase in the operating wavelength range

3.3.11**insertion loss**

reduction in optical power between an input and output port of a passive component expressed in decibels. It is defined as follows:

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

where

P_0 is the optical power launched into the input port;

P_a is the optical power received from the output port

3.3.12**return loss**

fraction of input power that is returned from the input port of a passive component expressed in decibels. It is defined as follows:

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

where

P_0 is the optical power launched into the input port;

P_r is the optical power received back from the same port

3.3.13**reflectance**

negative of the return loss

3.3.14**polarization dependent loss****PDL**

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

3.3.15

wavelength dependent loss

WDL

maximum variation of the insertion loss over operating wavelength range

3.3.16

polarization mode dispersion

PMD

when an optical signal passes through an optical fibre, component or subsystem, the change in the shape and width of the pulse due to the average delay of the travelling time between the two principal states of polarization (PSP), differential group delay (DGD), and/or to the waveform distortion for each PSP, is called PMD

NOTE PMD, together with polarization dependent loss (PDL) and polarization dependent gain (PDG), when applicable, may introduce waveform distortion leading to unacceptable bit error rate increase.

4 Requirements

4.1 General

The requirements for PCDCs covered by this clause are intended to aid in classifying this device in a relevant specification. Additional or more severe requirements may be imposed by the relevant blank detail specification and by the detail specification.

4.2 Classification

PCDCs shall be classified as follows:

- type;
- style;
- variant;
- assessment level;
- normative reference extensions.

4.2.1 Type

PCDCs are divided into types by their main characteristics as follows.

PCDCs for WDM applications are divided into single channel type and multi-channel type. Operating wavelength range of multi-channel type PCDCs covers at least two channels of WDM systems. Multi-channel type PCDCs are divided into narrow band type and wide band type according to its spectral characteristics:

- for TDM or for WDM;
- single channel or multi-channel;
- narrow or wide;
- any combination of the above.

Table 1 – Types of passive chromatic dispersion compensators

Applications	Channel number	Operating wavelength range	Technologies
TDM	Single channel	Narrow	Dispersion compensating fibre (DCF) Fibre Bragg grating (FBG) Etalon
WDM	Single channel	Narrow	FBG
	Multi-channel	Narrow ^{a)}	FBG Etalon Virtually imaged phased array (VIPA)
		Wide	DCF

^a Can be used as fixed, although it has tuneable function.

Each type shall be applied to the following optical paths with negative or positive chromatic dispersion:

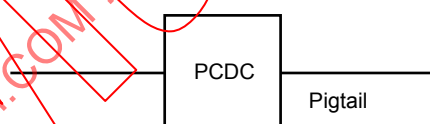
- for single-mode fibre or for dispersion shifted fibre or for non-zero dispersion shifted fibre;
- to add negative chromatic dispersion to compensate the positive chromatic dispersion of an optical path or to add positive chromatic dispersion to compensate the negative chromatic dispersion of an optical path.

4.2.2 Style

PCDC may be classified into styles based on the fibre type(s), the connector type(s), cable type(s), housing shape, temperature control and the configuration. Style is not intended to define material or design. The configurations of PCDC ports are classified as follows.

4.2.2.1 Configuration A

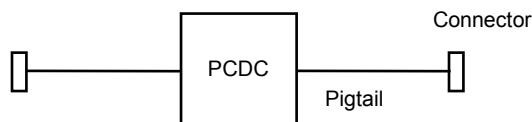
A device containing integral fibre optic pigtails, without connectors.



IEC 1687/2000

4.2.2.2 Configuration B

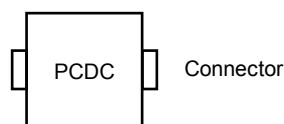
A device containing integral fibre optic pigtails, with a connector on each pigtail.



IEC 1688/2000

4.2.2.3 Configuration C

A device containing fibre optic connectors as an integral part of the device housing.



IEC 1689/2000

4.2.2.4 Configuration D

A device containing some combination of the interfacing features of the preceding configurations.

4.2.3 Variant

The PCDC variant identifies those common features which encompass structurally similar components.

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

- fibre type;
- connector type.

4.2.4 Assessment level

Detail specifications 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 of groups A and B and the periodicity of inspection of groups C and D.

The following are the 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.

NOTE 1 AQL stands for acceptable quality level.

One additional assessment level (other than those specified above) can be given in the detail specification. When this is done, the capital letter X shall be used.

NOTE 2 Groups A and B are subject to lot-by-lot inspection. Groups C and D are subject to periodic inspection.

4.2.5 Normative reference extensions

Normative reference extensions are used to identify integrated independent standards, specifications or other reference documents into blank detail specifications.

Unless a specified exception is noted, additional requirements imposed by an extension are mandatory. 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 an extension. Published documents produced by other regional standardization bodies such as TIA, ETSI, JIS, etc., may be referenced in a bibliography attached to the generic specification.

Some optical fibre splice configurations require special qualification provisions that shall not be imposed universally. This accommodates individual component design configurations, specialized field tooling, or specific application processes. In this case, requirements are necessary to assure 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 shall be given, in descending order, as follows: generic over mandatory extension, over blank detail, over detail, over application specific extension.

Examples of optical connector extensions are given as follows.

- Using IEC 61754-4 and IEC 61754-15 to partially define a future specification of the IEC 60874 series for a duplex type "SC/LSH" hybrid connector adapter.
- Using IEC 61754-13 and IEC 60869-1 to partially define a future specification of the IEC 60874 series for an integrated type "FC" preset attenuated optical connector.
- Using IEC 61754-15 and IEC 61073-1 to partially define a future specification of the IEC 60974 series for a duplex "LSH" receptacle incorporating integral mechanical splices.

Other examples of requirements for normative extensions are as follows:

- a) 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 specialized locations;
- b) specialized field tooling may require an extension to implement specific ocular safety, electrical shock or burn hazard avoidance requirements, or require isolation procedures to prevent potential ignition of combustible gases.

4.3 Documentation

4.3.1 Symbols

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

4.3.2 Specification system

This specification is 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 2. There are no sectional specifications for passive dispersion compensators.

Table 2 – Three-level IEC specification structure

Specification level	Examples of information to be included	Applicable to
Basic	Assessment system rules Inspection rules Optical measuring methods Environmental test methods Sampling plans Identification rule Marking standards Dimensional standards Terminology standards Symbol standards Preferred number series SI units	Two or more component families or subfamilies
Generic	Specific terminology Specific symbols Specific units Preferred values Marking Quality assessment procedures Selection of tests Qualification approval and/or capability approval procedures	Component family
Blank detail	Quality conformance test schedule Inspection requirements Information common to a number of types	Groups of types having a common test schedule
Detail	Individual values Specific information Completed quality conformance test schedules	Individual type

4.3.2.1 Blank detail specifications

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

Blank detail specifications are not, by themselves, a specification level. They are associated with the generic specification.

Each blank detail specification shall be limited to one environmental category.

Each blank detail specification shall contain

- the minimum mandatory test schedules and performance requirements;
- one or more assessment levels;
- the preferred format for stating the required information in the detail specification;
- in case of hybrid components, including connectors, addition of appropriate entry fields to show the reference normative document, document title and issue date.

4.3.2.2 Detail specifications

A specific PCDC 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 a particular PCDC as an IEC standard.

Detail specifications shall specify the following as applicable:

- type (see 4.2.1);
- style (see 4.2.2);
- variant(s) (see 4.2.3);
- assessment level (see 4.2.4);
- part identification number for each variant (see 4.7.1);
- drawings, dimensions required (see 4.3.3);
- quality assessment test schedules (see 4.2.4);
- performance requirements (see 4.6).

4.3.3 Drawings

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

4.3.3.1 Projection system

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

4.3.3.2 Dimensional system

All dimensions shall be given in accordance with ISO 129, 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

4.3.4 Tests and measurements

4.3.4.1 Test and measurement procedures

The test and measurement procedures for optical, mechanical, climatic, and environmental characteristics of passive dispersion compensators to be used shall be defined and selected preferentially from the IEC 61300 series.

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

4.3.4.2 Reference components

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

4.3.4.3 Gauges

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

4.3.5 Test data sheets

Test data sheets shall be prepared for each test conducted as required by a relevant 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 type of fibre, connector or other coupling device. The description shall also include the variant identification number (see 4.7.1);
- test equipment used and date of latest calibration;
- all applicable test details;
- all measurement values and observations;
- sufficiently detailed documentation to provide traceable information for failure analysis.

4.3.6 Instructions for use

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

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

4.4 Standardization system

4.4.1 Performance standards

Performance standards contain a series of tests and measurements (which may or may not be grouped into a specified schedule depending on the requirements of that standard) with clearly defined conditions, severities, and “pass/fail” criteria. The tests are intended to be run on a “once-off” basis to prove any product’s ability to satisfy the “performance standards” requirement. 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 but should then be controlled by a quality assurance/quality conformance programme.

It is possible to define a key point of the test and measurements standards, for their application (particularly with regard to insertion loss and return loss) in conjunction with the interface standards of inter product compatibility. The certain conformance of each individual product to this standard will be ensured.

4.4.2 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 shall 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 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 screen process in the factory, involving environmental stresses that may be mechanical, thermal, or 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 the defined threshold. At this point the useful life ends and the “wear-out region” begins, and the component shall be replaced.

At the beginning of useful life, performance testing on a sampled 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 specified maximum failure rate. These tests are usually done by utilizing the performance testing, but increasing 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.

4.4.3 Interlinking

Standards currently under preparation are given in Figure 1. A large number of the test and measurements standards already exist, and the quality assurance qualification approval recognized by the term IECQ already exists and has done so for many years. As previously mentioned, alternative methods of quality assurance/quality conformance are being developed under the headings of capability approval and technology approval which are covered by IECQ 01, IECQ QC 001002-3, and IEC Guide 102.

With regard to interface, performance and reliability standards, once all three of these standards are in place, the matrix given in Table 3 demonstrates some of the other options available for product standardization.

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

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

Product C is a product that complies with an IEC standard interface but does not meet the requirements of either an IEC performance or reliability standard.

Product D is a product that complies with both an IEC standard interface and a performance standard but does not meet any reliability requirements.

Obviously, the matrix is more complex than shown since there will be a number of interface, performance and reliability standards which may cross-refer. In addition, the products may all be subject to a quality assurance programme that could be under IEC qualification approval, capability approval, technology approval (as Table 4 attempts to demonstrate), or even a national or company quality assurance system.

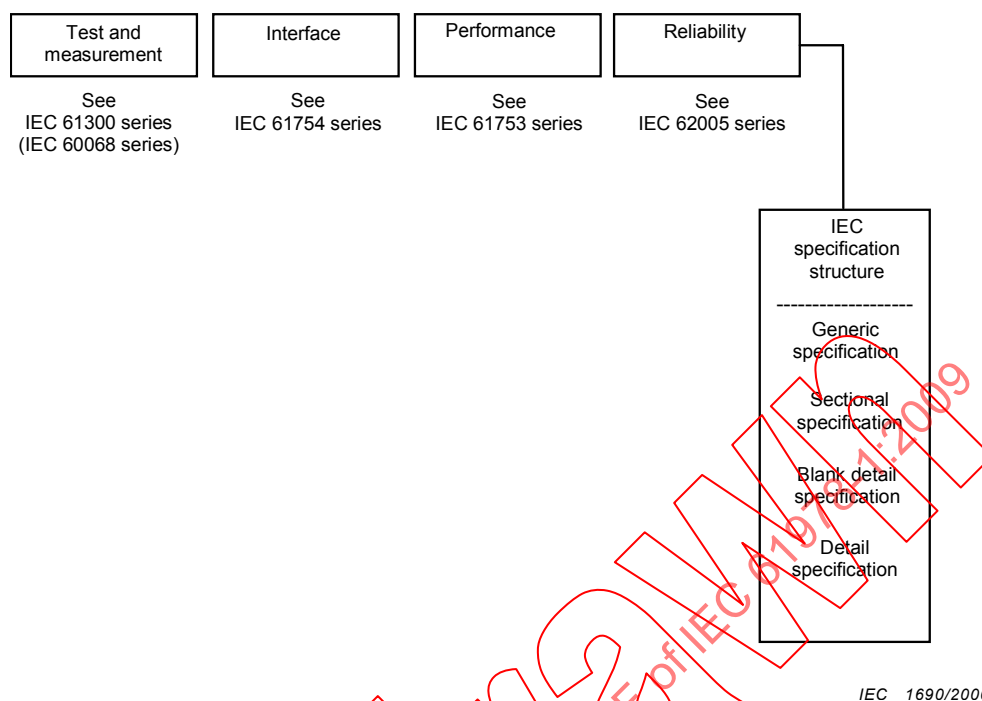


Figure 1 – Standards currently under preparation

Table 3 – Standards interlink matrix

	Interface standard	Performance standard	Reliability standard
Product A	Yes	Yes	Yes
Product B	No	Yes	Yes
Product C	Yes	No	No
Product D	Yes	Yes	No

Table 4 – Quality assurance options

	Company A			Company B			Company C		
	QA	CA	TA	QA	CA	TA	QA	CA	TA
Product A	X			X					X
Product B	X				X				X
Product C	X				X				X
Product D	X					X			X

4.5 Design and construction

4.5.1 Materials

The devices shall be manufactured with materials which meet the requirements of the detail specification. When non-flammable materials are required, the requirement shall be specified in the relevant specification, and the test of IEC 60695-11-5 shall be cited as reference.

4.5.1.1 Corrosion resistance

All materials used in the construction of compensator sets shall be corrosion resistant or suitably finished to meet the requirements of the relevant specification.

4.5.1.2 Non-flammable materials

When non-flammable materials are required, the requirement shall be specified in the specification and IEC 60695-11-5 shall be referenced.

4.5.2 Workmanship

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

4.6 Performance

PCDCs shall meet the performance requirements specified in the relevant specification.

4.7 Identification and marking

Components, associated hardware and packages shall be permanently and legibly identified and marked when this is required by the relevant specification.

4.7.1 Variant identification number

Each variant in a detail specification shall be assigned a variant identification number. The number shall consist of the number assigned to the detail specification followed by a four-digit dash number and a letter designating the assessment level. The first digit of the dash number shall be sequentially assigned to each component type covered by the detail specification. The last three digits shall be sequentially assigned to each variant of the component.

EXAMPLE:

	QC940000/US0001 -1	001	A
Detail specification number			
Component type			
Variant number			
Assessment level			

4.7.2 Component marking

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

- port identification;
- manufacturer's part number (including serial number, if applicable);
- manufacturer's identification mark or logo;
- manufacturing date;
- variant identification number;
- 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.

4.7.3 Package marking

Several PCDCs may be packed together for shipment.

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

- a) manufacturer's identification mark or logo;
- b) manufacturer's part number;
- c) manufacturing date code (year/week, see ISO 8601);
- d) variant identification number(s) (see 4.7.1);
- e) the type designation (see 4.2.1);
- f) the assessment level;
- 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.

4.8 Packaging

Packages shall include instructions for use when required by the specification (see 4.3.6).

4.9 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, see ISO 8601) together with any requirements or precautions concerning safety hazards or environmental conditions for storage.

4.10 Safety

PCDCs, 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.

The PCDC manufacturers 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 detail specification 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.

Reference shall be made to IEC 60825 series, the relevant standard on safety.

Annex A (informative)

Example of dispersion compensating technologies

A.1 Dispersion compensating fibre (DCF)

Chromatic dispersion in optical fibre is expressed with 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). As far as using silica glass for an optical fibre, material dispersion does not change greatly. Waveguide dispersion can be controlled by changing the index profile of the optical fibre.

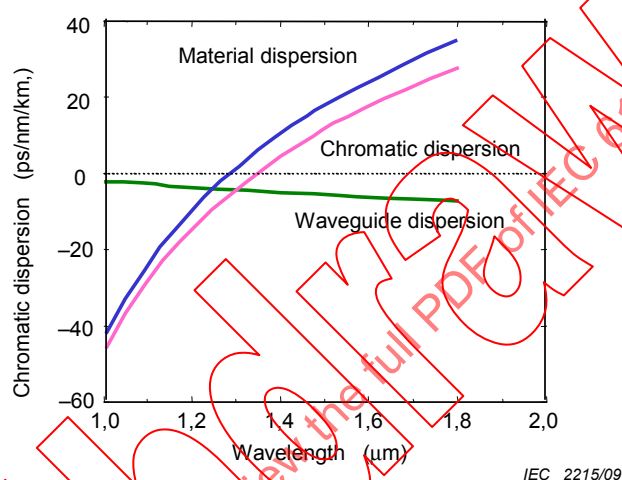


Figure A.1 – Chromatic dispersion in a standard single-mode optical fibre(SMF)

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

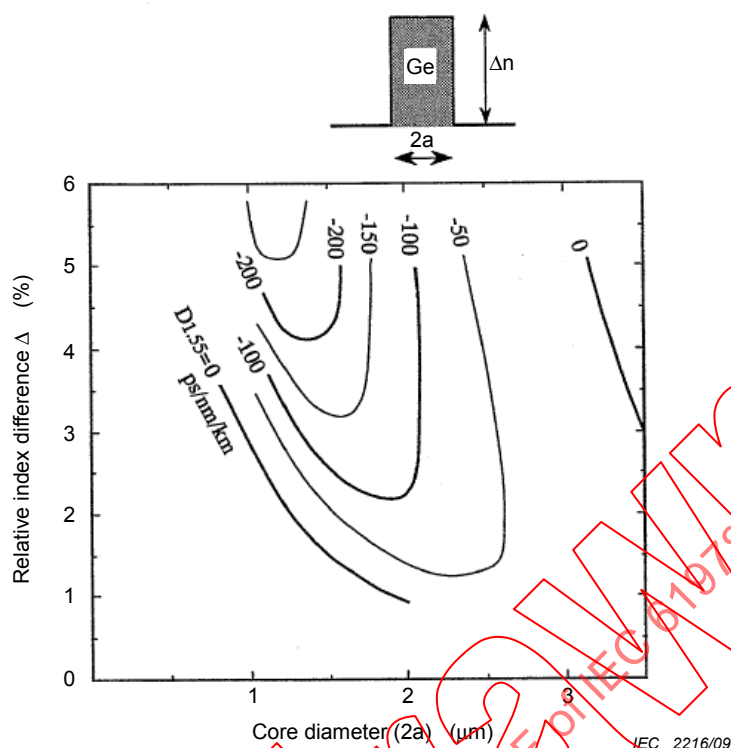
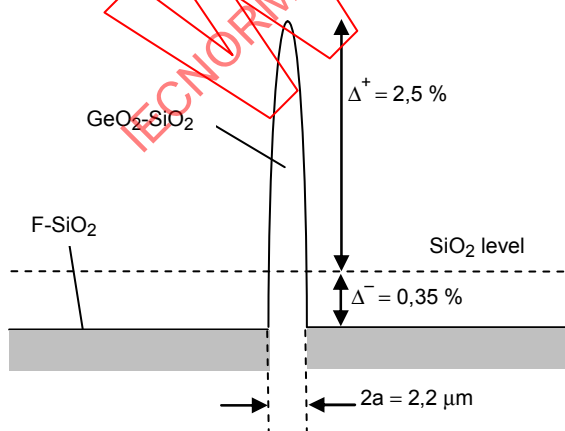


Figure A.2 – Calculated contour for different dispersion at the wavelength of 1,55 μm for a step index core fibre

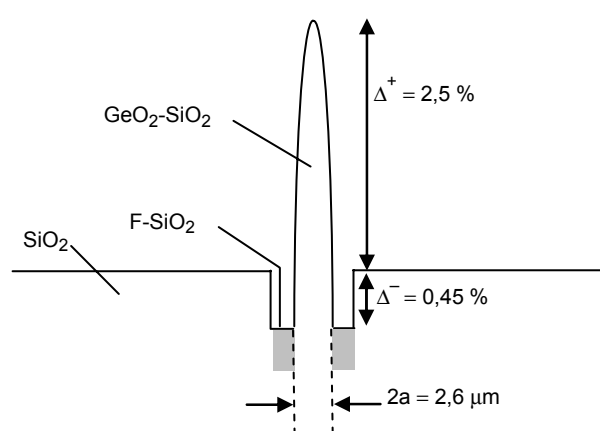
Figure A.3 shows two examples of the refractive index profile of DCFs. Relative refractive index difference between core and cladding is larger and the core diameter is smaller than those of standard single-mode fibre. These design of fibres result in getting large waveguide dispersion. As for the double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

Double cladding type DCF can give negative dispersion slope in C-band and/or L-band. As for this, positive dispersion slope of SMFs can be compensated by using this type of DCF. Dispersion slope compensation is an important characteristic to get uniform dispersion value over the wavelength range of WDM transmission system.



IEC 2217/09

Figure A.3 a) – Matched cladding type



IEC 2218/09

Figure A.3 b) – Double cladding type

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

A.2 Fibre Bragg grating (FBG)

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

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

where

λ_B is reflection wavelength (Bragg wavelength);

P is refractive index modulation period;

n_{eff} is effective refractive index.

The basic principle of dispersion compensation using a chirped FBG is shown in Figure A.4. In chirped FBG, grating period and/or effective refractive index 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 longer part arrives before its shorter part. The chirped FBG provides more group delay for the longer 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 to the output signal, an optical circulator is used.

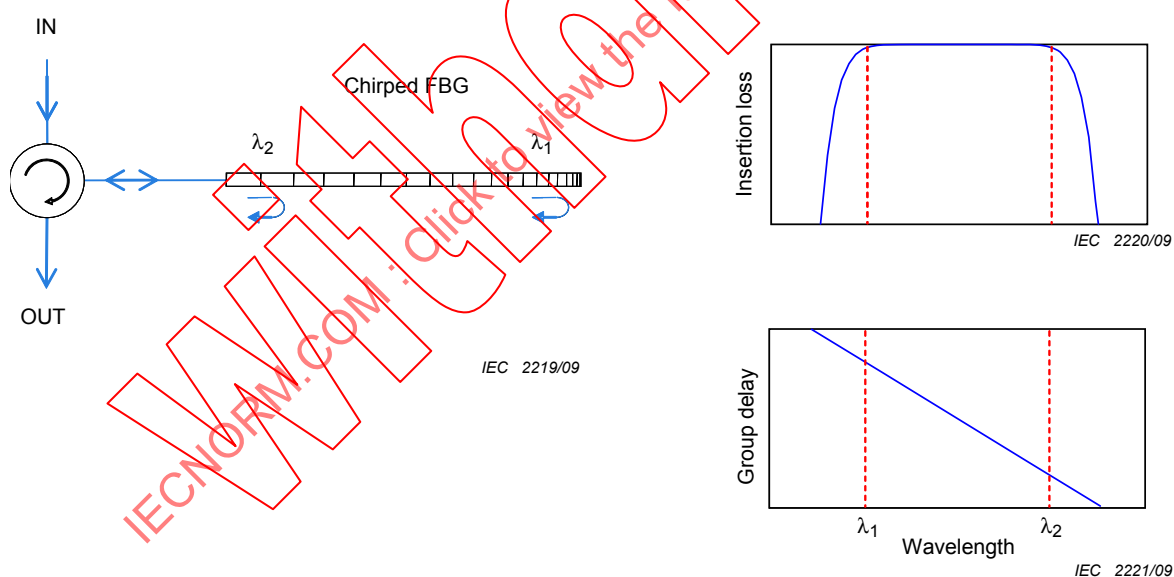
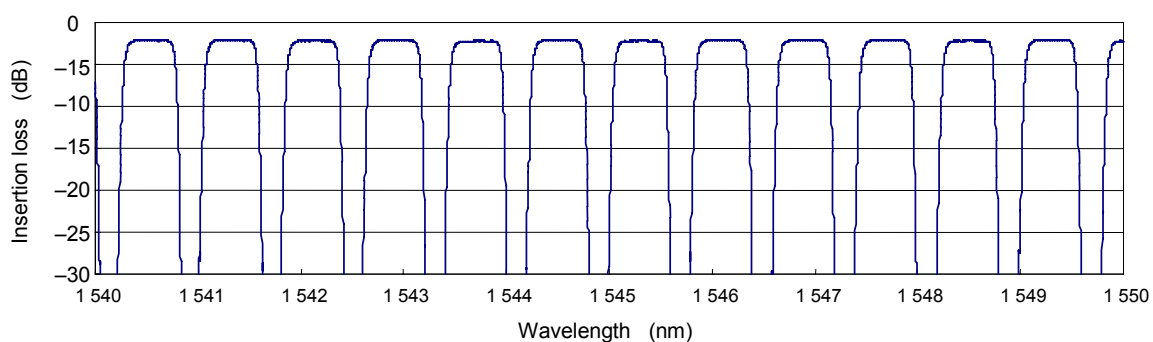


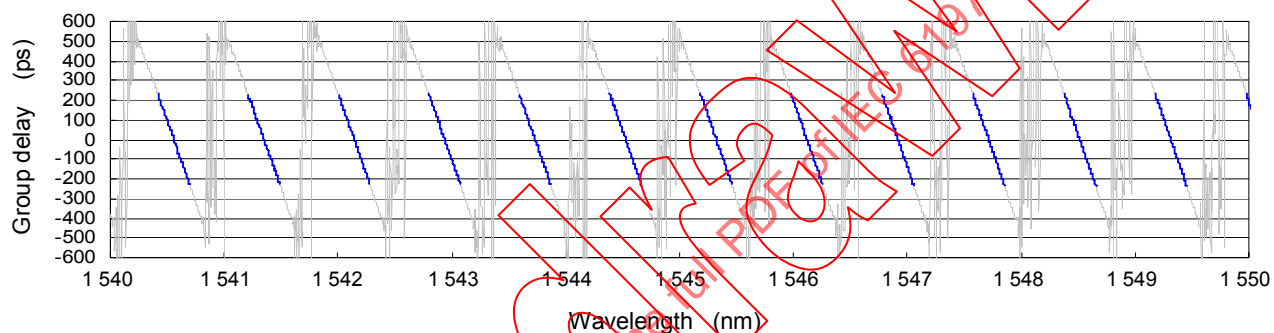
Figure A.4 – Illustration of the use of a chirped fibre Bragg grating for chromatic dispersion compensation

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, that is, a spatial modulation of its physical properties. As an example, Figure A.5 shows a zoom 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.



IEC 2222/09

Figure A.5 a) – Insertion loss spectrum



IEC 2223/09

Figure A.5 b) – Group delay spectrum

Figure A.5 – Zoom over 10 nm of the insertion loss spectrum including the optical circulator (Figure A.5 a)) and the group delay spectrum (Figure A.5 b)) of a multi-channel FBG tailored for the compensation of the chromatic dispersion accumulated over 100 km of single-mode fibre

A.3 Virtually imaged phased array (VIPA)

Figure A.6 shows the structure of 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 sides and collimated light is emitted from the reverse side of the glass after multiple reflections in the glass plate. The light from the glass plate is focused onto a curved mirror. The reflected light travels back to the glass plate and is finally coupled to the fibre.

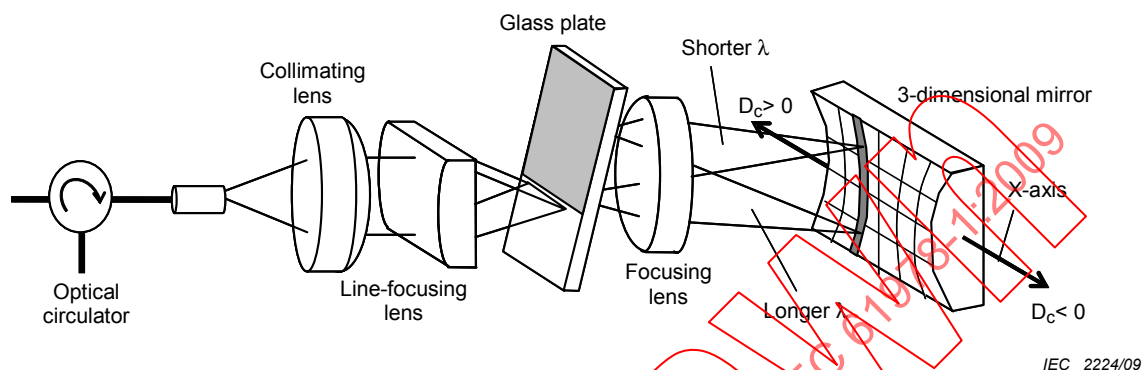


Figure A.6 – Structure of virtually imaged phased array (VIPA)

Figure A.7 shows the detailed light path. Each time when the light is reflected at the right surface of the glass plate, about several percent of the power passes through the reflection coating. This creates multiple beams which seem to 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 which varies with the wavelength. Chromatic dispersion i.e., the wavelength dependence of travelling distance is decided by the wavelength dependence of pointing angle of collimated light from the glass plate and the surface profile of the reflection mirror. Convex mirror produces negative chromatic dispersion and concave mirror produces positive chromatic dispersion. Figure A.6 shows that the collimated light (gray line area on the surface of the 3-D mirror) reflects along concave mirror surface, which produces positive chromatic dispersion. By the position of the 3-D mirror shifted along X-axis, the collimated light can also reflect along convex mirror surface, which produces negative chromatic dispersion. If the surface profile of the 3-D mirror is designed such as that the curvature of the mirror surface is gradually changed along X-axis, the chromatic dispersion can be easily changed by shifting of the 3-D mirror position along X-axis.

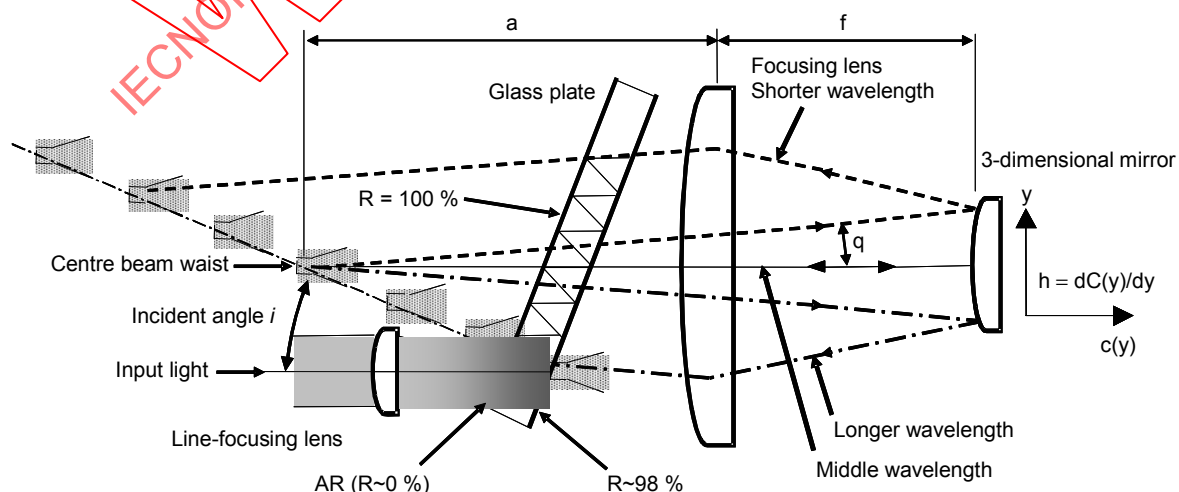


Figure A.7 – Detailed light path and mechanism of generating chromatic dispersion

A.4 Etalon

Etalon is an optical cavity which consists of a pair of parallel reflective mirror. Multiple reflection interference between two filters gives cyclic spectrum and dispersion characteristics. 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.

For dispersion compensation, Gires-Tournois interferometer (Figure A.8) is suitable. Gires-Tournois interferometer is an optical cavity which consists of mirrors with different reflectivity. Generally, the front mirror has low reflectivity and rear mirror has high reflectivity. In this case, reflection power spectrum is relatively smooth, although the phase of the reflected light strongly depends on the wavelength. Using multiple cavity etalon with optimized design, higher order dispersion can be compensated.

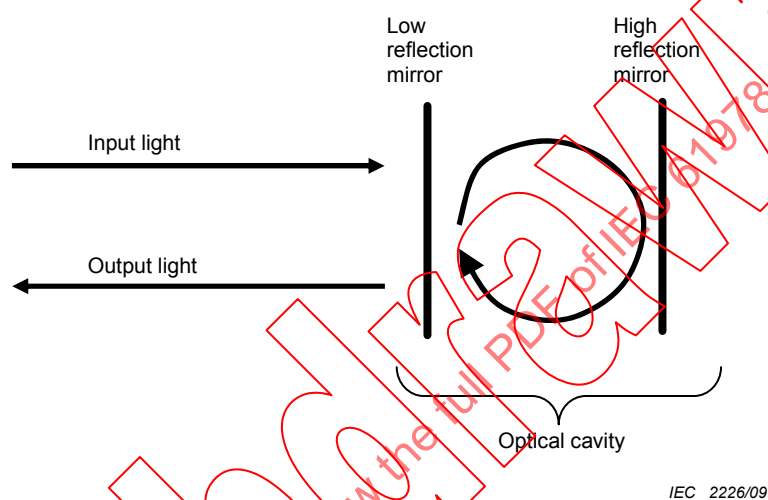


Figure A.8 – Gires-Tournois interferometer

Bibliography

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

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/TR3 61931, *Fibre optic – Terminology*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61978-1:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Termes et définitions	33
3.1 Définitions relatives aux termes de base	33
3.2 Définitions relatives aux composants	34
3.3 Définitions relatives aux paramètres de qualité de fonctionnement	34
4 Exigences	36
4.1 Classification	36
4.1.1 Type	36
4.1.2 Modèle	37
4.1.3 Variante	38
4.1.4 Niveau d'assurance de la qualité)	38
4.1.5 Extensions de références normatives	39
4.2 Documentation	40
4.2.1 Symboles	40
4.2.2 Système de spécifications	40
4.2.3 Plans	41
4.2.4 Essais et mesures	42
4.2.5 Fiches de résultats d'essais	42
4.2.6 Instructions d'utilisation	42
4.3 Système de normalisation	43
4.3.1 Normes de qualité de fonctionnement	43
4.3.2 Normes de fiabilité	43
4.3.3 Interconnexion	44
4.4 Conception et construction	45
4.4.1 Matériaux	45
4.4.2 Qualité d'exécution	46
4.5 Qualité de fonctionnement	46
4.6 Identification et marquage	46
4.6.1 Numéro d'identification de la variante	46
4.6.2 Marquage de composants	46
4.6.3 Marquage des emballages	47
4.7 Emballage	47
4.8 Conditions de stockage	47
4.9 Sécurité	47
Annexe A (Informative) Exemple de technologies de compensation de dispersion	48
Bibliographie	55
Figure 1 – Normes en cours de préparation	45
Figure A.1 – Dispersion chromatique dans une fibre optique unimodale standard (SMF)	48
Figure A.2 – Contour calculé pour différentes dispersions à la longueur d'onde de 1,55 μm pour une fibre à saut d'indice	49
Figure A.3 – Exemples de profils d'indice de réfraction utilisé dans une DCF	50
Figure A.4 – Illustration de l'utilisation d'un réseau de Bragg à fibre optique pulsé pour la compensation de dispersion chromatique	51

Figure A.5 – Zoom sur 10 nm du spectre de perte d'insertion comprenant le circulateur optique (Figure A.5a)) et le spectre du temps de propagation de groupe (Figure A.5b)) d'un FBG multicanal adapté pour compenser la dispersion chromatique cumulée sur 100 km d'une fibre unimodale.....	52
Figure A.6 – Structure d'un réseau de phase à images virtuelles (VIPA).....	52
Figure A.7 – Chemin détaillé du rayonnement lumineux et mécanisme de génération de la dispersion chromatique.....	53
Figure A.8 – Interféromètre Gires-Tournois.....	54
Tableau 1 – Types de compensateurs de dispersion chromatique passifs.....	37
Tableau 2 – Structure de spécifications CEI à trois niveaux.....	40
Tableau 3 – Matrice d'interconnexion de normes.....	45
Tableau 4 – Options d'assurance de la qualité.....	45

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61978-1:2009

Without watermark

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS À FIBRES OPTIQUES – COMPENSATEURS DE DISPERSION CHROMATIQUE PASSIFS À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 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 la CEI: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2000. Elle constitue une révision technique. Les changements par rapport à la première édition de cette norme consistent en la reconsidération des exigences.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86B/2908/FDIS	86B/2946/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.

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

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

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

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 À FIBRES OPTIQUES – COMPENSATEURS DE DISPERSION CHROMATIQUE PASSIFS À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61978 s'applique aux compensateurs de dispersion chromatique passifs à fibres optiques présentant 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 portes sont des fibres optiques ou des connecteurs optiques;
- ils sont sensibles aux longueurs d'onde;
- ils peuvent être sensibles à la polarisation.

La présente norme établit des exigences uniformes sur les compensateurs de dispersion chromatique passifs.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 60050(731), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre: 731: Télécommunications par fibres optiques*

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

CEI 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*

CEI 60793-2-50, *Fibres optiques – Partie 2-50: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres unimodales de classe B*

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

CEI 60869-1, *Atténuateurs à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique*

CEI 60874 (toutes les parties), *Connecteurs pour fibres et câbles optiques*

CEI 60974 (toutes les parties), *Matériel de soudage à l'arc*

CEI 61073-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Mechanical splices and fusion splice protectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification* (disponible en anglais seulement)

CEI 61300 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures*

CEI 61754-4, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 4: Famille de connecteurs du type SC*

CEI 61754-13, *Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 13: Connecteurs de type FC-PC*

CEI 61754-15, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 15: Type LSH connector family* (disponible en anglais seulement)

CEI/TR 61930, *Symbologie des graphiques de fibres optiques*

CEI Guide 102, *Composants électroniques – Structure des spécifications pour l'assurance de la qualité (Homologation et agrément de savoir-faire)*

IECQ 01, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ System) Basic Rules* (disponible en anglais seulement)

IECQ QC 001002-3, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of Procedure – Part 3: Approval procedures* (disponible en anglais seulement)

ISO 129-1, *Dessins techniques – Indication des cotes et tolérances – Partie 1: Principes généraux*

ISO 286-1, *Systèmes ISO de tolérances et d'ajustements – 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 – Echange 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 la CEI 60050(731) ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Termes de base

3.1.1

port

fibre optique ou connecteur à fibre optique fixé(e) à un composant passif pour l'entrée et/ou la sortie de la puissance optique (port d'entrée et/ou de sortie)

3.2 Composants

3.2.1

compensateur de dispersion chromatique passif

PCDC (*passive chromatic dispersion compensator*)

dispositif passif à deux ports alignés utilisé pour réaliser une compensation de dispersion chromatique. Les PCDC sont couramment utilisés pour compenser la dispersion chromatique d'un chemin optique en ajoutant la dispersion chromatique de signe opposé. Les chemins optiques types sont des fibres unimodales, des fibres à dispersion décalée et 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 chemin optique

3.2.2

fibre de compensation de dispersion

DCF (*dispersion compensating fibre*)

fibre spéciale destinée à compenser la dispersion chromatique d'un chemin optique. En contrôlant le profil d'indice de réfraction de la fibre, la DCF établit les caractéristiques de la dispersion chromatique de signe opposé à celle du chemin optique

3.2.3

réseau de Bragg à fibre

FBG (*fibre Bragg grating*)

dispositif optique de type fibre disposant d'un profil d'indice de réfraction modulé au niveau du cœur. Le PCDC est réalisé par un FBG à fréquence pulsée dont l'indice de réfraction est modulé progressivement le long de l'axe de la fibre

3.2.4

réseau de phase à images virtuelles

VIPA (*virtually imaged phased array*)

dispositif optique constitué d'une lame de verre traitée, d'une lentille de focalisation et d'un miroir à trois dimensions. Le VIPA génère une dispersion chromatique positive et négative par le déplacement du miroir à trois dimensions, permettant ainsi de compenser la dispersion chromatique d'un chemin optique

3.2.5

étalon

cavité optique constituée d'une paire de miroirs réfléchissants parallèles. Le PCDC est réalisé par l'utilisation de l'étalon, désigné interféromètre Gires-Tournois

3.3 Paramètres de qualité de fonctionnement

3.3.1

compensation de dispersion chromatique

procédé par lequel une certaine quantité de dispersion chromatique est éliminée afin de limiter la dégradation du système du fait de cette quantité excédentaire parasite

3.3.2

temps de propagation de groupe

temps par lequel une impulsion est retardée par un dispositif optique. Le temps de propagation de groupe varie généralement avec la longueur d'onde de fonctionnement

3.3.3

dispersion chromatique

dérivée du temps de propagation de groupe par rapport à la longueur d'onde ou la fréquence. L'unité type est ps/nm ou ps/GHz ¹⁾. La dispersion chromatique varie généralement avec la longueur d'onde de fonctionnement

¹ Les unités de ps/GHz sont généralement considérées comme étant une meilleure définition, même si elles ne sont pas largement utilisées.

3.3.4**pente de dispersion**

dérivée de dispersion chromatique par rapport à la longueur d'onde ou la fréquence. L'unité type est ps/nm² ou ps/GHz⁻¹. La pente de dispersion varie généralement avec la longueur d'onde de fonctionnement

3.3.5**longueur d'onde de fonctionnement**

longueur d'onde nominale λ à laquelle fonctionne un dispositif passif avec les qualités de fonctionnement spécifiées

3.3.6**plage de longueur d'onde de fonctionnement**

plage spécifiée de longueurs d'onde comprise entre $\lambda_{\min}$ et $\lambda_{\max}$ autour d'une longueur d'onde de fonctionnement λ , dans laquelle fonctionne un composant passif avec les qualités de fonctionnement spécifiées

3.3.7**facteur de mérite****FoM**

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

3.3.8**ondulation en bande passante**

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

3.3.9**ondulation du temps de propagation de groupe**

variation maximale crête à crête du temps de propagation de groupe dans la plage de longueur d'onde de fonctionnement

3.3.10**ondulation de phase**

variation maximale crête à crête de la phase optique dans la plage de longueur de fonctionnement

3.3.11**perte d'insertion**

réduction de la puissance optique entre une porte d'entrée et de sortie d'un composant passif, exprimée en décibels. Il est défini comme suit:

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

où

P_0 est la puissance optique injectée dans la porte d'entrée;

P_a est la puissance optique reçue de la porte de sortie.

3.3.12**affaiblissement de réflexion**

fraction de la puissance d'entrée qui est renvoyée de la porte d'entrée d'un composant passif exprimée en décibels. Elle est définie comme suit:

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

où

P_0 est la puissance optique injectée dans la porte d'entrée;

P_r est la puissance optique reçue en retour de la même porte

3.3.13

réflectance

négatif de la puissance réfléchie

3.3.14

perte dépendant de la polarisation

PDL (*polarization dependant loss*)

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

3.3.15

perte dépendant de la longueur d'onde

WDL (*wavelength dependant loss*)

variation maximale de la perte d'insertion sur la plage de longueur d'onde de fonctionnement

3.3.16

dispersion du mode de polarisation

PMD (*polarization mode dispersion*)

lorsqu'un signal optique passe par une fibre optique, un composant ou un sous-système, la modification de la forme et de la largeur de l'impulsion due au temps moyen de passage entre les deux états de polarisation principaux (PSP), au temps de propagation de groupe différentiel (DGD), et/ou à la distorsion de la forme d'onde pour chaque PSP, est appelée PMD

NOTE La PMD, associée aux pertes dépendant de la polarisation (PDL) et au gain dépendant de la polarisation (PDG), le cas échéant, peut générer une distorsion de la forme d'onde donnant lieu à une augmentation inacceptable du taux d'erreur binaire.

4 Exigences

4.1 Généralités

Les exigences pour les compensateurs de dispersion chromatique passifs couverts par cet article sont destinées à servir d'aide pour la classification de ce dispositif dans une spécification applicable. Des exigences complémentaires ou plus sévères peuvent être imposées par la spécification particulière cadre applicable et par la spécification particulière.

4.2 Classification

Les PCDC doivent être classés selon les catégories suivantes:

- type;
- modèle;
- variante;
- niveau d'évaluation;
- extensions de références normatives.

4.2.1 Type

Les compensateurs de dispersion chromatique passifs sont divisés en types au moyen de leurs caractéristiques principales de la façon suivante.

Les PCDC pour des applications WDM (multiplexage par division de longueur d'onde) sont divisés en type monocanal et en type multicanal. La plage de longueur de fonctionnement des PCDC de type multicanal couvre au moins deux canaux des systèmes WDM. Les PCDC de type multicanal sont divisés en type à bande étroite et en type à large bande selon leurs caractéristiques spectrales:

- pour TDM (multiplexage par répartition dans le temps) ou pour WDM;
- monocanal ou multicanal;
- bande étroite ou large bande;
- toute combinaison des éléments ci-dessus.

Tableau 1 – Types de compensateurs de dispersion chromatique passifs

Applications	Nombre de canaux	Plage de longueur d'onde de fonctionnement	Technologies
TDM	Monocanal	Etroite	Fibre de compensation de dispersion (DCF) Réseau de Bragg à fibre optique (FBG) Etalon
WDM	Monocanal	Etroite	FBG
	Multicanal	Etroite ^a	FBG Etalon Réseau de phase à images virtuelles (VIPA)
		Large	DCF

^a Peut être considérée comme fixe, bien qu'il possède une fonction d'ajustement.

Chaque type doit être appliqué aux chemins optiques suivants avec dispersion chromatique négative ou positive:

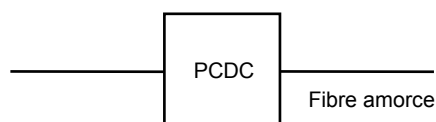
- pour fibre unimodale, pour fibre à dispersion décalée ou pour fibre à dispersion décalée non nulle;
- pour ajouter une dispersion chromatique négative afin de compenser la dispersion chromatique positive d'un chemin optique ou pour ajouter une dispersion chromatique positive afin de compenser la dispersion chromatique négative d'un chemin optique.

4.2.2 Modèle

Les compensateurs de dispersion chromatique passifs peuvent être classés en modèles fondés sur les types de fibres, les types de connecteurs, les types de câbles, la forme des boîtiers, la commande en température et la configuration. Le modèle n'est pas destiné à définir le matériau ou la conception. Les configurations des ports des PCDC sont classées comme suit.

4.2.2.1 Configuration A

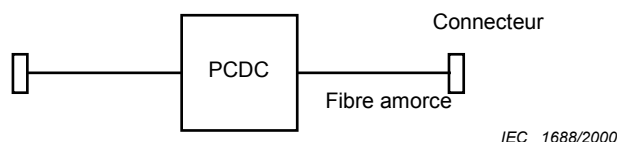
Dispositif contenant des fibres amorce intégrées, sans connecteurs.



IEC 1687/2000

4.2.2.2 Configuration B

Dispositif contenant des fibres amorce intégrées, avec un connecteur sur chaque fibre amorce.



4.2.2.3 Configuration C

Dispositif contenant des connecteurs optiques, en tant que partie intégrante du boîtier du dispositif.



4.2.2.4 Configuration D

Dispositif contenant une combinaison des interfaces des configurations précédentes.

4.2.3 Variante

La variante du PCDC identifie les caractéristiques communes qui comprennent des composants de structure similaire.

Les exemples des caractéristiques qui définissent une variante incluent les éléments suivants, sans être exhaustifs:

- type de fibre;
- type de connecteur.

4.2.4 Niveau d'assurance de la qualité

Les spécifications particulières doivent spécifier un ou plusieurs niveaux d'assurance de la qualité, chacun d'entre eux devant être désigné par une lettre capitale. Le niveau d'assurance de la qualité définit la relation entre les niveaux de contrôle des groupes A et B et les périodes de contrôle des groupes C et D.

Les niveaux suivants sont préférentiels.

Niveau d'assurance A:

- contrôle du groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 4 %;
- contrôle du groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 4 %;
- contrôle du groupe C: périodes de 24 mois;
- contrôle du groupe D: périodes de 48 mois.

Niveau d'assurance B:

- contrôle du groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 1 %;
- contrôle du groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 1 %;
- contrôle du groupe C: périodes de 18 mois;
- contrôle du groupe D: périodes de 36 mois.

Niveau d'assurance C:

- 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: périodes de 12 mois;
- contrôle du groupe D: périodes de 24 mois.

NOTE 1 NQA désigne le niveau de qualité acceptable.

Un niveau d'assurance complémentaire (autre que ceux énumérés ci-dessus) peut être donné dans la spécification particulière. Si c'est le cas, la lettre capitale X doit être utilisée.

NOTE 2 Les groupes A et B sont soumis au contrôle lot par lot. Les groupes C et D sont soumis au contrôle périodique.

4.2.5 Extensions de références normatives

Les extensions de références normatives sont utilisées pour identifier les spécifications, les normes indépendantes intégrées ou d'autres documents de référence dans les spécifications particulières cadres.

A moins qu'une exception soit précisée, les exigences supplémentaires imposées par une extension sont obligatoires. Leur usage est prévu principalement pour unir des composants associés afin de constituer des dispositifs hybrides; il peut encore s'agir des exigences d'application fonctionnelle intégrée qui dépendent de l'expertise technique autre que celle des fibres optiques.

Les documents de référence élaborés par l'UIT, compatibles avec l'énoncé du domaine d'application de la série de spécifications CEI applicables, peuvent être utilisés comme extension. Des publications élaborées par d'autres organismes de normalisation régionaux tels que TIA, ETSI, JIS, etc. peuvent être citées en référence dans une bibliographie jointe à la spécification générique.

Certaines configurations d'épissures de fibres optiques exigent des dispositions spéciales d'homologation qui ne doivent pas être imposées universellement. Cela s'adapte aux configurations de conceptions de composants individuelles, à l'outillage de terrain spécialisé, ou à des procédés d'application spécifiques. Dans ce cas, il s'agit d'exigences nécessaires pour assurer une aptitude à la fonction renouvelable ou une sécurité suffisante et pour fournir un guide supplémentaire pour une spécification de produit complète. Ces extensions sont obligatoires quand elles sont utilisées pour préparer, assembler ou installer une épissure, soit pour l'utilisation d'une application de terrain, soit pour la préparation d'éprouvettes d'essai d'homologation. La spécification applicable doit clarifier toutes les stipulations. Cependant, les extensions dépendant de la conception et du modèle ne doivent pas être imposées universellement.

Dans le cas d'exigences non compatibles, la priorité, dans l'ordre décroissant, doit être donnée à l'extension générique sur l'extension obligatoire; viennent ensuite l'extension particulière cadre, l'extension particulière, et enfin l'extension d'application spécifique.

Des exemples d'extensions de connecteur optique sont donnés ci-après.

- Utilisation de la CEI 61754-4 et de la CEI 61754-15 pour définir partiellement une future spécification de la série CEI 60874 pour un raccord de connecteur hybride «SC/LSH» de type duplex.
- Utilisation de la CEI 61754-13 et de la CEI 60869-1 pour définir partiellement une future spécification de la série CEI 60874 pour un type intégré «FC» de connecteur optique à affaiblissement pré-régulé.
- Utilisation de la CEI 61754-15 et de la CEI 61073-1 pour définir partiellement une future spécification de la série CEI 60974 pour un socle «LSH» duplex incorporant des épissures mécaniques intégrées.

D'autres exemples d'exigences d'extensions normatives figurent ci-après:

- a) certaines applications dans les bâtiments à usage commercial ou résidentiel peuvent nécessiter des références directes à des codes et des règlements de sécurité spécifiques

ou bien incorporer d'autres exigences spécifiques d'inflammabilité ou de toxicité de matériaux pour emplacements spéciaux;

- b) l'outillage de terrain spécialisé peut nécessiter une extension pour appliquer les exigences de sécurité oculaire, de chocs électriques et de prévention de risques de brûlures, ou bien il peut nécessiter des procédures d'isolation dans le but d'éviter l'inflammation potentielle de gaz combustibles.

4.3 Documentation

4.3.1 Symboles

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

4.3.2 Système de spécifications

Cette spécification fait partie d'un système de spécifications CEI comportant trois niveaux. Les spécifications secondaires doivent comprendre les spécifications particulières cadre et les spécifications particulières. Ce système est présenté au Tableau 2. Il n'existe pas de spécifications intermédiaires pour les compensateurs de dispersion passifs.

Tableau 2 – Structure de spécifications CEI à trois niveaux

Niveau des spécifications	Exemples d'informations à intégrer	Applicable à
Base	Règles du système d'assurance de la qualité Règles d'inspection Méthodes de mesures optiques Méthodes d'essais d'environnement Plans d'échantillonnage Règle d'identification Normes de marquage Normes dimensionnelles Normes de terminologie Normes pour symboles Séries numériques préférentielles Unités SI	Deux ou plusieurs familles ou sous-familles de composants
Générique	Terminologie spécifique Symboles spécifiques Unités spécifiques Valeurs préférentielles Marquage Procédures d'assurance de la qualité Sélection d'essais Procédures d'homologation et/ou agrément de savoir-faire	Famille de composants
Particulière cadre	Programme d'essais de conformité de la qualité Exigences de contrôle Informations communes à un certain nombre de types	Groupes de types ayant un programme d'essais commun
Particulière	Valeurs individuelles Informations spécifiques Programmes d'essais de conformité de la qualité achevés	Type individuel

4.3.2.1 Spécifications particulières cadre

La spécification particulière cadre énumère l'ensemble des paramètres et caractéristiques applicables à un PCDC, y compris le type, les caractéristiques de fonctionnement, les configurations de boîtier, les méthodes d'essai et les exigences de qualité de fonctionnement. La spécification particulière cadre est applicable à toute exigence d'assurance de la qualité et de

conception de PCDC. La spécification particulière cadre contient le format préconisé pour énoncer les informations prescrites dans la spécification particulière.

Les spécifications particulières cadres ne constituent pas, en tant que telles, un niveau de spécification. Elles sont associées à la spécification générique.

Chaque spécification particulière cadre doit se limiter à une catégorie environnementale.

Chaque spécification particulière cadre doit contenir

- les programmes d'essais obligatoires minimaux et les exigences de qualité de fonctionnement;
- un ou plusieurs niveaux d'assurance de la qualité;
- le format préconisé pour énoncer l'information prescrite dans la spécification particulière;
- dans le cas de composants hybrides, y compris les connecteurs, l'ajout de champs d'entrée appropriés pour présenter le document normatif de référence, le titre du document et la date de publication.

4.3.2.2 Spécifications particulières

Un PCDC spécifique est décrit par une spécification particulière correspondante, qui est rédigée en remplissant les parties à compléter de la spécification particulière cadre. Sous réserve des contraintes imposées par cette spécification générique, la spécification particulière cadre peut être complétée par tout comité national de la CEI, définissant ainsi en tant que norme de la CEI une conception particulière de PCDC.

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

- le type (voir 4.2.1);
- le modèle (voir 4.2.2);
- la ou les variantes (voir 4.2.3);
- le niveau d'assurance de la qualité (voir 4.2.4);
- le numéro d'identification de partie pour chaque variante (voir 4.7.1);
- les dessins, les dimensions prescrites (voir 4.3.3);
- les programmes d'essais d'assurance de la qualité (voir 4.2.4);
- les exigences de qualité de fonctionnement (voir 4.6).

4.3.3 Plans

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

4.3.3.1 Système de projection

La projection du premier trièdre ou la projection du troisième trièdre doit être utilisée pour les plans présentés dans les documents couverts par cette spécification. Tous les plans contenus dans un document doivent utiliser le même système de projection et les plans doivent spécifier le système employé.

4.3.3.2 Système dimensionnel

Toutes les dimensions doivent être données conformément à l'ISO 129, 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 comporter plus de cinq chiffres significatifs.

Lorsque des unités sont converties, une note doit être ajoutée à chaque spécification applicable, et la conversion entre les systèmes d'unités doit se faire avec un facteur de 25,4 mm pour 1 pouce.

4.3.4 Essais et mesures

4.3.4.1 Méthodes d'essai et de mesure

Les méthodes d'essai et de mesure pour les caractéristiques optiques, mécaniques, climatiques et environnementales des compensateurs de dispersion passifs à utiliser doivent être définies et sélectionnées de préférence à partir de la série CEI 61300.

La méthode de mesure de la taille à utiliser doit être spécifiée dans la spécification particulière pour des dimensions qui sont spécifiées dans une zone de tolérance totale ne dépassant pas 0,01 mm.

4.3.4.2 Composants de référence

Les composants de référence utilisés pour les mesures, si nécessaire, doivent être spécifiés dans la spécification applicable.

4.3.4.3 Calibres

Les calibres doivent, si nécessaire, être spécifiés dans la spécification applicable.

4.3.5 Fiches de résultats d'essais

Les fiches de résultats d'essais doivent être élaborées pour chaque essai effectué conformément à une spécification applicable. 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:

- le titre et la date de l'essai;
- la description de l'éprouvette, y compris le type de fibre, de connecteur ou autres dispositifs de couplage. La description doit aussi inclure le numéro d'identification de la variante (voir 4.7.1);
- le matériel d'essai utilisé et la date du dernier étalonnage;
- toutes les précisions concernant les essais applicables;
- toutes les valeurs de mesures et observations;
- une documentation suffisamment détaillée pour fournir toutes les informations nécessaires à la recherche et à l'analyse des défaillances.

4.3.6 Instructions d'utilisation

Les instructions d'utilisation doivent, si nécessaire, être fournies par le fabricant et doivent être constituées des données suivantes:

- instructions d'assemblage et de raccordement;
- méthode de nettoyage;
- aspects de sécurité;
- informations complémentaires, si nécessaire.

4.4 Système de normalisation

4.4.1 Normes de qualité de fonctionnement

Les normes de qualité de fonctionnement contiennent une série d'essais et de mesures (qui peuvent ou non être groupés dans un programme spécifié dépendant des exigences de ces normes) avec des conditions, des critères de sévérité et des critères «bon/mauvais» clairement définis. Les essais sont destinés à fonctionner sur une base «marche/arrêt» pour démontrer la capacité de tout produit à répondre aux exigences des «normes de qualité de fonctionnement». Chaque norme de qualité de fonctionnement comporte un jeu différent d'essais et/ou de sévérités (et/ou de groupements) et représente les exigences d'un secteur de marché, d'un groupe d'utilisateurs ou d'un emplacement de système.

Un produit qui a prouvé sa conformité à toutes les exigences d'une norme de qualité de fonctionnement peut être déclaré conforme à une qualité de fonctionnement mais il convient qu'il soit contrôlé par un programme d'assurance/de conformité de la qualité.

Il est possible de définir un point-clé des normes d'essais et de mesures, lors de l'application de celles-ci (en particulier concernant la perte d'insertion et l'affaiblissement de réflexion) conjointement avec les normes d'interface de compatibilité entre produits. La conformité de chaque produit à cette norme sera assurée de façon certaine.

4.4.2 Normes de fiabilité

Les normes de fiabilité sont destinées à assurer qu'un composant peut répondre aux spécifications de qualité de fonctionnement dans des conditions établies et pour une période établie.

Pour chaque type de composant, les éléments suivants doivent être identifiés (et figurer dans la norme):

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

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

Initialement, juste après la fabrication du composant, il existe une «phase de mortalité infantile» durant laquelle plusieurs composants présenteraient une défaillance s'ils étaient déployés dans le champ. Pour éviter une défaillance de champ précoce, tous les composants peuvent être soumis à une procédure de sélection dans l'usine, impliquant des contraintes dues à l'environnement pouvant être mécaniques, thermiques et liées à l'humidité. Il s'agit d'amener les mécanismes de défaillances connus dans une situation d'environnement contrôlée à se produire plus tôt que normalement, au sein d'une population non sélectionnée. Pour les composants qui résistent (et qui sont alors vendus), le taux de défaillance est réduit, étant donné que ces mécanismes ont été éliminés.

La sélection est une partie optionnelle du processus de fabrication, plutôt qu'une méthode d'essai. Elle 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 le «domaine d'usure» débute, le composant doit donc être remplacé.

Au début de la vie utile, l'essai de qualité de fonctionnement sur un échantillon de population de composants peut être appliqué par le fournisseur, par le fabricant ou par une tierce partie. Il s'agit de s'assurer que le composant répond aux spécifications de qualité de fonctionnement dans la gamme des environnements prévus à cette période initiale. Par

ailleurs, les essais de fiabilité sont appliqués pour s'assurer que le composant répond aux spécifications de qualité de fonctionnement pendant une durée de vie utile minimale spécifiée ou avec un taux de défaillance maximal spécifié. Ces essais sont habituellement exécutés en utilisant les essais de qualité de fonctionnement, 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 des composants avec les paramètres des composants, ainsi qu'avec la durée de vie ou le taux de défaillance en essai. La théorie extrapole alors ceux-ci à la durée de vie ou au taux de défaillance dans des conditions de service moins contraignantes. Les spécifications de fiabilité comprennent les valeurs des paramètres des composants nécessaires pour garantir la durée de vie minimale spécifiée ou le taux de défaillance maximal en service.

4.4.3 Interconnexion

Les normes en cours de préparation sont données à la Figure 1. Un grand nombre de normes d'essai et de mesures existent déjà, et les normes d'homologation pour l'assurance de la qualité connue sous la désignation IECQ sont déjà en place et le sont depuis plusieurs années. Comme mentionné plus haut, d'autres méthodes alternatives de la conformité de la qualité/d'assurance de la qualité sont élaborées sous la bannière de l'agrément de savoir-faire et de l'agrément de technologie couverts par la IECQ 01, la IECQ QC 001002-3 et le Guide CEI 102.

Concernant les normes d'interface, de qualité de fonctionnement et de fiabilité, une fois ces trois normes en vigueur, la matrice donnée au Tableau 3 met en évidence certaines des options disponibles pour la normalisation de produits.

Le produit A est totalement normalisé CEI, avec une interface normalisée et répondant aux normes de qualité de fonctionnement et de fiabilité définies.

Le produit B est un produit à interface exclusive mais qui répond à une norme de qualité de fonctionnement et à une norme de fiabilité CEI définies.

Le produit C est un produit répondant à une interface normalisée CEI mais qui ne satisfait ni aux exigences d'une norme de qualité de fonctionnement ni à celles d'une norme de fiabilité CEI.

Le produit D est un produit qui répond à la fois à une interface normalisée CEI et à une norme de qualité de fonctionnement mais qui ne satisfait à aucune exigence de fiabilité.

Manifestement, la matrice est plus complexe que celle qui est présentée, étant donné qu'il existe un certain nombre de normes d'interface, de qualité de fonctionnement et de fiabilité qui peuvent être mises en correspondance. De plus, les produits peuvent tous être l'objet d'un programme d'assurance de la qualité susceptible de relever de l'homologation CEI, de l'agrément de savoir-faire, de l'agrément de technologie (comme tente de le mettre en évidence le Tableau 4) ou même d'un système d'assurance de la qualité national ou d'entreprise.

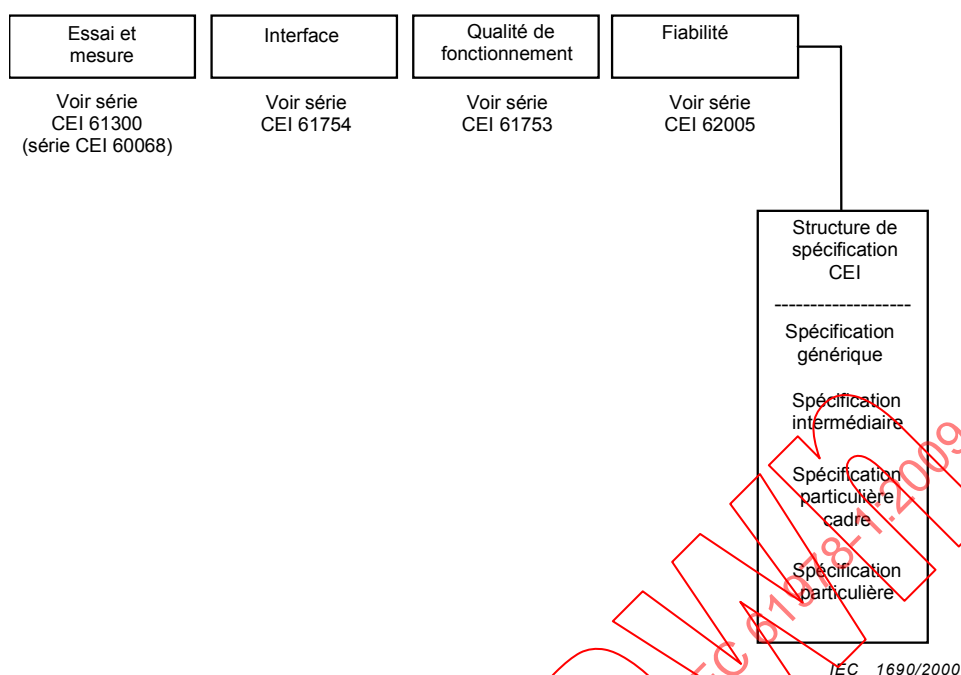


Figure 1 – Normes en cours de préparation

Tableau 3 – Matrice d'interconnexion de normes

	Norme d'interface	Norme de qualité de fonctionnement	Norme de fiabilité
Produit A	Oui	Oui	Oui
Produit B	Non	Oui	Oui
Produit C	Oui	Non	Non
Produit D	Oui	Oui	Non

Tableau 4 – Options d'assurance de la qualité

	Compagnie A			Compagnie B			Compagnie C		
	QA	CA	TA	QA	CA	TA	QA	CA	TA
Produit A	X			X					X
Produit B	X				X				X
Produit C	X				X				X
Produit D	X					X			X

4.5 Conception et construction

4.5.1 Matériaux

Les matériaux utilisés dans la fabrication des dispositifs doivent satisfaire aux exigences de la spécification particulière. Lorsque des matériaux ininflammables sont prescrits, l'exigence doit être spécifiée dans la spécification applicable et on doit faire référence à l'essai de la CEI 60695-11-5.

4.5.1.1 Résistance à la corrosion

Tous les matériaux utilisés dans la construction d'ensembles de compensateurs doivent être résistants à la corrosion ou être correctement finis pour satisfaire aux exigences de la spécification applicable.

4.5.1.2 Matériaux ininflammables

Lorsque des matériaux ininflammables sont prescrits, l'exigence doit être spécifiée dans la spécification, et la CEI 60695-11-5 doit être citée en référence.

4.5.2 Qualité d'exécution

Les composants et matériaux associés doivent être d'une qualité de fabrication homogène et exempts d'arêtes vives, de bavures ou autres défauts susceptibles d'affecter leur durée de vie, leur état de fonctionnement ou leur aspect. On doit veiller particulièrement à la netteté et à la précision des marquages, des revêtements, des soudures, des collages, etc.

4.6 Qualité de fonctionnement

Les PCDC doivent satisfaire aux exigences de qualité de fonctionnement spécifiées dans la spécification applicable.

4.7 Identification et marquage

Lorsque cela est requis par la spécification applicable, les composants, les matériels et les emballages connexes doivent être identifiés et marqués de façon durable et lisible.

4.7.1 Numéro d'identification de la variante

Un numéro d'identification doit être attribué à chaque variante d'une spécification particulière. Ce numéro doit comprendre un numéro affecté à la spécification particulière, suivi d'un numéro de quatre chiffres précédé d'un tiret, et d'une lettre désignant le niveau d'assurance de la qualité. Le premier chiffre du nombre précédé d'un tiret doit être attribué de manière séquentielle à chaque type de composant couvert par la spécification particulière. Les trois derniers chiffres doivent être attribués de manière séquentielle à chaque variante du composant.

EXEMPLE:	QC940000/US0001 -1	001	A
Numéro de spécification particulière			
Type de composant			
Numéro de variante			
Niveau d'assurance de la qualité			

4.7.2 Marquage de composants

Le marquage des composants doit, si nécessaire, être précisé dans la spécification particulière. L'ordre préférentiel de marquage est le suivant:

- identification du port;
- numéro de référence du fabricant (y compris, le cas échéant, le numéro de série);
- marque d'identification ou logo du fabricant;
- date de fabrication;