

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic WDM devices –

Part 1: Generic specification

**Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques –
Dispositifs WDM à fibres optiques –**

Partie 1: Spécification générique

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62074-1:2014



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic WDM devices –
Part 1: Generic specification

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques –
Dispositifs WDM à fibres optiques –
Partie 1: Spécification générique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.01 ; 33.180.20

ISBN 978-2-8322-3141-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
3.1 Basic term definitions	8
3.2 Component definitions.....	9
3.3 Performance parameter definitions	10
4 Requirements	25
4.1 Classification	25
4.1.1 General.....	25
4.1.2 Type	25
4.1.3 Style	26
4.1.4 Variant	27
4.1.5 Assessment level	27
4.1.6 Normative reference extension	28
4.2 Documentation	28
4.2.1 Symbols	28
4.2.2 Specification system.....	28
4.2.3 Drawings.....	29
4.2.4 Measurements	29
4.2.5 Test data sheets.....	29
4.2.6 Instructions for use.....	30
4.3 Standardization system	30
4.3.1 Performance standards	30
4.3.2 Reliability standard.....	30
4.3.3 Interlinking	31
4.4 Design and construction	31
4.4.1 Materials	31
4.4.2 Workmanship	31
4.5 Performance requirements	32
4.6 Identification and marking.....	32
4.6.1 General.....	32
4.6.2 Variant identification number	32
4.6.3 Component marking	32
4.6.4 Package marking.....	32
4.7 Safety	33
Annex A (informative) Transfer matrix	34
A.1 General.....	34
A.2 Transfer matrix.....	34
A.3 Transfer matrix coefficient	35
A.4 Logarithmic transfer matrix	35
Annex B (informative) Specific performances of WDM devices for bidirectional transmission system (example)	37
B.1 Generic.....	37
B.2 Definition of near-end isolation and near-end crosstalk	38
Annex C (informative) Transfer matrix as applications of WDM devices (example).....	40

C.1	Generic.....	40
C.2	Wavelength multiplexer	40
C.3	Wavelength demultiplexer	41
C.4	Wavelength multiplexer/demultiplexer	42
C.5	Wavelength router	43
C.6	Wavelength channel add/drop.....	44
Annex D	(informative) Example of technology of thin film filter WDM devices	46
D.1	General.....	46
D.2	Thin film filter technology.....	46
D.3	Typical characteristics of thin film filter	47
Annex E	(informative) Example of technology of fibre fused WDM devices	48
E.1	General.....	48
E.2	Typical characteristics of fibre fused WDM devices	49
Annex F	(informative) Example of arrayed waveguide grating (AWGs) technology	50
F.1	General.....	50
F.2	Typical characteristics of AWG	50
Annex G	(informative) Example of FBG filter technology	52
G.1	General.....	52
G.2	Typical characteristics of FBG filter	53
Bibliography		54
Figure 1	– Example of a six-port device, with two input and four output ports	8
Figure 2	– Illustration of channel wavelength range	11
Figure 3	– Illustration of insertion loss	12
Figure 4	– Illustration of ripple.....	12
Figure 5	– Illustration of channel insertion loss variation	13
Figure 6	– Illustration of isolation wavelength	14
Figure 7	– Illustration of isolation wavelength range.....	15
Figure 8	– Illustration of adjacent channel isolation.....	16
Figure 9	– Illustration of non-adjacent channel isolation.....	17
Figure 10	– Illustration of maximum adjacent channel crosstalk	18
Figure 11	– Illustration of maximum non-adjacent channel crosstalk.....	19
Figure 12	– Illustration of channel extinction ratio	21
Figure 13	– Illustration of free spectral range.....	22
Figure 14	– Illustration of polarization dependent centre wavelength (PDCW).....	23
Figure 15	– Illustration of X dB bandwidth	25
Figure 16	– Wavelength-selective branching device.....	26
Figure 17	– Wavelength-selective branching device.....	26
Figure 18	– Wavelength-selective branching device.....	26
Figure 19	– Wavelength-selective branching device.....	27
Figure A.1	– Example of a six-port device, with two input and four output ports	34
Figure A.2	– Illustration of transfer matrix coefficient	35
Figure B.1	– Uni-directional and bi-directional transmission system application of a 1×2 DM device	37
Figure B.2	– Illustration of a four-wavelength bidirectional system.....	39

Figure C.1 – Example of a wavelength multiplexer	40
Figure C.2 – Example of a wavelength demultiplexer	41
Figure C.3 – Example of a wavelength multiplexer/demultiplexer	42
Figure C.4 – Example of a wavelength router	43
Figure C.5 – Example of wavelength channel add/drop	44
Figure D.1 – Schematic configuration of a thin film filter WDM device	46
Figure D.2 – Structure of multilayer thin film	47
Figure D.3 – Typical characteristics of 1 510 nm and C-band WDM device using thin film filter technology	47
Figure E.1 – Structure of a fused bi-conical tapered 2x2 coupler	48
Figure E.2 – Typical scheme for a fused coupler	49
Figure E.3 – Typical characteristics of a fibre fused WDM device	49
Figure F.1 – Basic configuration of AWG	50
Figure F.2 – Example of AWG characteristics	51
Figure G.1 – Usage of fibre Bragg grating filter	52
Figure G.2 – Function and mechanism of fibre Bragg grating	52
Figure G.3 – Example of FBG filter characteristics	53
Table 1 – Three-level IEC specification structure	28
Table 2 – Standards interlink matrix	31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62074-1:2014

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND
PASSIVE COMPONENTS – FIBRE OPTIC WDM DEVICES –****Part 1: Generic specification****FOREWORD**

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

International Standard IEC 62074-1 has been prepared by subcommittee SC 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 2009, and constitutes a technical revision.

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

- a) substantial updating to the definitions;
- b) the addition of informative Annexes C to G, giving examples of technical information concerning WDM devices.

This bilingual version (2016-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2014-02.

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

FDIS	Report on voting
86B/3700/FDIS	86B/3722/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

A list of all parts in the IEC 62074 series, published under the general title *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic wdm devices*, can be found on the IEC website.

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

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

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

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – FIBRE OPTIC WDM DEVICES –

Part 1: Generic specification

1 Scope

This part of IEC 62074 applies to fibre optic wavelength division multiplexing (WDM) devices. These have all of the following general features:

- they are passive, in that they contain no optoelectronic or other transducing elements; however they may use temperature control only to stabilize the device characteristics; they exclude any optical switching functions;
- they have three or more ports for the entry and/or exit of optical power, and share optical power among these ports in a predetermined fashion depending on the wavelength;
- the ports are optical fibres, or optical fibre connectors.

This standard establishes uniform requirements for the following:

- optical, mechanical and environmental properties.

2 Normative references

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

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

IEC 60050-731, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 731: Optical fibre communication*

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

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 61931, *Fibre optics – Terminology*

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

ISO 286-1, *Geometrical product specifications (GPS) – ISO coding system for tolerances of linear sizes – Part 1: Bases of tolerances 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, apply.

3.1 Basic term definitions

3.1.1

port

optical fibre or optical fibre connector attached to a passive device for the entry and/or exit of the optical power

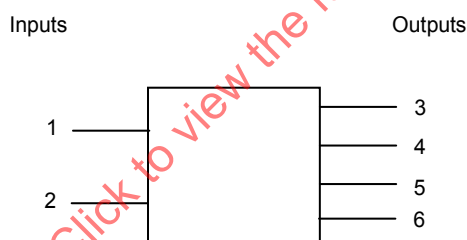
3.1.2

transfer matrix

optical properties of a fibre optic wavelength-selective branching device can be defined in terms of an $n \times n$ matrix of coefficients, where n is the number of ports, and the coefficients represent the fractional optical power transferred between designated ports

Note 1 to entry: A detailed explanation of the transfer matrix is shown in Annex A. The ports are numbered sequentially, so that the transfer matrix is developed to show all ports and all possible combinations. The port numbering is arbitrary.

Note 2 to entry: Figure 1 below shows an example of a six-port device, with two input ports and four output ports. This WDM device can operate as four input ports and two output ports for their reciprocity characteristics. Also, it shall be noted that a combination of input and output port number can be selected, for example, 1 input port and 5 output ports, 3 input ports and 3 output ports and so on, especially for bi-directional transmission system application. Refer to Annex B.



IEC 0069/14

Figure 1 – Example of a six-port device, with two input and four output ports

Note 3 to entry: If there are four operating wavelengths, then the resulting transfer matrix becomes a $6 \times 6 \times 4$ matrix: Optical attenuation at λ_1 from port 1 to port 6 would use a_{161} . Return loss of port 2 at λ_4 would use a_{224} . Optical attenuation from port 5 to port 2 at λ_3 would use a_{523} .

3.1.3

transfer matrix coefficient

element t_{ij} of the transfer matrix

Note 1 to entry: t_{ij} is the number of more than or equal to zero, and less than or equal to one.

Note 2 to entry: A detailed explanation is shown in Annex A.

3.1.4

logarithmic transfer matrix

transfer matrix whose matrix element a_{ij} is a logarithmic value of transfer matrix element t_{ij} . a_{ij} is a number of positive and expressed in dB

Note 1 to entry: A detailed explanation is shown in Annex A.

3.1.5**conducting port pair**

port pair consisting of i and j where t_{ij} is nominally greater than zero (ideally t_{ij} is 1 and a_{ij} is 0) at a specified wavelength

3.1.6**isolated port pair**

pair i and j consisting where t_{ij} is nominally zero, and a_{ij} is nominally infinite at a specified wavelength

3.1.7**channel**

wavelength (frequency) band in which an optical signal is transmitted for a WDM device

Note 1 to entry: WDM devices have two or more channels.

3.1.8**channel spacing**

centre-to-centre differences in frequency or wavelength between adjacent channels in a WDM device

3.2 Component definitions**3.2.1****wavelength-selective branching device**

passive component with three or more ports that shares optical power among its ports in a predetermined fashion, without any amplification or other active modulation but only depending on the wavelength, in the sense that at least two different wavelength ranges are nominally transferred between two different pairs of ports

3.2.2**wavelength division multiplexing device**

wavelength division multiplexer

WDM device

synonym for a wavelength-selective branching device

Note 1 to entry: The term of wavelength-selective device is the contrast with the term of non-wavelength-selective branching device. The term of WDM device is frequently used.

3.2.3**dense wavelength division multiplexing device**

DWDM device

WDM device which is intended to operate for a channel spacing equal or less than 1 000 GHz (approximately 8 nm at 1 550 nm and 5,7 nm at 1 310 nm)

3.2.4**coarse wavelength division multiplexing device**

CWDM device

WDM device which is intended to operate for channel spacing less than 50 nm and greater than 1 000 GHz

3.2.5**wide WDM device**

WWDM

WDM device which is intended to operate for channel spacing equal to or greater than 50 nm

3.2.6

wavelength multiplexer

MUX

WDM (DWDM, CWDM or WWDM) device which has n input ports and one output port, and whose function is to combine n different optical signals differentiated by wavelength from n corresponding input ports on to a single output port

3.2.7

wavelength demultiplexer

DEMUX

WDM (DWDM, CWDM or WWDM) device which has one input port and n output ports, and whose function is to separate n different optical signals differentiated by wavelength from a single input port to n corresponding output ports

3.2.8

interleaver

DWDM device which has three ports, and which function is to separate n different optical signals differentiated by wavelength from a common port and transmit an odd channel signal to one branching port and an even channel signal to the other branching port alternately

Note 1 to entry: An interleaver can operate as a wavelength multiplexer (OMUX) by reversing the demultiplexer.

3.3 Performance parameter definitions

3.3.1

operating wavelength

nominal wavelength λ_h at which a WDM device operates with the specified performance

Note 1 to entry: The term "operating wavelength" includes the wavelength to be nominally transmitting, designated attenuating and isolated.

Note 2 to entry: Operating frequency is also used for DWDM devices.

3.3.2

operating wavelength range

specified range of wavelengths including all operating wavelengths

Note 1 to entry: It includes all passbands and isolation wavelength ranges corresponding to all channels.

Note 2 to entry: The term "operating wavelength range" is defined for a WDM device, not for each channel or port.

3.3.3

channel wavelength range

range within which a CWDM or WWDM device operates with less than or equal to a specified optical attenuation for the conducting port pair

Note 1 to entry: For a particular nominal channel centre wavelength, λ_{nom} , this wavelength range from $\lambda_{imin} = (\lambda_{nom} - \Delta\lambda_{max})$ to $\lambda_{imax} = (\lambda_{nom} + \Delta\lambda_{max})$, where $\Delta\lambda_{max}$ is the maximum channel centre wavelength deviation.

Note 2 to entry: For CWDM devices, channel centre wavelengths and maximum channel centre wavelength deviations are defined as nominal central wavelengths and wavelength deviations in ITU-T. G 694.2.

Note 3 to entry: An illustration of channel wavelength range is shown in Figure 2.

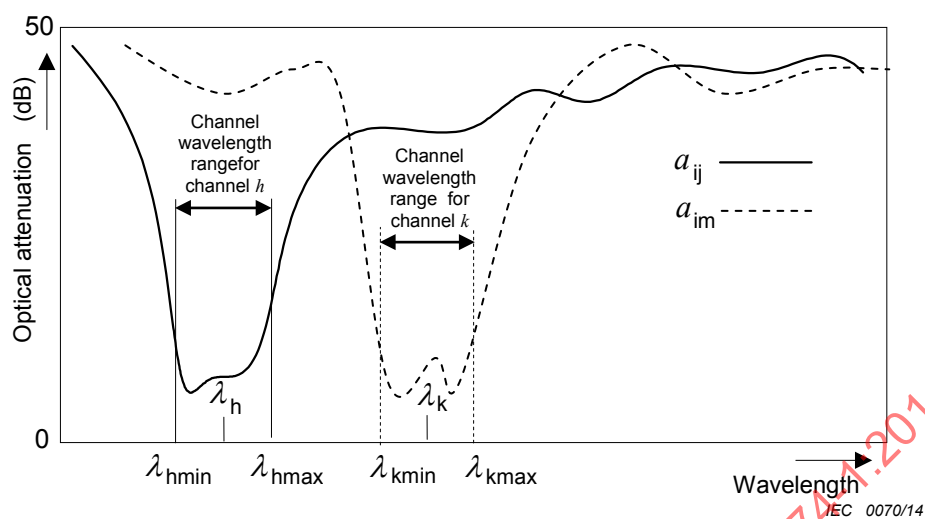


Figure 2 – Illustration of channel wavelength range

3.3.4

channel frequency range

frequency range within which a DWDM device is required to operate with less than or equal to a specified optical attenuation for the conducting port pair

Note 1 to entry: For a particular nominal channel frequency, f_{nomi} , this frequency range is from $f_{\text{imin}} = (f_{\text{nomi}} - \Delta f_{\text{max}})$ to $f_{\text{imax}} = (f_{\text{nomi}} + \Delta f_{\text{max}})$, where Δf_{max} is the maximum channel centre frequency deviation.

Note 2 to entry: Nominal channel centre frequency and maximum channel centre frequency deviation are defined in ITU-T. G.694.1.

3.3.5

passband

channel passband

synonym for channel wavelength range (channel frequency range)

Note 1 to entry: Passband is frequently used.

Note 2 to entry: There are two or more passbands for WDM devices. Each passband is defined corresponding to each channel.

3.3.6

insertion loss

maximum value of a_{ij} (where $i \neq j$) within the passband for conducting port pair

Note 1 to entry: It is the optical attenuation from a given port to a port which is another port of conducting port pair of the given port of a WDM device. Insertion loss is a positive value in decibels. It is calculated as:

$$IL = -10 \log \left(\frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \right)$$

where

P_{in} is the optical power launched into the port;

P_{out} is the optical power received from the other port of the conducting port pair.

Note 2 to entry: An illustration of insertion loss is shown in Figure 3.

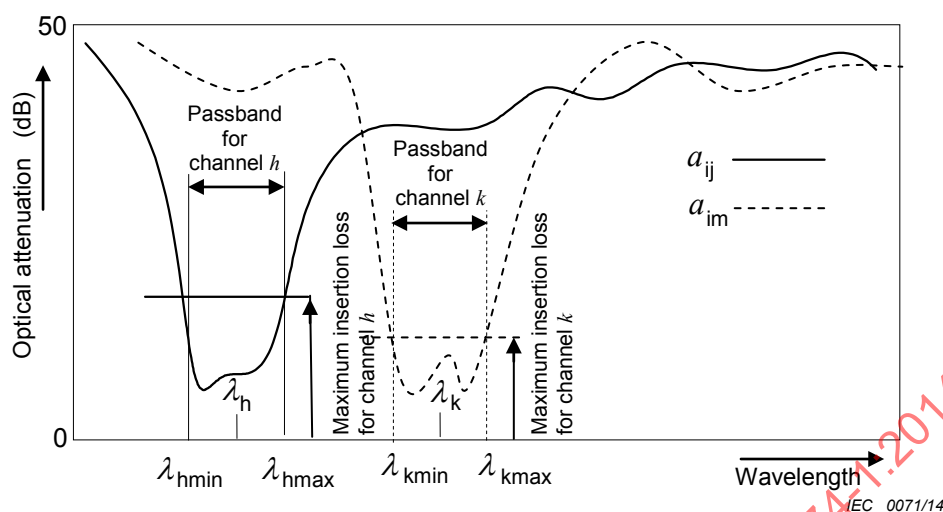


Figure 3 – Illustration of insertion loss

Note 3 to entry: For a WDM device, the insertion loss shall be specified as a maximum value of the insertion losses of all channels

3.3.7

channel insertion loss

term used for WDM devices which has a similar same meaning as insertion loss except that channel insertion loss is used for a channel whereas insertion loss is used in the specifications of both a WDM device and for a channel

3.3.8

passband ripple

maximum peak-to-peak variation of the insertion loss (absolute value) over the passband (within a channel frequency or wavelength range) (refer to Figure 4 below)

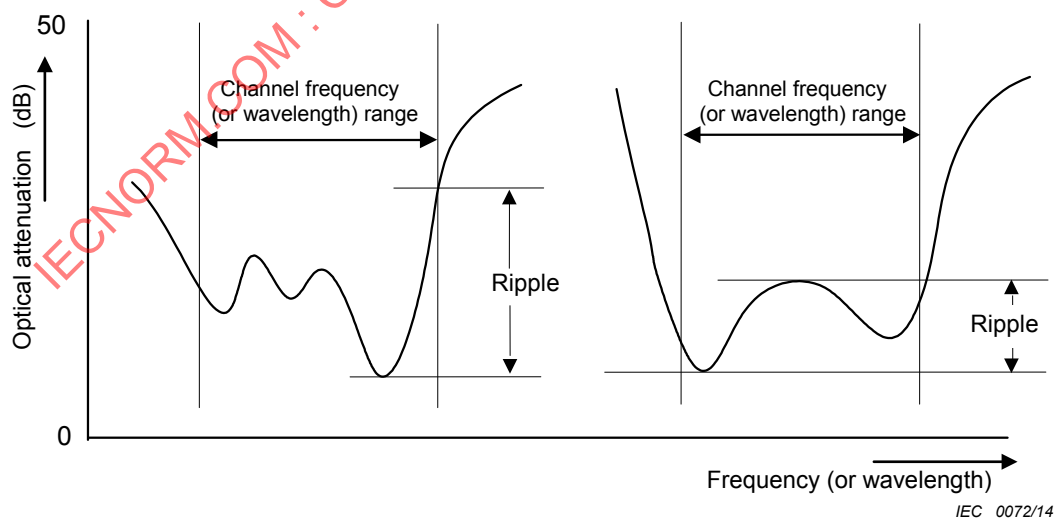


Figure 4a – Ripple at band edges

Figure 4b – Ripple in band

Figure 4 – Illustration of ripple

3.3.9**maximum channel insertion loss deviation**

maximum variation of the insertion loss (absolute value) within the passband (channel frequency range for a DWDM device or channel wavelength range for a coarse WDM (CWDM) and a wide WDM (WWDM) device) (See Figure 5)

Note 1 to entry: Channel insertion loss deviation should not to be confused with ripple defined in Figure 5 below.

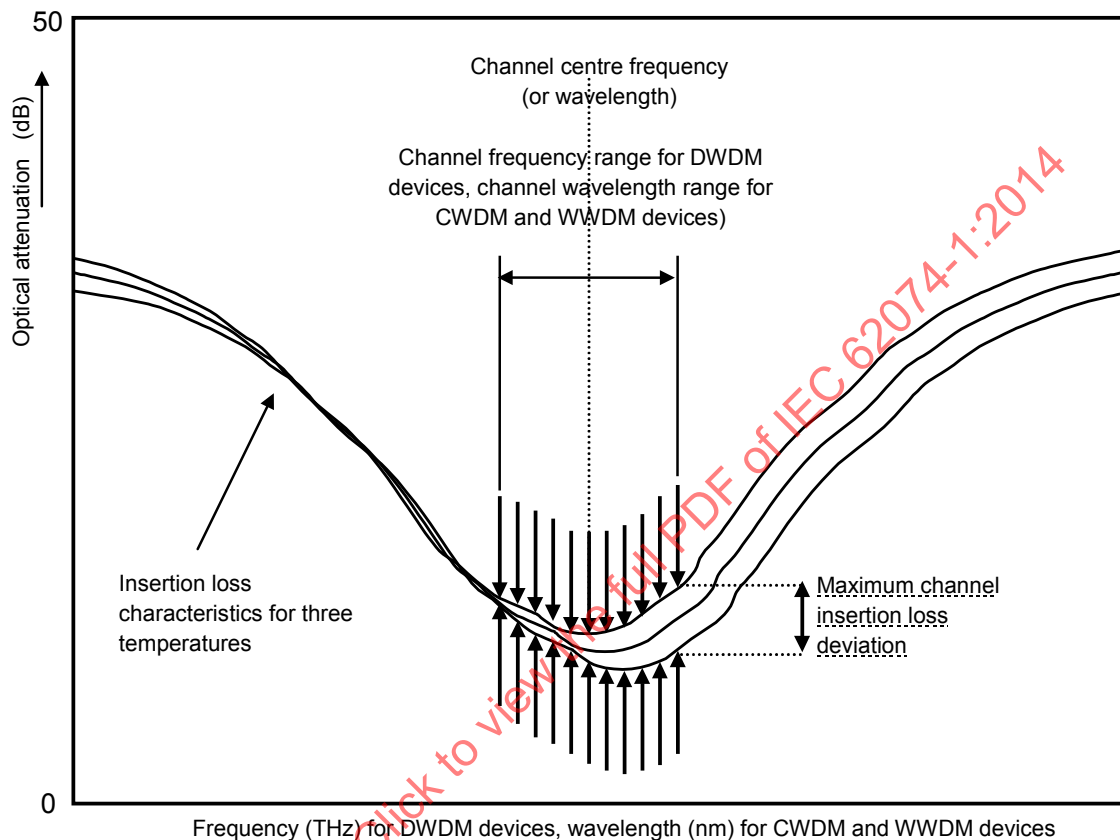


Figure 5 – Illustration of channel insertion loss variation

3.3.10**channel non-uniformity**

insertion loss channel non-uniformity for a specified set of branching ports the difference between the maximum and the minimum insertion loss at the common port

Note 1 to entry: Channel non-uniformity is defined for a MUX ($N \times 1$ WDM device) and a DEMUX ($1 \times N$ WDM device). Channel non-uniformity is a positive value, and expressed in dB.

Note 2 to entry: For CWDM and DWDM devices, channel non-uniformity should be defined as the differences between the maximum and the minimum insertion loss at nominal wavelengths (frequencies) of all channels.

3.3.11**centre wavelength deviation**

difference between the centre wavelength and nominal wavelength (frequency) of the specified channel for DWDM devices, where the centre wavelength is defined as the centre of the wavelength range which is x dB less than the minimum optical attenuation for the specified passband (channel)

Note 1 to entry: 0,5, 1 or 3 are generally used for x .

3.3.12 crosstalk

for WDM devices, the value of the ratio between the optical power of the specified signal and the specified noise

Note 1 to entry: Crosstalk is a negative value given in dB. The crosstalk is defined for each output port. Crosstalk for WDM devices is defined for a DEMUX ($1 \times N$ WDM device). The crosstalk for port o to port j is subtraction from the insertion loss of port i to o (conducting port pair) to the isolation of port j to o (isolated port pair). Crosstalk for WDM devices is defined for a DEMUX ($1 \times N$ WDM device). For an $M \times N$ WDM device, crosstalk can be defined to as expanding M of a $1 \times N$ WDM device.

Note 2 to entry: For WDM devices with three or more ports, the crosstalk should be specified as the maximum value of the crosstalk for each output port.

Note 3 to entry: Care should be taken not to confuse crosstalk and isolation.

3.3.13 isolation

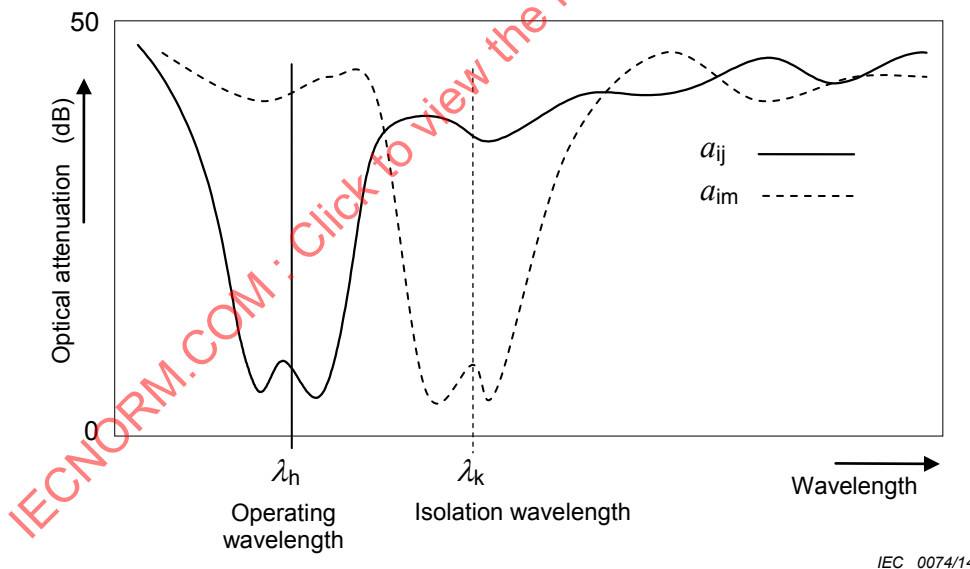
minimum value of a_{ij} (where $i \neq j$) within isolation wavelength range for isolated port pair

Note 1 to entry: Isolation is a positive value expressed in dB.

3.3.14 isolation wavelength

for a pair of ports i and j (where $i \neq j$), that are conducting port pair at a wavelength λ_h , a nominal wavelength λ_k (where $\lambda_h \neq \lambda_k$), that is an operating wavelength for a different pair of ports, at which i and j are isolated port pair (refer to Figure 6 below)

Note 1 to entry: Isolation frequency is also used for DWDM device.



IEC 0074/14

Figure 6 – Illustration of isolation wavelength

3.3.15 isolation wavelength range

for a pair of ports i and j that are a conducting port pair at wavelength λ_h , the range of wavelengths from λ_{kmin} to λ_{kmax} centred about an operating wavelength λ_k that is an operating wavelength for a different pair of ports but at which i and j are an isolated port pair (refer to Figure 7 below)

Note 1 to entry: Isolation frequency range is also used for DWDM devices.

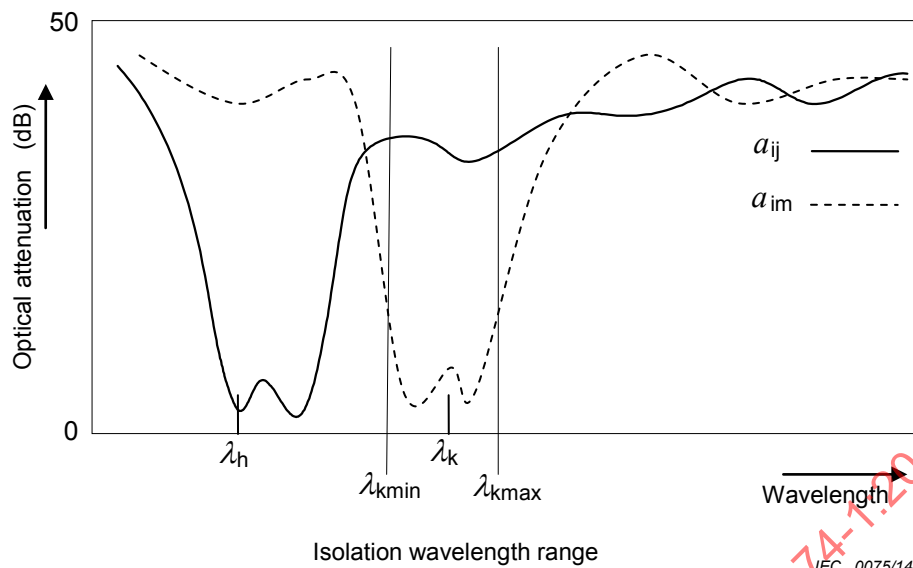


Figure 7 – Illustration of isolation wavelength range

3.3.16

wavelength isolation

value of a_{ij} (where $i \neq j$) in the isolation wavelength range

Note 1 to entry: The wavelength isolation shall be defined as the minimum value of wavelength isolation over the isolation wavelength range.

3.3.17

adjacent channel isolation

isolation with the restriction that x , the isolation wavelength number, is restricted to the channels immediately adjacent to the (channel) wavelength number associated with port o

Note 1 to entry: Adjacent channel isolation is a positive value expressed in dB

Note 2 to entry: This is illustrated in Figure 8 below. The adjacent channel isolation is different from adjacent channel crosstalk. In Figure 8, the upward-pointing arrow indicates a positive value, and the downward-pointing arrow indicates a negative value. Generally, there are two adjacent channel isolations for the shorter wavelength (higher frequency) side and the longer wavelength (lower frequency) side.

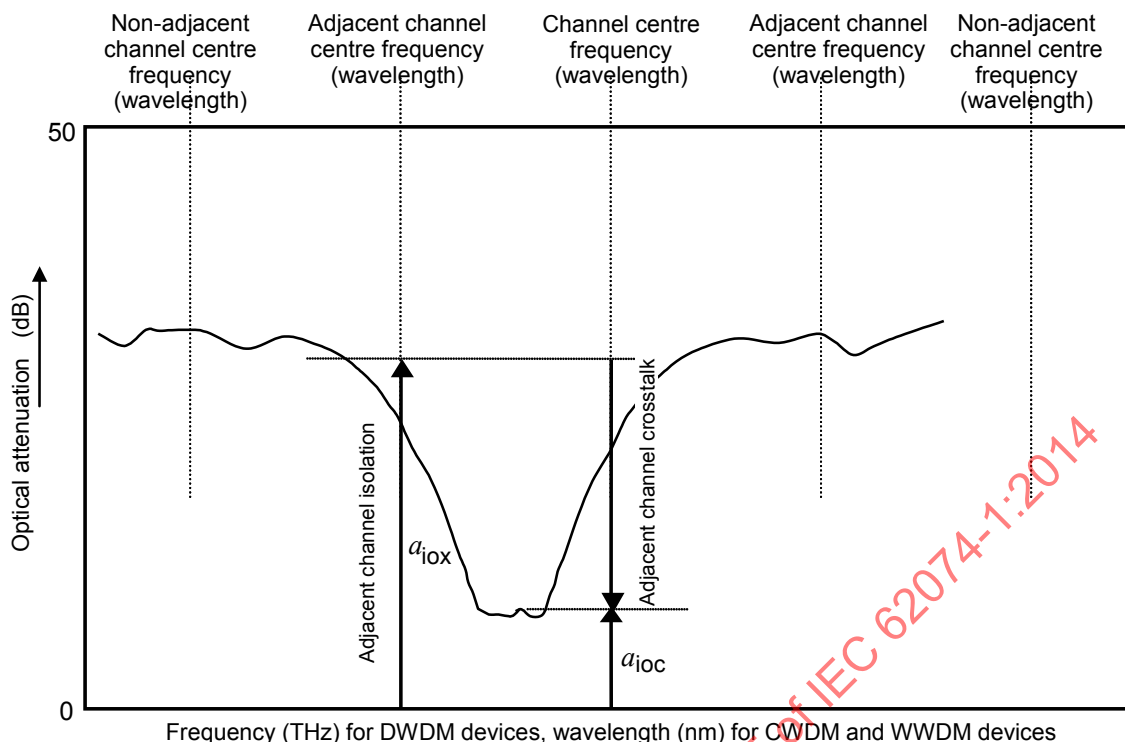
3.3.18

adjacent channel crosstalk

crosstalk with the restriction that x , the isolation wavelength number, is restricted to the channels immediately adjacent to the (channel) wavelength number associated with port o

Note 1 to entry: Adjacent channel crosstalk is a negative value expressed in dB.

Note 2 to entry: This is illustrated in Figure 8 below. Adjacent channel crosstalk is different from adjacent channel isolation. In Figure 8, the upward-pointing arrow indicates a positive value, and the downward-pointing arrow indicates a negative value. Generally, there are two adjacent channel crosstalks for the shorter wavelength (higher frequency) side and the longer wavelength (lower frequency) side.



IEC 0076/14

Figure 8 – Illustration of adjacent channel isolation

3.3.19

non-adjacent channel isolation

isolation with the restriction that the isolation wavelength (frequency) is restricted to each of the channels not immediately adjacent to the channel associated with port σ (refer to Figure 9 below)

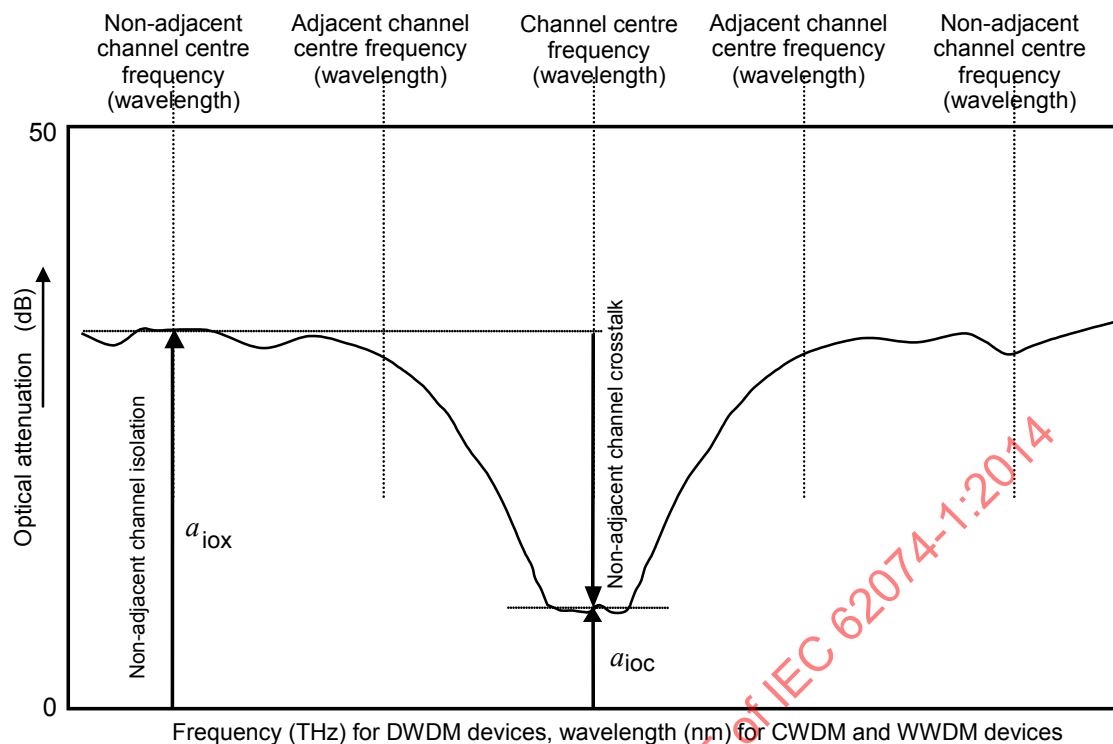
Note 1 to entry: The non-adjacent channel isolation is different from non-adjacent channel crosstalk. In Figure 9, the upward-pointing arrow indicates a positive value, and the downward-pointing arrow indicates a negative value.

3.3.20

non-adjacent channel crosstalk

crosstalk where the isolation wavelength (frequency) is restricted to each of the channels not immediately adjacent to the channel associated with port σ (refer to Figure 9 below)

Note 1 to entry: Non-adjacent channel crosstalk is different from non-adjacent channel isolation. In Figure 9, the upward-pointing arrow indicates a positive value, and the downward-pointing arrow indicates a negative value.



IEC 0077/14

Figure 9 – Illustration of non-adjacent channel isolation

3.3.21

minimum adjacent channel isolation

minimum value of a_{ij} within the adjacent operating wavelength (or frequency) range (adjacent channel passband). The minimum adjacent channel isolation is positive in dB

Note 1 to entry: Refer to Figure 10 below. Generally, there are two minimum adjacent channel isolations. For a channel, the minimum value of two minimum adjacent channel isolations is selected.

Note 2 to entry: The minimum adjacent channel isolation is different from the maximum adjacent channel crosstalk. In Figure 10, the upward-pointing arrow indicates a positive value, and the downward-pointing arrow indicates a negative value.

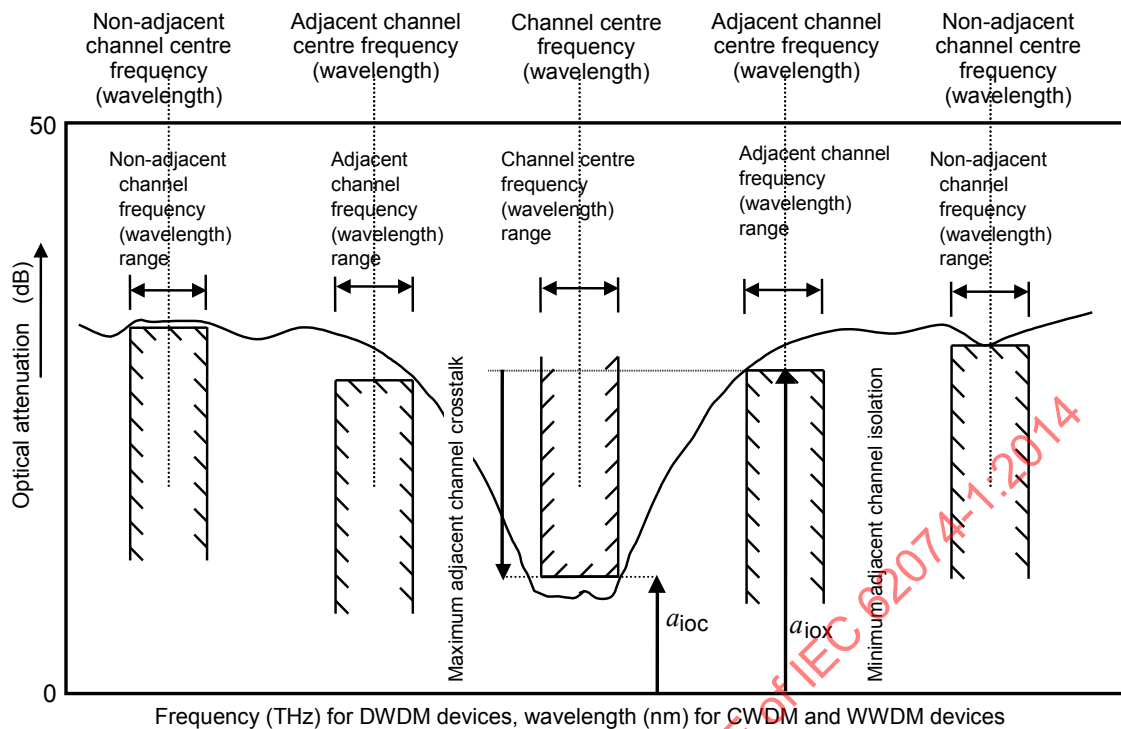
3.3.22

maximum adjacent channel crosstalk

maximum value of adjacent channel crosstalk within adjacent channel wavelength (frequency) range (adjacent channel passband)

Note 1 to entry: This is the maximum value of the subtraction from the maximum insertion loss to the minimum adjacent isolation. Maximum adjacent channel crosstalk is negative value in dB. Refer to Figure 10 below. Generally, there are two maximum adjacent channel crosstalks. For a channel, the maximum value of two maximum adjacent channel crosstalks is selected.

Note 2 to entry: The maximum adjacent channel crosstalk is different from the minimum adjacent channel isolation. In Figure 10, the upward-pointing arrow indicates a positive value, and the downward-pointing arrow indicates a negative value.



IEC 0078/14

Figure 10 – Illustration of maximum adjacent channel crosstalk

3.3.23

minimum non-adjacent channel isolation

minimum difference between the minimum peak of a_{ij} in the operating wavelength (or frequency) range and the maximum value of a_{ij} in a specified range of wavelengths (or frequencies) from λ_{kmin} to λ_{kmax} centred about an isolation wavelength (or frequency) λ_k for any two ports i and j , λ_{kmin} and λ_{kmax} defining an operating wavelength (or frequency) range for a different pair of ports for which λ_k is an operating wavelength (or frequency) (refer to Figure 11 below).

Note 1 to entry: The minimum adjacent channel isolation is different from the maximum adjacent channel crosstalk. In Figure 10, the upward-pointing arrow indicates a positive value, and the downward-pointing arrow indicates a negative value.

3.3.24

maximum non-adjacent channel crosstalk

minimum difference between the minimum peak of a_{ij} in the operating wavelength (or frequency) range and the maximum value of a_{ij} in a specified range of wavelengths (or frequencies) from λ_{kmin} to λ_{kmax} centred about an isolation wavelength (or frequency) λ_k for any two ports i and j , λ_{kmin} and λ_{kmax} defining an operating wavelength (or frequency) range for a different pair of ports for which λ_k is an operating wavelength (or frequency) (refer to Figure 11 below)

Note 1 to entry: The minimum adjacent channel isolation is different from the maximum adjacent channel crosstalk. In Figure 10, the upward-pointing arrow indicates a positive value, and the downward-pointing arrow indicates a negative value.

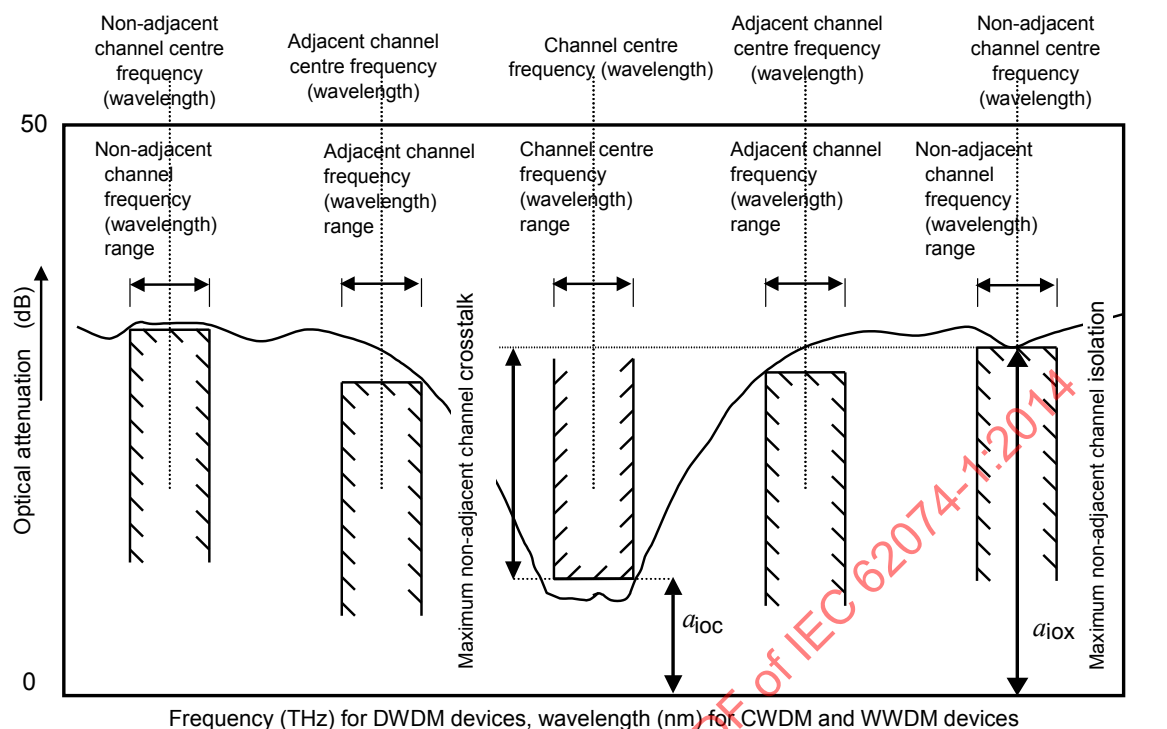


Figure 11 – Illustration of maximum non-adjacent channel crosstalk

3.3.25

total channel isolation

for any two ports i and j (where $i \neq j$) it is the cumulative isolation due to the contributions at all the isolation wavelengths (frequencies) and is defined as:

$$I_{\text{tot}} = -10 \times \text{Log} \left[\sum_{k(k \neq h)}^N t_{ij}(\lambda_k) \right]$$

where

N is the number of channels of the device;

H is the channel number corresponding to the conducting port pair of i and j ;

λ_k are the nominal isolation wavelengths (frequencies) for the same pair of ports.

Note 1 to entry: Total channel isolation is positive in dB. For a WDM device, total channel isolation shall be specified as a minimum value of the total channel isolations of all channels

3.3.26

total channel crosstalk

for any two ports i and j (where $i \neq j$) it is the ratio of cumulative isolation due to the contributions at all the isolation wavelengths (frequencies) and transfer matrix coefficient for ports i and j , t_{ij} and is defined as:

$$XT_{\text{tot}} = -10 \times \text{Log} \left[\frac{t_{ij}(\lambda_h)}{\sum_{k(k \neq h)}^N t_{ij}(\lambda_k)} \right]$$

where

- N is the number of channels of the device;
- λ_h is the nominal operating wavelength (frequency) for the couple of port i and j ;
- λ_k are the nominal isolation wavelengths (frequencies) for the same pair of ports.

Note 1 to entry: Total channel crosstalk is also expressed by total channel isolation as shown in the following equation:

$$XT_{\text{tot}} = a_{ij}(\lambda_h) - I_{\text{tot}}$$

Note 2 to entry: Total channel crosstalk is negative value in dB. For a WDM device, total channel crosstalk shall be specified as the maximum value of total channel crosstalks of all channels

3.3.27

minimum total channel isolation

for any two ports i and j (where $i \neq j$) the minimum value of the cumulative isolation due to the minimum spectral contributions about all the isolation wavelengths (frequencies) and is defined as:

$$I_{\text{tot}}^{\min} = -10 \times \text{Log} \left[\sum_{k(k \neq h)}^N t_{ij}^*(\lambda_k^*) \right]$$

where

- N is the number of channels of the device;
- h is the channel number corresponding to the conducting port pair of i and j ;
- k is the channel number except corresponding to the conducting port pair of i and j . It is the channel number to be isolated for the combination of ports i and j ;
- t_{ij}^* is the maximum value of t_{ij} at the wavelength is λ_k^* (channel wavelength range; (passband) of channel k);
- λ_k^* are the wavelengths (frequencies) corresponding to the maximum value of t_{ij} in the specified ranges of wavelengths (frequencies) from $\lambda_{k\min}$ to $\lambda_{k\max}$ about the isolation wavelengths (frequencies) λ_k for the pair of ports i and j , $\lambda_{k\min}$ and $\lambda_{k\max}$ defining the operating wavelength (frequency) range for the pair of ports for which λ_k is an operating wavelength (frequency).

Note 1 to entry: Minimum total channel isolation is positive value in dB. For a WDM device, minimum total channel isolation shall be specified as the minimum value of minimum total channel isolation.

3.3.28

maximum total channel crosstalk

for any two ports i and j (where $i \neq j$), it is the ratio of the minimum value of the cumulative isolation due to the minimum spectral contributions about all the isolation wavelengths (frequencies), and minimum transfer matrix coefficient for port i and j , at the channel wavelength range of channel h , $t_{ij}^+(\lambda_h^+)$ and is defined as:

$$I_{\text{tot}}^{\max} = -10 \times \text{Log} \left[\frac{t_{ij}^+(\lambda_h^+)}{\sum_{k(k \neq h)}^N t_{ij}^*(\lambda_k^*)} \right]$$

where

- N is the number of channels of the device;
- h is the channel number corresponding to the conducting port pair of i and j ;

- k is the channel number except corresponding to the conducting port pair of i and j . It is the channel number to be isolated for the combination of ports i and j ;
- t_{ij}^+ is the minimum value of t_{ij} at the wavelength is λ_h^+ (channel wavelength range; (passband) of channel h);
- t_{ij}^* is the maximum value of t_{ij} at the wavelength is λ_k^* (channel wavelength range; (passband) of channel k);
- λ_h^+ is the wavelength (frequency) corresponding to the minimum peak of t_{ij} in the operating wavelength (frequency) range (channel h) for the pair of ports i and j ;
- λ_k^* are the wavelengths (frequencies) corresponding to the maximum value of t_{ij} in the specified ranges of wavelengths (frequencies) from λ_{kmin} to λ_{kmax} about the isolation wavelengths (frequencies) λ_k for the pair of ports i and j , λ_{kmin} and λ_{kmax} defining the operating wavelength (frequency) range for the pair of ports for which λ_k is an operating wavelength (frequency).

3.3.29

out-of-band attenuation

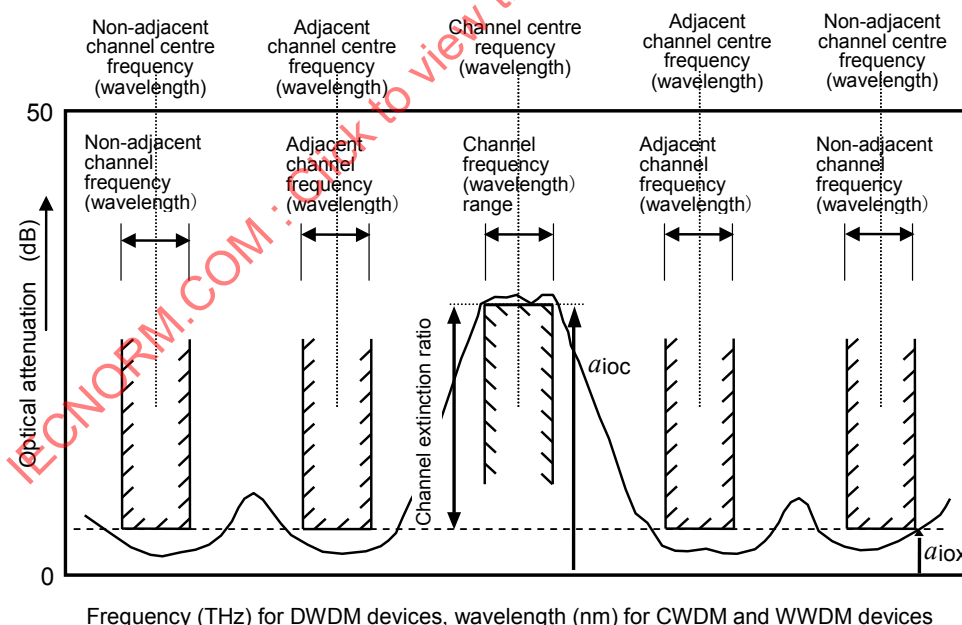
minimum optical attenuation (in dB) of channels that fall outside of shortest channel wavelength range (highest channel frequency range; passband) and longest channel wavelength range (lowest channel frequency range; passband)

3.3.30

channel extinction

within the operating wavelength range, the difference (in dB) between the minimum powers of the conducting channels (in dBm) and the maximum power of the isolated channels (in dBm)

Note 1 to entry: Channel extinction is specified for each channel for a DEMUX. It has an absolute value (positive) in dB. Refer to Figure 12.



IEC 0080/14

Figure 12 – Illustration of channel extinction ratio

3.3.31

chromatic dispersion

group delay difference between two closely spaced wavelengths (or frequencies) inside an optical signal going through a pair of conducting ports of a WDM device

Note 1 to entry: It corresponds to the difference between the arrival times of these two closely spaced wavelengths (or frequencies). Chromatic dispersion is defined as the variation (first order derivative) of this group

delay over a range of wavelengths (or frequencies) especially over the channel operating wavelength (or frequency) range at a given time, temperature, pressure and humidity. It is expressed as D in terms of units of ps/nm or ps/GHz and it is a predictor of the broadening of a pulse transmitted through the device.

Note 2 to entry: The unit of ps/GHz is generally better definition for system influence, even though it is not commonly used.

3.3.32

slope of chromatic dispersion

slope of chromatic dispersion S (with units of ps/nm² or ps/GHz²) corresponds to the variation (first order derivative) of D as a function of wavelength (or frequency) (or second order derivative of the group delay) over the operating wavelength (or frequency) range, channel per channel

Note 1 to entry: It is particularly critical in the context of large channel counts (DWDM) or over a wide wavelength range (CWDM or WDM).

Note 2 to entry: The unit of ps/GHz² is generally better definition for system influence, even though it is not commonly used.

3.3.33

directivity

value of a_{ij} for two ports which is not conducting nor isolated at any wavelength (or frequency for a DWDM device)

Note 1 to entry: Directivity is positive value expressed in dB. For a WDM device, directivity shall be specified as the minimum value of directivities for all combination of port pair and for all channels.

Note 2 to entry: For the example of 6 ports WDM devices shown in Figure 1, the directivity is a_{12} and a_{21} between two input ports, and a_{34} , a_{43} , etc. between two output ports.

3.3.34

free spectral range

FSR

difference between two adjacent operating wavelengths for a given input output path (refer to Figure 13 below)

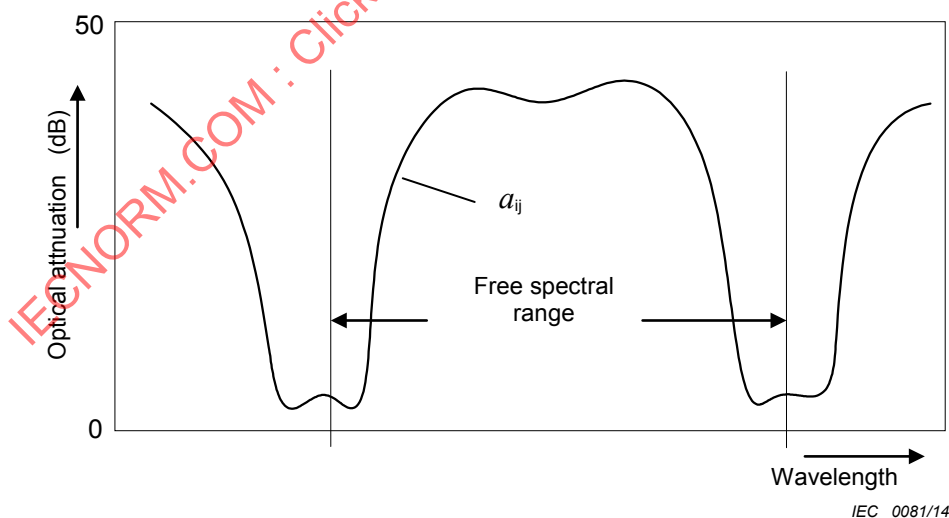


Figure 13 – Illustration of free spectral range

3.3.35

polarization dependent centre wavelength

PDCW

maximum variation of channel centre wavelength due to a variation of the state of polarization (SOP) over all SOPs (refer to Figure 14 below)

Note 1 to entry: PDCW is defined for conducting port pair.

Note 2 to entry: For DWDM device polarization dependent centre frequency may also be used.

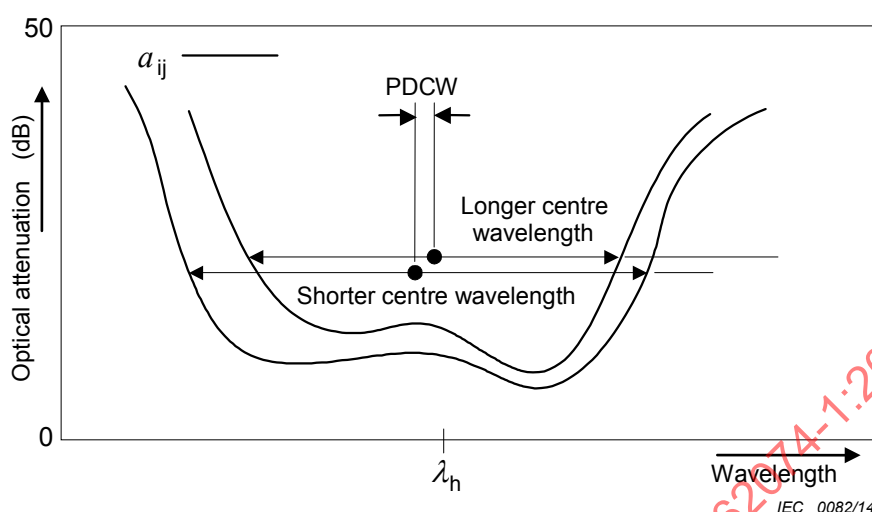


Figure 14 – Illustration of polarization dependent centre wavelength (PDCW)

3.3.36

polarization dependent isolation

PDI

maximum variation of isolation over all the states of polarization. PDI is defined for isolated port pair

3.3.37

polarization dependent loss

PDL

maximum variation of insertion loss caused by a variation in the state of polarization (SOP) over all the SOPs. PDL is defined for conducting port pair

3.3.38

wavelength dependent loss

WDL

maximum variation of the insertion loss over the passband (channel wavelength range)

Note 1 to entry: Wavelength dependent loss is generally used for WWDM devices.

3.3.39

polarization dependent reflectance

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

3.3.40

principal states of polarization

PSP

at a given optical frequency (or wavelength), the two input (and orthogonal) states of polarization (SOP) for which the corresponding output SOP are independent of optical frequency to first order

Note 1 to entry: In the absence of PDL, the PSPs are orthogonal SOPs with the fast axis PSP having the shortest arrival time and the slow axis PSP having the longest, the DGD being the difference between these two arrival times.

Note 2 to entry: An optical fibre, component or subsystem is typically characterized by two PSPs that are an intrinsic function of the material birefringence and the induced external and internal stresses acting on it.

Note 3 to entry: The DGD between these two PSPs can vary with time and wavelength.

Note 4 to entry: A signal whose SOP is aligned with one of the PSPs will be unaffected by the amount of PMD, at least to first order.

3.3.41

polarization mode dispersion

PMD

when an optical signal passes through an optical fibre, component or subsystem, such as going through a pair of conducting ports of a WDM device, the change in the shape and r.m.s. 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. 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

Note 1 to entry: PMD may depend on environmental conditions.

3.3.42

return loss

value of a_{ij} (where $i = j$) at the operating wavelength. It is the fraction of input power that is returned from the port of a passive component expressed in decibels. It is a positive value. It is calculated as:

$$RL = -10 \log \left(\frac{P_{\text{refl}}}{P_{\text{in}}} \right)$$

where

P_{in} is the optical power launched into the port;

P_{refl} is the optical power received back from the same port.

Note 1 to entry: For WDM devices, it shall be specified as a minimum value at each operating wavelength range. For CWDM devices, it shall be specified as a minimum value within the channel wavelength range. For DWDM devices, it shall be specified as a minimum value within the channel frequency range.

Note 2 to entry: Return loss is also a system/network parameter and has a positive sign; reflectance may also be a component (for instance in the context of a network element) or interface parameter and has a negative sign.

Note 3 to entry: Return losses as well as reflectance may have a wavelength dependency.

3.3.43

X dB bandwidth

defined through the spectral dependence of a_{ij} (where $i \neq j$) as the minimum wavelength range centred about the operating wavelength λ_n within which the variation of a_{ij} is less than "X" dB

Note 1 to entry: The minimum wavelength range is determined considering thermal wavelength shift, polarization dependence and long term aging shift (refer to Figure 15 below).

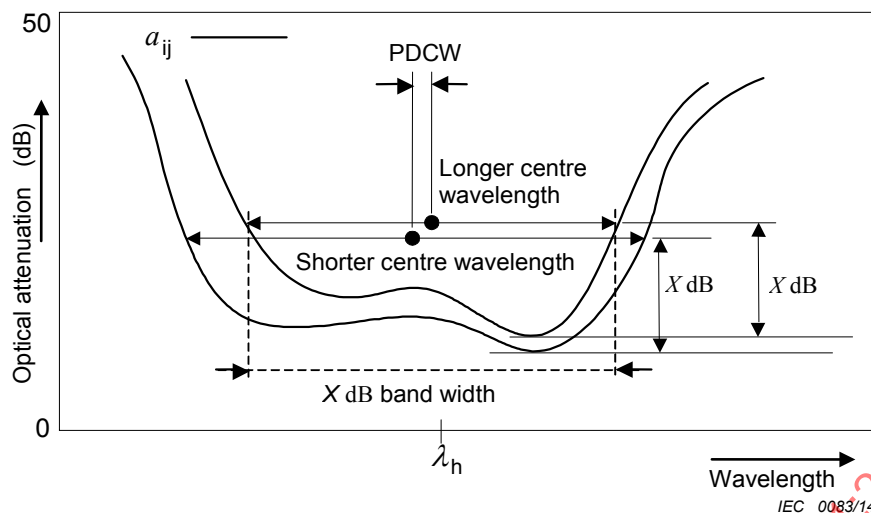


Figure 15 – Illustration of X dB bandwidth

Note 2 to entry: For a WDM device, the operating wavelength range and the X dB bandwidth corresponding to different operating wavelengths are not necessarily equal.

4 Requirements

4.1 Classification

4.1.1 General

Fibre optic WDM devices shall be classified as follows:

- type;
- style;
- variant;
- environmental category;
- assessment level;
- extensions.

4.1.2 Type

WDM devices can be categorized into types:

- By port configuration
 - $1 \times N$
 - $N \times 1$
 - $M \times N$ ($M, N \geq 2$);

NOTE A $1 \times N$ or $N \times 1$ WDM device is used as a wavelength multiplexer, a wavelength demultiplexer or wavelength multiplexer and demultiplexer. An $M \times N$ WDM device is used as wavelength router or wavelength channel add/drop device. These applications of WDM devices are expressed by the transfer matrixes, shown in Annex C.

- By internal structure
 - transmissive
 - reflective;
- By channel spacing
 - WWDM

- CWDM
- DWDM;
- By channel wavelength range or operating wavelength range;
- By temperature control
 - active temperature control
 - passively compensated.

4.1.3 Style

Fibre optic WDM devices may be classified into styles based on the fibre type(s), the connector type(s), cable type(s), housing shape and the configuration. The configurations of branching device ports are classified as follows:

Configuration A

A device containing integral fibre optic pigtails, without connectors (see Figure 16).

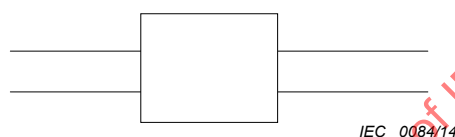


Figure 16 – Wavelength-selective branching device

Configuration B

A device containing integral fibre optic pigtails, with a connector on each pigtail (see Figure 17).

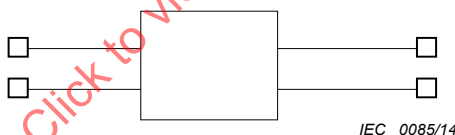


Figure 17 – Wavelength-selective branching device

Configuration C

A device containing fibre optic connectors as an integral part of the device housing (see Figure 18).

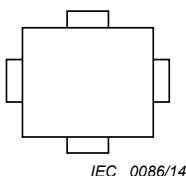


Figure 18 – Wavelength-selective branching device

Configuration D

A device containing some combination of the interfacing features of the preceding configurations (see Figure 19).



Figure 19 – Wavelength-selective branching device

4.1.4 Variant

The wavelength-selective branching device variant identifies the common features which encompass structurally similar components.

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

- orientation of ports;
- means of mounting;
- type of fibre.

4.1.5 Assessment level

Relevant 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 groups A and B inspection levels and groups C and D inspection periods.

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.

where AQL is the acceptable quality level.

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

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

4.1.6 Normative reference extension

Other documents may be referenced.

4.2 Documentation

4.2.1 Symbols

Graphical and letter symbols shall, whenever possible, be taken from the IEC 60027 series, IEC 60050-731 and IEC 61931.

4.2.2 Specification system

This specification is part of the IEC specification system. Subsidiary specifications shall consist of relevant specifications. This system is shown in Table 1. There are no sectional specifications for WDM devices.

Table 1 – 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
Relevant	Individual values Specific information Completed quality conformance test schedules	Individual type

A specific wavelength-selective branching device is described by a corresponding relevant specification. Within the constraints imposed by this generic specification, the relevant specification may be prepared by any national committee of the IEC, thereby defining a particular wavelength-selective branching device design as an IEC standard.

Relevant specifications shall specify the following as applicable:

- type (see 4.1.2);
- style (see 4.1.3);
- variant (s) (see 4.1.4);
- assessment level (see 4.1.5);
- variant identification number (s) (see 4.6.2);
- performance requirements (see 4.5).

4.2.3 Drawings

4.2.3.1 General

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

4.2.3.2 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.

4.2.3.3 Dimensional system

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

The metric system shall be used in all specifications.

Dimensions shall not contain more than five significant digits.

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

4.2.4 Measurements

4.2.4.1 Measurement method

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

4.2.4.2 Reference components

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

4.2.4.3 Gauges

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

4.2.5 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 and the variant identification number;

- 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.

4.2.6 Instructions for use

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

4.3 Standardization system

4.3.1 Performance standards

Performance standards contain a series of set 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 products ability to satisfy the “performance standards” requirement. Each performance standard has a different set of tests, and/or severities (and or groupings) represents the requirements of a market sector, user group or system location.

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

A key point of the performance standards is the selection of test and severity from the tests and measurements standards, for application in conjunction with interface standards on inter product compatibility (this particularly relates to attenuation and return loss). Certainly conformance of each individual product to this standard will be ensured.

4.3.2 Reliability standard

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 need to be identified (and appear in the reliability standard):

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

These are all related to environmental and material aspects.

Initially, immediately 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 and humidity related. This is to induce known failure mechanisms in a controlled environmental situation to occur earlier than would normally be seen in the unscreened population. For those components that survive (and are then sold), there is a reduced failure rate since these mechanisms have been eliminated.

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

4.3.3 Interlinking

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

Table 2 – 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

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

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

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

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

4.4 Design and construction

4.4.1 Materials

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

4.4.2 Workmanship

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

4.5 Performance requirements

Fibre optic WDM devices shall meet the performance requirements specified in appropriate IEC performance standard.

4.6 Identification and marking

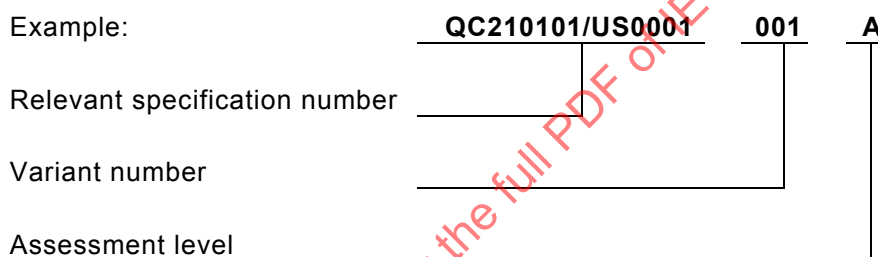
4.6.1 General

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

4.6.2 Variant identification number

Each variant in a relevant specification shall be assigned a unique identification number. This number shall be set out as follows:

- relevant specification number;
- a three digit variant number;
- a letter indicating assessment level.



4.6.3 Component marking

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

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

4.6.4 Package marking

Several fibre optic WDM devices may be packed together for shipment.

Package marking, if required, shall be specified in the relevant 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 4.6.2);
- e) the type designation (see 4.1.2);
- f) the assessment level;
- g) any additional marking required by the relevant 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.

4.7 Safety

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

The fibre optic WDM devices 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 relevant specification shall include the following.

WARNING NOTE

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 of output level.

Reference shall be made to IEC 60825-1, the relevant standard on safety.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62074-1:2014

Annex A (informative)

Transfer matrix

A.1 General

The optical properties of a fibre optic wavelength-selective branching device can be defined in terms of an $n \times n$ matrix of coefficients, where n is the number of ports, and the coefficients represent the fractional optical power transferred between designated ports. Figure A.1 shows the one example of six port device that has two input ports and four output ports. The ports are numbered sequentially. So, the possible combinations of two ports are six by six, given a total of 36 combinations. These 36 combinations are expressed by a matrix.

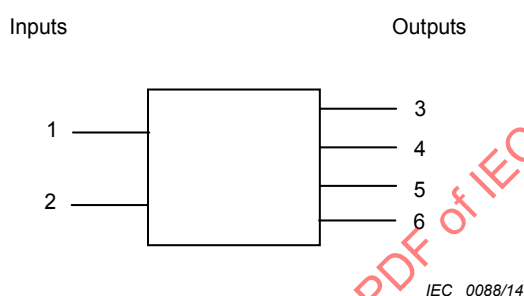


Figure A.1 – Example of a six-port device, with two input and four output ports

A.2 Transfer matrix

In general, the transfer matrix T is:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & t_{1n} \\ t_{21} & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & t_{ij} & & \\ \cdot & & & & & \\ t_{n1} & & & & & t_{nn} \end{bmatrix}$$

where

t_{ij} is the ratio of the optical power P_{ij} transferred out of port j (output port) with respect to input power P_i into port i (input port), that is:

$$t_{ij} = P_{ij} / P_i$$

where t_{ij} is a number more than zero, and less than or equal to one ($0 \leq t_{ij} \leq 1$). In a wavelength-selective branching device the coefficient t_{ij} is a function of the wavelength and may be a function of the input polarization or modal power distribution.

Single-mode fibre optic WDM devices may operate in a coherent fashion with respect to multiple inputs. Consequently, the transfer coefficients may be affected by the relative phase and intensity of simultaneous coherent optical power inputs at two or more ports.

The wavelength dependency of the transfer matrix coefficient should be considered. A matrix coefficient may be expressed as t_{ijk} , where k is the wavelength number, λ_k . For more generic expression, the transfer matrix is shown as follows:

$$T = \left[\begin{array}{ccc|ccc|ccc} t_{111} & t_{121} & \cdot & t_{1n1} & t_{112} & t_{122} & \cdot & t_{1n2} & t_{11k} & t_{12k} & \cdot & t_{1nk} \\ t_{211} & t_{221} & \cdot & t_{2n1} & t_{212} & t_{222} & \cdot & t_{2n2} & t_{21k} & t_{22k} & \cdot & t_{2nk} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ t_{n11} & t_{n21} & \cdot & t_{nn1} & t_{n12} & t_{n22} & \cdot & t_{nn2} & t_{n1k} & t_{n2k} & \cdot & t_{nnk} \end{array} \right]$$

A.3 Transfer matrix coefficient

An element t_{ij} of the transfer matrix (refer to Figure A.2 below).

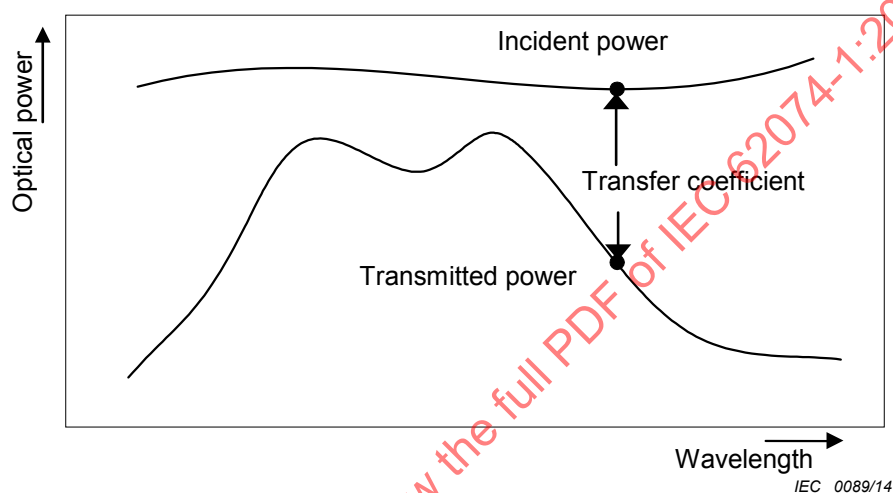


Figure A.2 – Illustration of transfer matrix coefficient

A.4 Logarithmic transfer matrix

In general, the logarithmic transfer matrix is:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & a_{ij} & & \\ \cdot & & & & & \\ a_{n1} & & & & & a_{nn} \end{bmatrix}$$

where

a_{ij} is the optical power reduction in decibels out of port j with unit power into port i , that is:

$$a_{ij} = -10 \log t_{ij}$$

where

t_{ij} is the transfer matrix coefficient;

a_{ij} is a positive number larger than or equal to zero. The same as the transfer matrix coefficient. A more generic expression of the logarithmic transfer matrix is shown as follows:

$$A = \left[\begin{array}{c} \left[\begin{array}{ccc} a_{111} & a_{121} & \dots & a_{1n1} \\ a_{211} & a_{221} & \dots & a_{2n1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n11} & a_{n21} & \dots & a_{nn1} \end{array} \right] \left[\begin{array}{ccc} a_{112} & a_{122} & \dots & a_{1n2} \\ a_{212} & a_{222} & \dots & a_{2n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n12} & a_{n22} & \dots & a_{nn2} \end{array} \right] \dots \left[\begin{array}{ccc} a_{11k} & a_{12k} & \dots & a_{1nk} \\ a_{21k} & a_{22k} & \dots & a_{2nk} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1k} & a_{n2k} & \dots & a_{nnk} \end{array} \right] \end{array} \right]$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62074-1:2014

Annex B (informative)

Specific performances of WDM devices for bidirectional transmission system (example)

B.1 Generic

The typical port configuration of WDM devices is $1 \times N$. $1 \times N$ WDM devices can be used for MUXs (wavelength multiplexers) and DEMUXs (wavelength demultiplexers). Another application of $1 \times N$ WDM devices is to bidirectional transmission system. Figure B.1 shows the examples of a unidirectional transmission application and a bidirectional transmission application of a 1×2 WDM device. Figure B.1a shows a unidirectional transmission system application (DEMUX application) and Figure B.1b shows a bidirectional transmission system application.

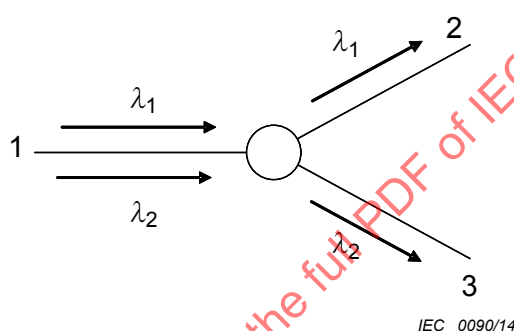


Figure B.1a – Unidirectional transmission system application of a 1x2 WDM device (DEMUX)

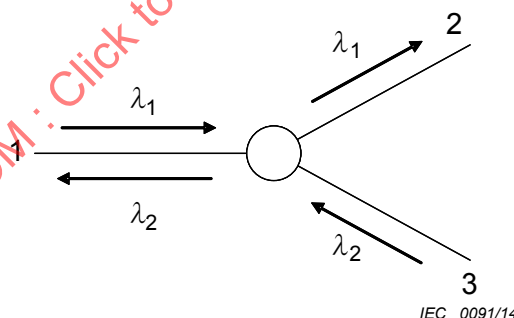


Figure B.1b – Bidirectional transmission system application of a 1x2 WDM device

Key

λ_k wavelength

Figure B.1 – Uni-directional and bi-directional transmission system application of a 1×2 DM device

For the unidirectional transmission system in Figure B.1a, port 1 is an input port and port 2 and 3 are output ports. Wavelength λ_1 transmits to port 2 and wavelength λ_2 to port 3. For this application, far-end crosstalk can be defined for a WDM device. The meaning of “far-end” is the other side. Far-end crosstalk, XT_{FE} for port 2 (λ_1) is defined as the following formula used by logarithmic transfer matrix coefficient.

$$XT_{FE}(\text{port } 2, \lambda_1) = a_{121} - a_{122}$$

For port 3 and λ_2 , the far-end crosstalk is $a_{132} - a_{131}$. Far-end crosstalk is negative value expressed in dB.

Far-end isolation can also be defined. Far-end isolation is a_{122} for port 2, a_{131} for port 3. Far-end isolation has the same meaning as “commonly-used” isolation.

For the bidirectional transmission system in Figure B.1b, port 1 is the input port for λ_1 and the output port for λ_2 . For this application, near-end isolation and near-end crosstalk can be defined. The meaning of “near-end” is the same side. Near-end isolation for port 2 (λ_1) is a_{322} . Near-end crosstalk, XT_{NE} for port 2 (λ_1), is defined as the following formula by logarithmic transfer matrix coefficient.

$$XT_{NE}(\text{port } 2, \lambda_1) = a_{121} - a_{322}$$

B.2 Definition of near-end isolation and near-end crosstalk

More generic definitions of near-end isolation and near-end crosstalk are explained as shown below.

B.2.1

bidirectional (near-end) isolation

for a bidirectional WDM multiplexer (MUX)/demultiplexer (DMUX) device, bidirectional (near-end) isolation is defined as

$$BCA = a_{\text{mux}}$$

where

- a_{mux} is an element of the logarithmic transfer matrix;
- m is the MUX input port number;
- o is the DMUX output port number;
- x is the wavelength number associated with port m .

B.2.2

bidirectional (near-end) crosstalk

for a bidirectional WDM-MUX/DEMUX device, near-end crosstalk is defined by subtraction from the logarithmic transfer matrix coefficient of conducting port pair with conducting channel, to bidirectional near-end isolation

Note 1 to entry: Because bidirectional WDM-MUX/DMUX devices have both input channels and output channels at the same side of the device, input light for one direction can appear on the output port for the other direction. The bidirectional (near-end) crosstalk is defined to be:

$$I_B = a_{\text{mux}} - a_{\text{doc}}$$

where

- a_{mux} is an element of the logarithmic transfer matrix;
- a_{doc} is an element of the logarithmic transfer matrix;
- d is the DMUX input port number;
- o is the DMUX output port number;
- c is the (channel) wavelength number associated with port o ;
- m is the MUX input port number;
- x is the wavelength number associated with port m .

Note 2 to entry: In the example given below of a four-wavelength bidirectional system, wavelengths 1 and 2 travel from left to right and wavelengths 3 and 4 from right to left (see Figure B.2).

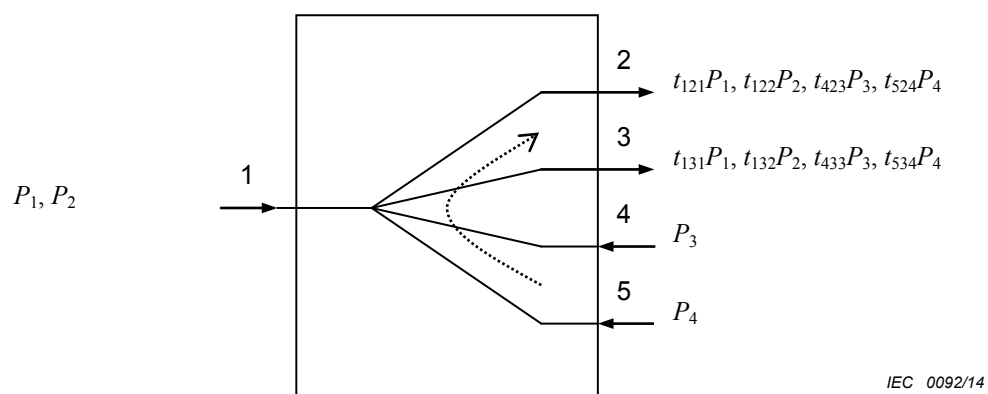


Figure B.2 – Illustration of a four-wavelength bidirectional system

For the example given above, the bidirectional isolation of port 2 to wavelength 3 is $a_{423} - a_{121}$.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62074-1:2014

Annex C (informative)

Transfer matrix as applications of WDM devices (example)

C.1 Generic

There are several applications of WDM devices for fibre optic communication systems, such as wavelength multiplexer, wavelength demultiplexer, wavelength multiplexer/demultiplexer, wavelength router and wavelength channel add/drop. These applications of WDM devices can be recognized as a function used in optical transmission systems. These functions can be expressed by transfer matrixes.

The schematic diagrams which follow do not necessarily correspond to the physical layout of the branching device and its ports.

In the diagrams shown below, the arrows on the ports indicate the direction of travel of optical power. A port with no arrow is nominally isolated from the indicated launched port.

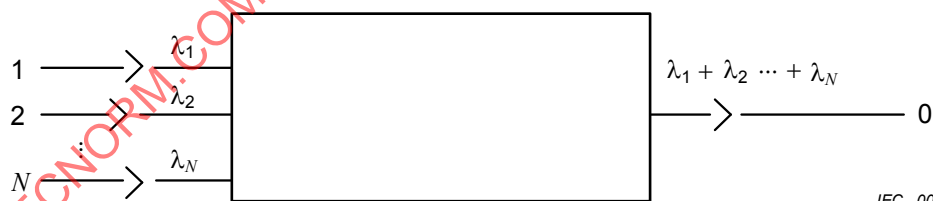
The following devices include only those which are in common use within industry at present. They do not include every possible form of transfer matrix.

For the definition of the transfer matrix refer to 3.1.2.

The transfer coefficients are nominally equal to zero or greater than zero. The nominal values of the transfer coefficients are indicated.

C.2 Wavelength multiplexer

A wavelength-selective branching device whose function is to combine N different optical signals differentiated by wavelength from N corresponding input ports on to a single output port. Port 0 is the output port (see Figure C.1).



IEC 0093/14

Key

λ_k wavelength

Figure C.1 – Example of a wavelength multiplexer

The wavelength dependent transfer matrix is:

		Receive ports				
		0	1	.	.	N
Launch ports	0	n/a	n/a	.	.	n/a
	1	t_{10}	t_{11}	t_{12}	.	t_{1N}
	2	t_{20}				
	.	.				
	N	t_{N0}	t_{N1}			t_{NN}

For $i \neq 0$ each coefficient t_{i0} is ideally 1 at wavelength i and 0 at all other operating wavelengths. The coefficients t_{ij} (where $i, j \neq 0$ and $i \neq j$) are related to the directivity, while the coefficients t_{ji} are related to the return loss.

C.3 Wavelength demultiplexer

A wavelength-selective branching device whose function is to separate N different optical signals, differentiated by wavelength from a single input port to N corresponding output ports. Port 0 is the input port (see Figure C.2).



IEC 0094/14

Key

λ_k wavelength

Figure C.2 – Example of a wavelength demultiplexer

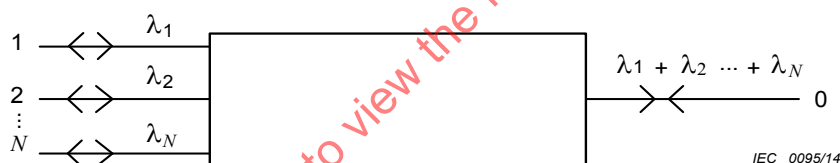
The wavelength dependent transfer matrix is:

		Receive ports					
		0	1	.	.	.	N
Launch ports	0	t_{00}	t_{01}	t_{02}	.	.	t_{0N}
	1	n/a	n/a	.	.	.	n/a
	2	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.
	N	n/a	n/a	.	.	.	n/a

For $i \neq 0$ each coefficient t_{0i} is ideally 1 at wavelength i and 0 at all other operating wavelengths. t_{ii} is related to the return loss.

C.4 Wavelength multiplexer/demultiplexer

A wavelength-selective branching device which performs functions both of a wavelength multiplexer and demultiplexer. Port 0 is the output for the multiplexer and input for the demultiplexer (see Figure C.3).



Key

λ_k wavelength

Figure C.3 – Example of a wavelength multiplexer/demultiplexer

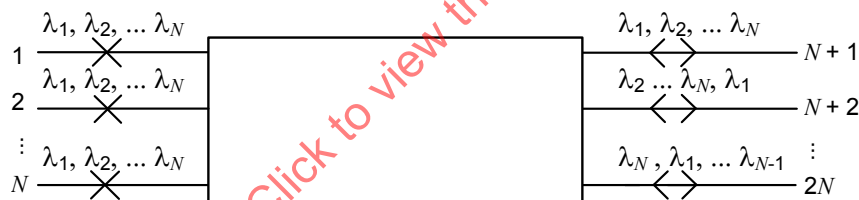
The wavelength dependent transfer matrix is:

		Receive ports					
		0	1	.	.	.	N
Launch ports	0	t_{00}	t_{01}	t_{02}	.	.	t_{0N}
	1	t_{10}	t_{11}	t_{12}	.	.	t_{1N}
	2	t_{20}					
	.	.					
	.	.					
	N	t_{N0}	t_{N1}				t_{NN}

For $i \neq 0$ each coefficient t_{0i} and t_{i0} is ideally 1 at wavelength i and 0 at all other operating wavelengths. The coefficients t_{ij} (where $i, j \neq 0$ and $i \neq j$) are related to the directivity, while the coefficients t_{ii} are related to the return loss.

C.5 Wavelength router

A wavelength-selective branching device which performs functions of routing on a set of N operating wavelengths, i.e. each of the N operating wavelengths is transmitted through the device to any of the output ports, depending on the selected input ports (see Figure C.4).



IEC 0096/14

Key

λ_k wavelength

Figure C.4 – Example of a wavelength router

The wavelength dependent transfer matrix is:

Receive ports

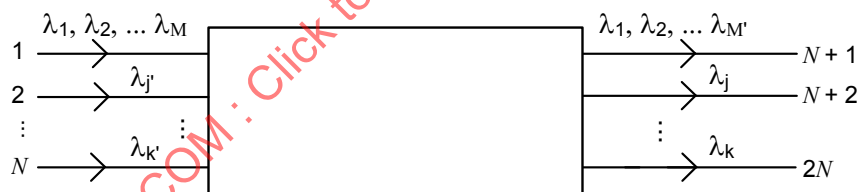
		Receive ports					
		1	2	...	N	(N+1)	(2N)
Launch ports	1	t_{11}	t_{12}	...	t_{1N}	$t_{1(N+1)}$	$t_{1(2N)}$
	2	t_{21}					$\vdots$
	$\vdots$	$\vdots$					$\vdots$
	$\vdots$	$\vdots$					$\vdots$
	N	t_{N1}			t_{NN}	$t_{N(N+1)}$	$t_{N(2N)}$
	(N+1)	$t_{(N+1)1}$			$t_{(N+1)N}$	$t_{(N+1)(N+1)}$	$t_{(N+1)(2N)}$
	$\vdots$	$\vdots$					$\vdots$
(2N)	$t_{(2N)1}$			$t_{(2N)N}$	$t_{(2N)(N+1)}$	$t_{(2N)(2N)}$	

$$\begin{bmatrix} A & C \\ C & B \end{bmatrix}$$

In zones A and B of the matrix the coefficients t_{ii} are related to the return loss, while the coefficients t_{ij} , where $i \neq j$, are related to the directivity. The zones C are nominally symmetric and identical matrices; in these zones t_{ij} is nominally 1 at the operating wavelength $[i + j - N - 2]_{N+1}$ (where $[M]_N$ defines the function $M \bmod N$) and 0 at all other operating wavelengths.

C.6 Wavelength channel add/drop

A wavelength-selective branching device which performs functions of dropping $(N-1)$ channels in a set of M operating wavelengths (where $M = 2..N+1$), and inserting, at the same time $(N-1)$ channels at the same nominal operating wavelength of the dropped channels (see Figure C.5).



IEC 0097/14

Key

λ_k wavelength

Figure C.5 – Example of wavelength channel add/drop

The wavelength dependent transfer matrix is:

		Receive ports					
		1	2	.	N	$(N+1)$	$(2N)$
Launch ports	1	t_{11}	t_{12}	.	t_{1N}	$t_{1(N+1)}$	$t_{1(2N)}$
	2	t_{21}					.
	.	.					.
	.	.					.
	N	t_{N1}			t_{NN}	$t_{N(N+1)}$	$t_{N(2N)}$
	$(N+1)$	n/a			n/a	n/a	n/a
	.						.
	.						.
	$(2N)$	n/a			n/a	n/a	n/a

A	B
n/a	n/a

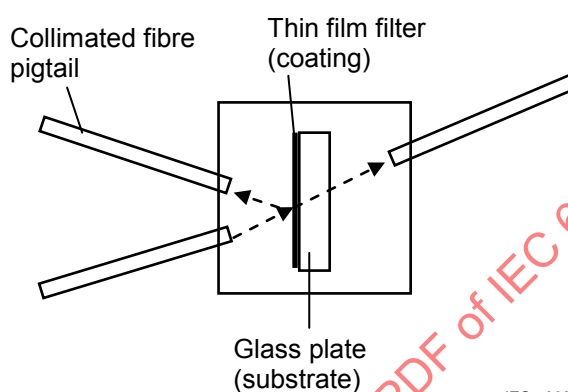
The transfer coefficients in the zone A of the matrix are nominally zero (in this zone of the matrix the coefficients t_{ii} are related to the return loss, while the coefficients t_{ij} , where $i \neq j$, are related to the near-end crosstalk). In the zone B the coefficient $t_{1(N+1)}$ is nominally 1 at all the $M - N + 1$ operating wavelength $\lambda_i \neq \lambda_{j,k}$ and nominally 0 at all other operating wavelength; the coefficients $t_{j(N+1)}$ where $j \neq 1$ are nominally 1 at the operating wavelength λ_j and 0 at all other operating wavelength and are nominally identical to the coefficients t_{1j} where $j \neq (N+1)$; all the other coefficients are nominally zero (they are related to the directivity).

Annex D (informative)

Example of technology of thin film filter WDM devices

D.1 General

A WDM device using thin film filter (TTF) technology consists of a thin film filter coated on a substrate (generally glass plate), optical fibres as input/output ports and lenses that convert divergent light to/from collimated light (refer Figure D.1).



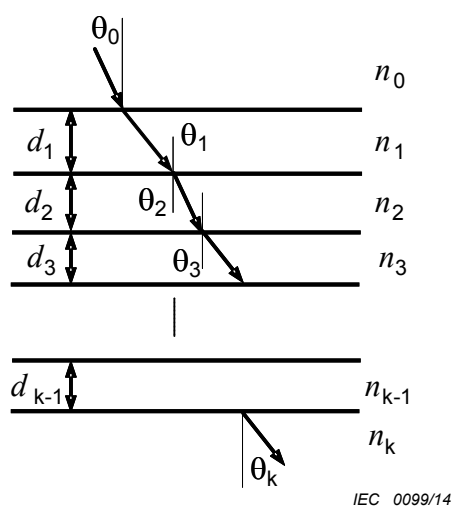
IEC 0098/14

Figure D.1 – Schematic configuration of a thin film filter WDM device

D.2 Thin film filter technology

The fundamental structure of a thin-film filter is based on the Fabry-Perot etalon, which acts as a bandpass filter. A signal at the passband wavelength passes through the filter, and other wavelengths are reflected with high reflectivity. The centre wavelength of the passband is determined by the cavity length of the filter.

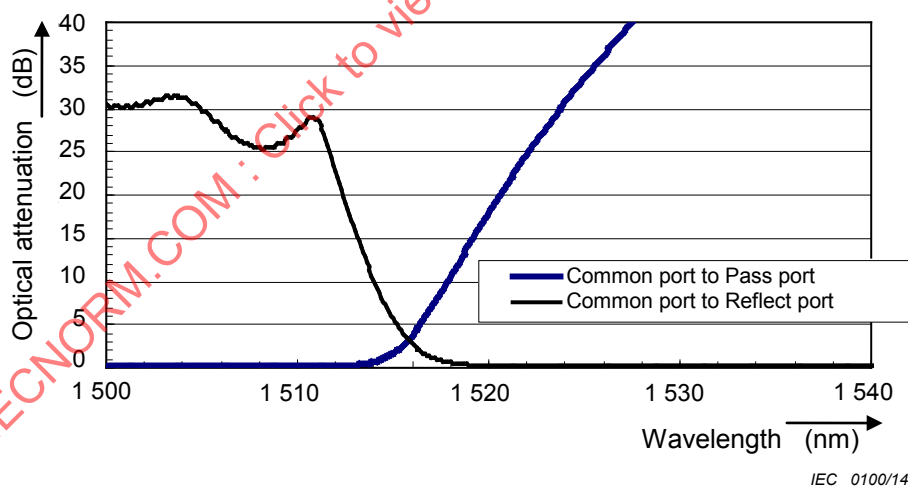
Multilayer thin-film filters are known as wavelength selective optical filters. The structure of multiplayer thin-film filters is one where alternating layers of an optical coating are built up on a glass substrate. By controlling the thickness and number of the layers, the wavelength of the passband of the filter can be tuned and made as wide or as narrow as desired.

**Key**

- d_k thickness;
 n_k refractive index;
 θ_k incident angle

Figure D.2 – Structure of multilayer thin film**D.3 Typical characteristics of thin film filter**

Figure D.3 shows the typical characteristics of a 1 510 nm and C-band WDM device that uses thin film filter technology. This device has three ports.

**Figure D.3 – Typical characteristics of 1 510 nm and C-band WDM device using thin film filter technology**

Annex E (informative)

Example of technology of fibre fused WDM devices

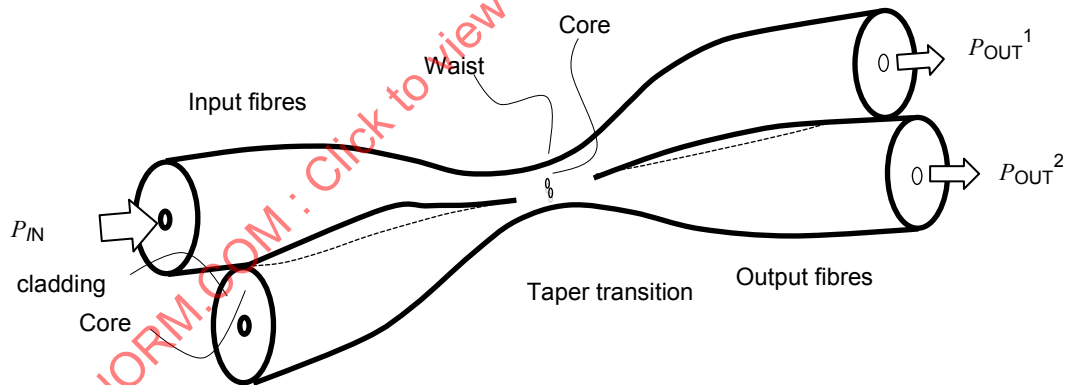
E.1 General

A fused coupler is an important passive component in optical telecommunication systems, which perform functions including light branching and splitting in optical fibre circuits, MUX/DEMUX, filtering, wavelength independent splitting and polarization selective splitting.

The simplest fusion coupler is a 2×2 bidirectional type, and it is made by joining two independent single mode fibres, which work on the fundamental principle of coupling between parallel optical waveguides; where the claddings of each fibre are fused over a small region (Figure E.1). Therefore, the two fibres must be brought sufficiently close to each other.

The fundamental rule in theory involves a partial or complete transfer of power between the two waveguides as a result of energy transfer. The exchange of optical power occurs due to optical coupling between the evanescent wave of the guided mode of one core and that of the natural mode of the second core.

The uniformly spaced parallel interaction region plays the key role in the coupling process. The interaction region has a longitudinally invariant structure and the optical coupling that takes place in this waist region can be understood in terms of coupling mode analysis.

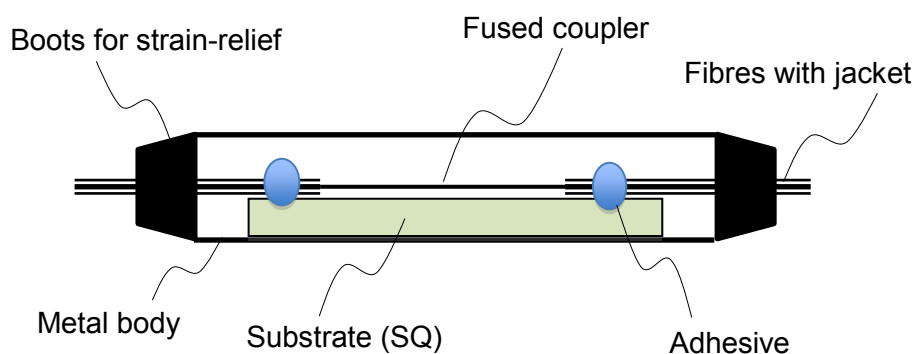


IEC 0101/14

Figure E.1 – Structure of a fused bi-conical tapered 2x2 coupler

One of the various packaging schemes of the fused couplers is shown in Figure E.2. The package generally involves a double-layered structure designed to protect the fused bi-conical region.

The material properties of the primary packaging substrate have a large influence on the performance of the coupler because of the variations in the environmental and thermal conditions. The best material for the primary package is synthetic quartz (SQ) since it exhibits the same behaviour as of the fibre. The primary packaging substrate is semi-cylindrical type with a rectangular groove, which can be easily positioned and fixed by using a positioning stage. And it is fixed at the ends of a parallel region using a suitable adhesive. After primary packaging, the fused coupler is still bare and needs to be further encapsulated for the protection. The device with the primary package is inserted into a metal tube and is shielded at the both ends with sealants to keep it airtight. As the material of the main body, the metal alloy is used, which has approximately the same coefficient of thermal expansion as SQ.

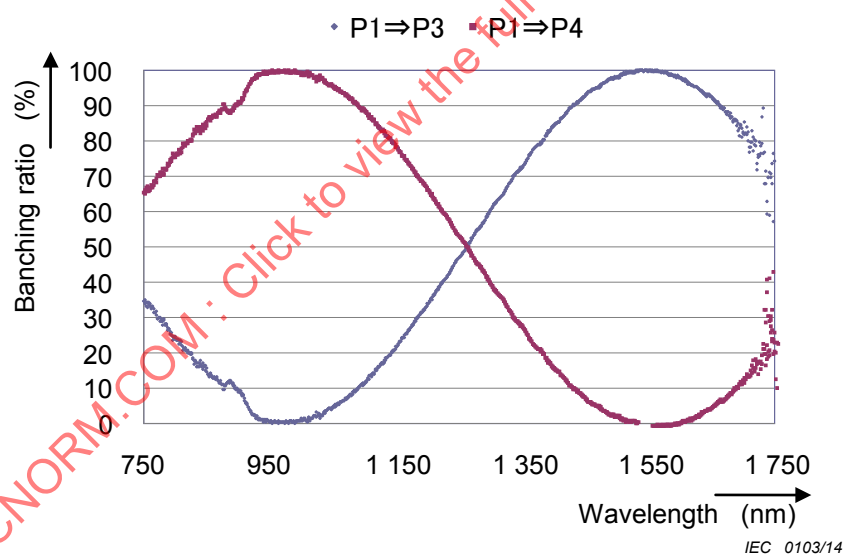


IEC 0102/14

Figure E.2 – Typical scheme for a fused coupler

E.2 Typical characteristics of fibre fused WDM devices

Figure E.3 shows typical wavelength dependent characteristics of the transmittance for bar ports and cross ports.



IEC 0103/14

Figure E.3 – Typical characteristics of a fibre fused WDM device

Annex F (informative)

Example of arrayed waveguide grating (AWGs) technology

F.1 General

An arrayed waveguide grating is an optical dispersive element based on planar lightwave circuit technology. It is integrated with two slab waveguides, and input and output waveguides in a single chip. The integrated chip works like a spectrometer and is used as a multi/demultiplexer in DWDM transmission systems.

Figure F.1 shows the basic configuration of an AWG. The incoming light diffracts in the first slab waveguide and enters an array of channel waveguides with different lengths and thus provides a wavelength-dependent phase shift in the array. After propagating through the array, the light converges in the other slab waveguide like a concave mirror. Thanks to the phase shift, the focusing position depends on the input light wavelength. As a result, the wavelength multiplexed input light is demultiplexed to the respective output ports. In many cases, AWG chips are made of silica glass on a silicon substrate because it has a low propagation loss and can be efficiently coupled with single mode optical fibres.

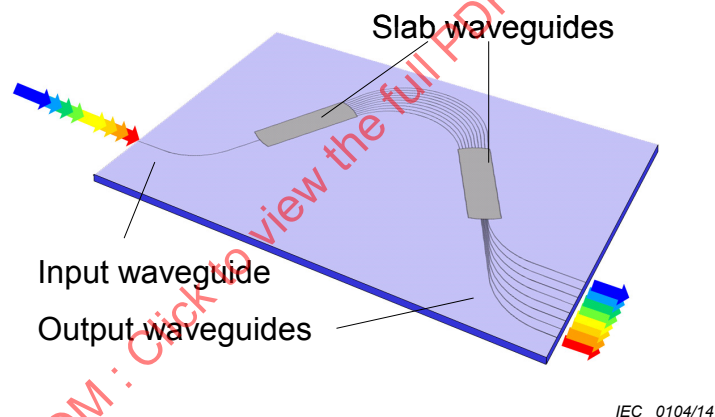


Figure F.1 – Basic configuration of AWG

F.2 Typical characteristics of AWG

Figure F.2 shows a typical optical attenuation spectrum of an AWG wavelength multi/demultiplexer which is designed for 100 GHz-spacing, 40-channel DWDM systems. Each spectral curve has a Gaussian profile in the vicinity of its peak transmission wavelength. A flat non-Gaussian spectrum can be realized by installing a parabolic input waveguide aperture or a Mach-Zehnder interferometer in front of the input side slab waveguide.

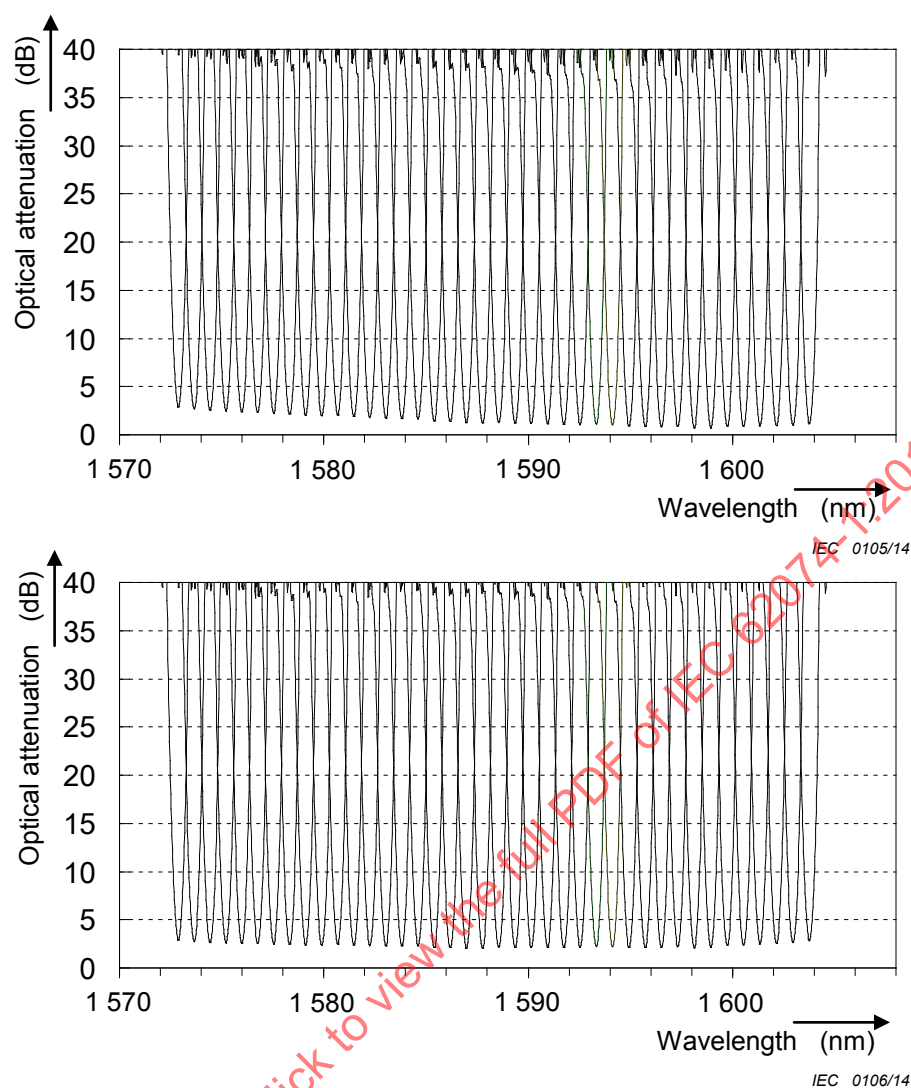


Figure F.2 – Example of AWG characteristics

Annex G (informative)

Example of FBG filter technology

G.1 General

A fibre Bragg grating (FBG) can reflect particular light wavelengths of light and transmit other wavelengths. It is used with an optical circulator in order to pick up reflected particular wavelengths as shown in Figure G.1.

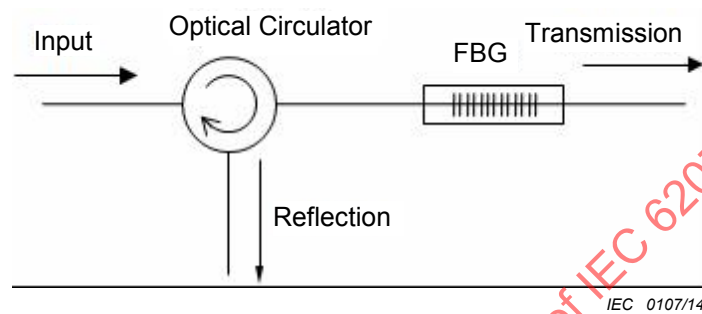


Figure G.1 – Usage of fibre Bragg grating filter

An FBG has a periodic variation to the refractive index of the fibre core as shown in Figure G.2 and this periodic variation to the refractive index generates a wavelength specific mirror. Therefore, an FBG can be used as an optical filter or as a wavelength-specific reflector.

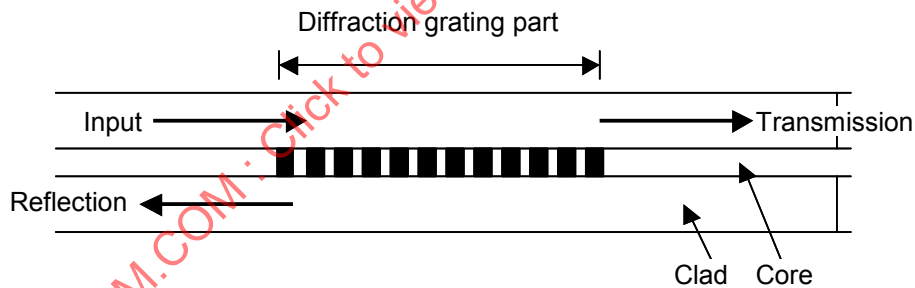


Figure G.2 – Function and mechanism of fibre Bragg grating

The fundamental principle of a FBG is Bragg reflection. The refractive index is assumed to exhibit a periodic variation over a defined length. The reflected wavelength (λ_B), called the Bragg wavelength, is defined by the relationship,

$$\lambda_B = 2n\Lambda$$

where n is the average refractive index of the grating and Λ is the period of the refractive index variation.

The bandwidth ($\Delta\lambda$), is given by

$$\Delta\lambda = \left[\frac{2\delta n_0 \eta}{\pi} \right] \lambda_B$$

where δn_0 is the variation in the refractive index, and η is the power fraction in the core.

The peak reflection ($P_B(\lambda_B)$) is approximately given by

$$P_B(\lambda_B) \approx \tanh^2 \left[\frac{N\eta\delta n_0}{n} \right]$$

G.2 Typical characteristics of FBG filter

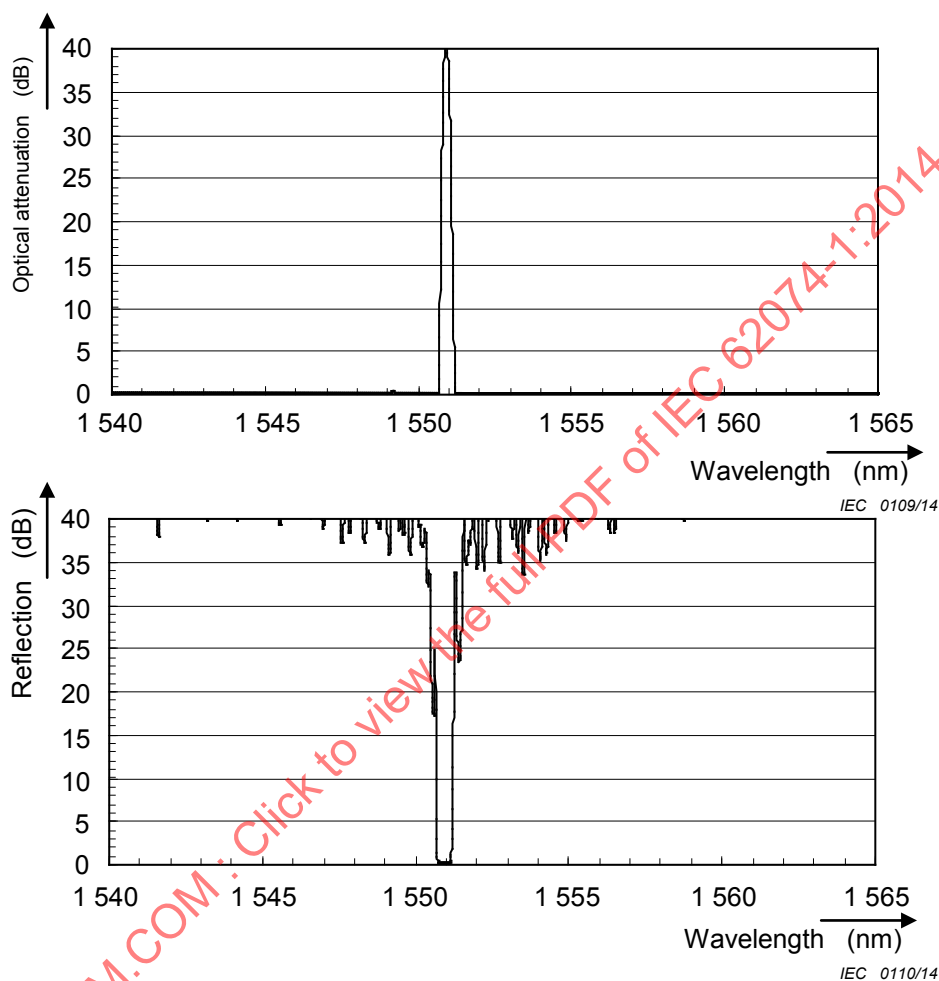


Figure G.3 – Example of FBG filter characteristics

Bibliography

ITU-T Recommendation G.694.1, *Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid*

ITU-T Recommendation G.694.2, *Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62074-1:2014

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62074-1:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	59
1 Domaine d'application.....	61
2 Références normatives	61
3 Termes et définitions	62
3.1 Définitions des termes principaux	62
3.2 Définitions des composants	63
3.3 Définitions des paramètres de performances	64
4 Exigences	81
4.1 Classification	81
4.1.1 Généralités	81
4.1.2 Type	81
4.1.3 Modèle	81
4.1.4 Variante	82
4.1.5 Niveau d'évaluation	83
4.1.6 Extension de référence normative	83
4.2 Documentation	83
4.2.1 Symboles	83
4.2.2 Système de spécification	83
4.2.3 Dessins	84
4.2.4 Mesures	85
4.2.5 Fiches techniques d'essai	85
4.2.6 Instructions d'utilisation	85
4.3 Système de normalisation	86
4.3.1 Normes de performance	86
4.3.2 Norme de fiabilité	86
4.3.3 Interconnexion	87
4.4 Conception et construction	87
4.4.1 Matériaux	87
4.4.2 Exécution	87
4.5 Exigences de performance	88
4.6 Identification et marquage	88
4.6.1 Généralités	88
4.6.2 Numéro d'identification de variante	88
4.6.3 Marquage des composants	88
4.6.4 Marquage du conditionnement	88
4.7 Sécurité	89
Annexe A (informative) Matrice de transfert	90
A.1 Généralités	90
A.2 Matrice de transfert	90
A.3 Coefficient de la matrice de transfert	91
A.4 Matrice de transfert logarithmique	91
Annexe B (informative) Performances spécifiques des dispositifs WDM pour système de transmission bidirectionnelle (exemple)	93
B.1 Générique	93
B.2 Définition de l'isolation proche et de la paradiaphonie	94
Annexe C (informative) Matrice de transfert applicable aux dispositifs WDM (exemple)	96

C.1	Générique	96
C.2	Multiplexeur de longueur d'onde	96
C.3	Démultiplexeur de longueur d'onde	97
C.4	Multiplexeur/démultiplexeur de longueur d'onde	98
C.5	Routeur de longueur d'onde	99
C.6	Insertion/extraction de longueur d'onde du canal	100
Annexe D (informative) Exemple de technologie de dispositifs WDM à filtre en couche mince		102
D.1	Généralités	102
D.2	Technologie de filtre en couche mince	102
D.3	Caractéristiques types du filtre en couche mince	103
Annexe E (informative) Exemple de dispositifs WDM utilisant la technologie sur fibre par fusion étirage		104
E.1	Généralités	104
E.2	Caractéristiques types des dispositifs WDM sur fibre par fusion étirage	105
Annexe F (informative) Exemple de technologie de réseau de guides d'ondes phasés (AWG)		106
F.1	Généralités	106
F.2	Caractéristiques types de AWG	106
Annexe G (informative) Exemple de technologie de filtre FBG		108
G.1	Généralités	108
G.2	Caractéristiques types du filtre FBG	109
Bibliographie		110
Figure 1 – Exemple d'un dispositif à six ports dont deux ports d'entrée et quatre ports de sortie		62
Figure 2 – Illustration de plage de longueurs d'onde du canal		65
Figure 3 – Illustration de la perte d'insertion		66
Figure 4 – Illustration de l'ondulation		67
Figure 5 – Illustration de la variation de la perte d'insertion du canal		68
Figure 6 – Illustration de la longueur d'onde d'isolation		69
Figure 7 – Illustration de la plage de longueurs d'onde d'isolation		70
Figure 8 – Illustration de l'isolation entre canaux adjacents		71
Figure 9 – Illustration de l'isolation du canal non-adjacent		72
Figure 10 – Illustration de diaphonie maximale du canal adjacent		73
Figure 11 – Illustration de diaphonie maximale du canal non-adjacent		74
Figure 12 – Illustration du rapport d'extinction du canal		76
Figure 13 – Illustration de la plage spectrale libre		78
Figure 14 – Illustration de la longueur d'onde centrale dépendant de la polarisation (PDCW)		78
Figure 15 – Illustration de la largeur de bande X-dB		80
Figure 16 – Dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde		82
Figure 17 – Dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde		82
Figure 18 – Dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde		82
Figure 19 – Dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde		82
Figure A.1 – Exemple d'un dispositif à six ports dont deux ports d'entrée et quatre ports de sortie		90

Figure A.2 – Illustration du coefficient de la matrice de transfert	91
Figure B.1 – Application de système de transmission unidirectionnelle et bidirectionnelle d'un dispositif WDM 1×2	93
Figure B.2 – Illustration d'un système bidirectionnel à quatre longueurs d'onde.....	95
Figure C.1 – Exemple d'un multiplexeur de longueur d'onde	96
Figure C.2 – Exemple d'un démultiplexeur de longueur d'onde	97
Figure C.3 – Exemple d'un multiplexeur/démultiplexeur de longueur d'onde	98
Figure C.4 – Exemple de routeur de longueur d'onde.....	99
Figure C.5 – Exemple d'insertion/extraction de longueur d'onde du canal.....	100
Figure D.1 – Schéma de configuration d'un dispositif WDM à filtre en couche mince	102
Figure D.2 – Structure à plusieurs couches minces	103
Figure D.3 – Caractéristiques types d'un dispositif WDM de 1 510 nm et en bande C utilisant la technologie de filtre en couche mince	103
Figure E.1 – Structure d'un coupleur biconique 2x2 par fusion étirage.....	104
Figure E.2 – Schéma type d'un coupleur par fusion étirage.....	105
Figure E.3 – Caractéristiques types d'un dispositif WDM sur fibre par fusion étirage	105
Figure F.1 – Configuration de base de AWG.....	106
Figure F.2 – Exemple de caractéristiques AWG	107
Figure G.1 – Utilisation d'un filtre de réseau de Bragg sur fibre.....	108
Figure G.2 – Fonction et mécanisme du réseau de Bragg sur fibre.....	108
Figure G.3 – Exemple de caractéristiques du filtre FBG	109
Tableau 1 – Structure de spécification IEC à trois niveaux.....	84
Tableau 2 – Matrice d'interconnexion des normes	87

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS
A FIBRES OPTIQUES – DISPOSITIFS WDM A FIBRES OPTIQUES –****Partie 1: Spécification générique****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 62074-1 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2009; elle constitue une révision technique.

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

- a) mise à jour significative des définitions;
- b) ajout des Annexes informatives C à G présentant des exemples d'informations techniques relatives aux dispositifs WDM.

La présente version bilingue (2016-01) correspond à la version anglais monolingue publiée en 2014-02.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86B/3700/FDIS et 86B/3722/RVD.

Le rapport de vote 86B/3722/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62074, publiée sous le titre général *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Dispositifs WDM à fibres optiques*, est disponible sur le site internet de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, 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 A FIBRES OPTIQUES – DISPOSITIFS WDM A FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62074 s'applique aux dispositifs de multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM¹) à fibres optiques, dont les caractéristiques générales sont les suivantes:

- ils sont passifs, en ce qu'ils ne contiennent aucun élément optoélectronique ni autre élément de transduction; mais ils peuvent utiliser une commande de température uniquement dans le but de stabiliser les caractéristiques des dispositifs; ils excluent toute fonction de commutation optique;
- ils possèdent au moins trois ports pour l'entrée et/ou la sortie de la puissance optique et partagent la puissance optique entre ces ports d'une façon prédéterminée en fonction de la longueur d'onde;
- les ports sont des fibres optiques ou des connecteurs à fibres optiques.

La présente norme spécifie les exigences uniformes pour:

- les propriétés optiques, mécaniques et environnementales.

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour sa mise en œuvre. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

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

IEC 60050-731, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques*

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

IEC 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 61931, *Fibres optiques – Terminologie*

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

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

¹ WDM = wavelength division multiplexing.

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

ISO 8601, *Eléments 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 l'IEC 60050-731 ainsi que les suivantes s'appliquent.

3.1 Définitions des termes principaux

3.1.1

port

fibre optique ou connecteur de fibre optique fixé à un composant passif pour l'entrée et/ou la sortie de la puissance optique

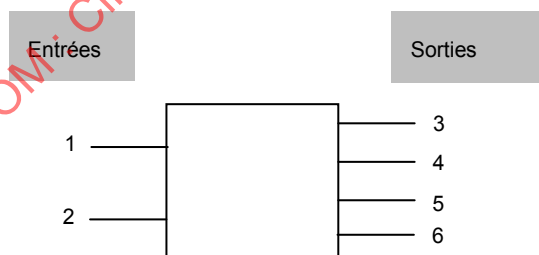
3.1.2

matrice de transfert

propriétés optiques d'un dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde à fibre optique pouvant être définies en termes de matrice de coefficients $n \times n$, où n est le nombre de ports et les coefficients représentent la puissance optique fractionnelle transférée entre les ports désignés

Note 1 à l'article: Une explication détaillée de la matrice de transfert est donnée à l'Annexe A. Les ports sont numérotés en ordre successif. Ainsi, la matrice de transfert est développée pour montrer tous les ports et toutes les combinaisons possibles. La numérotation des ports est arbitraire.

Note 2 à l'article: La Figure 1 ci-dessous illustre un exemple d'un dispositif à six ports dont deux ports d'entrée et quatre ports de sortie. Ce dispositif WDM peut fonctionner en configuration quatre ports d'entrée et deux ports de sortie pour ce qui concerne leurs caractéristiques de réciprocité. De même, on doit noter de pouvoir sélectionner le nombre de ports d'entrée et de sortie, par exemple, 1 port d'entrée et 5 ports de sortie, 3 ports d'entrée et 3 ports de sortie, etc., notamment pour l'application de systèmes de transmission bidirectionnelle. Voir l'Annexe B.



IEC 0069/14

Figure 1 – Exemple d'un dispositif à six ports dont deux ports d'entrée et quatre ports de sortie

Note 3 à l'article: S'il existe quatre longueurs d'onde de fonctionnement, la matrice de transfert obtenue devient une matrice $6 \times 6 \times 4$: l'affaiblissement optique à λ_1 du port 1 au port 6 utiliserait a_{161} . L'affaiblissement de réflexion du port 2 à λ_4 utiliserait a_{224} . L'affaiblissement optique du port 5 au port 2 à λ_3 utiliserait a_{523} .

3.1.3

coefficient de la matrice de transfert

élément t_{ij} de la matrice de transfert

Note 1 à l'article: t_{ij} est un nombre supérieur ou égal à zéro et inférieur ou égal à un.

Note 2 à l'article: Une explication détaillée est donnée à l'Annexe A.

3.1.4

matrice de transfert logarithmique

matrice de transfert dont l'élément de matrice a_{ij} est une valeur logarithmique de l'élément de matrice de transfert t_{ij} . a_{ij} est un nombre positif exprimé en dB

Note 1 à l'article: Une explication détaillée est donnée à l'Annexe A.

3.1.5

paire de ports conducteurs

deux ports i et j entre lesquels t_{ij} a une valeur nominale supérieure à zéro (dans l'idéal t_{ij} est égal à 1 et a_{ij} est égal à 0) à une longueur d'onde spécifiée

3.1.6

paire de ports isolés

deux ports i et j entre lesquels t_{ij} a une valeur nominale de zéro, et a_{ij} a une valeur nominale infinie à une longueur d'onde spécifiée

3.1.7

canal

bande de longueur d'onde (fréquence) dans laquelle un signal optique est émis pour un dispositif WDM

Note 1 à l'article: Les dispositifs WDM ont deux canaux ou plus.

3.1.8

espacement entre les canaux

différences de centre à centre en termes de fréquence ou longueur d'onde entre des canaux adjacents dans un dispositif WDM

3.2 Définitions des composants

3.2.1

dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde

composant passif possédant trois ports ou plus qui partage la puissance optique entre ses ports d'une façon prédéterminée, sans aucune amplification ni autre modulation active mais uniquement en fonction de la longueur d'onde, dans la mesure où au moins deux plages de longueur d'onde différentes sont transférées essentiellement entre deux paires de ports différents

3.2.2

multiplexeur par répartition en longueurs d'onde

dispositif WDM

synonyme de dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde

Note 1 à l'article: Le terme dispositif à sélection de longueur d'onde s'oppose au terme dispositif de dérivation non à sélection de longueur d'onde. Le terme dispositif WDM est fréquemment utilisé.

Note 2 à l'article: L'abréviation WDM est dérivée du terme anglais développé correspondant "wavelength division multiplexing".

3.2.3

multiplexeur par répartition en longueurs d'onde dense

dispositif DWDM

dispositif WDM destiné à fonctionner pour un espacement entre les canaux égal ou inférieur à 1 000 GHz (environ 8 nm à 1 550 nm et 5,7 nm à 1 310 nm)

Note 1 à l'article: L'abréviation DWDM est dérivée du terme anglais développé correspondant "dense wavelength division multiplexing".

3.2.4

multiplexeur par répartition en longueurs d'onde grossière

dispositif CWDM

dispositif WDM destiné à fonctionner pour un espacement entre les canaux inférieur à 50 nm et supérieur à 1 000 GHz

Note 1 à l'article: L'abréviation CWDM est dérivée du terme anglais développé correspondant "coarse wavelength division multiplexing".

3.2.5

dispositif WDM large

dispositif WWDM

dispositif WDM destiné à fonctionner pour un espacement entre les canaux égal ou supérieur à 50 nm

Note 1 à l'article: L'abréviation WWDM est dérivée du terme anglais développé correspondant "wide wavelength division multiplexing".

3.2.6

multiplexeur de longueur d'onde

MUX

dispositif WDM (DWDM, CWDM ou WWDM) doté de n ports d'entrée et d'un port de sortie, dont la fonction est de combiner n signaux optiques différents, différenciés par la longueur d'onde en provenance de n ports d'entrée correspondants en direction d'un seul port de sortie

3.2.7

démultiplexeur de longueur d'onde

DEMUX

dispositif WDM (DWDM, CWDM ou WWDM) doté d'un port d'entrée et de n ports de sortie, dont la fonction est de séparer n signaux optiques différents, différenciés par la longueur d'onde en provenance d'un seul port d'entrée en direction de n ports de sortie correspondants

3.2.8

entrelaceur

dispositif DWDM doté de trois ports, dont la fonction est de séparer n signaux optiques différents, différenciés par la longueur d'onde en provenance d'un seul port d'entrée vers un signal de canal impair en direction d'un port de sortie, et d'un signal de canal pair en direction de l'autre port de sortie en alternance

Note 1 à l'article: Un entrelaceur peut fonctionner comme un multiplexeur de longueur d'onde (OMUX) par inversion du démultiplexeur.

3.3 Définitions des paramètres de performances

3.3.1

longueur d'onde de fonctionnement

longueur d'onde nominale λ_h , à laquelle un dispositif WDM fonctionne avec la performance spécifiée

Note 1 à l'article: Le terme «longueur d'onde de fonctionnement» comprend la longueur d'onde de valeur nominale pour l'émission, l'affaiblissement désigné et l'isolation.

Note 2 à l'article: La fréquence de fonctionnement est également utilisée pour un dispositif DWDM.

3.3.2

plage de longueurs d'onde de fonctionnement

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

Note 1 à l'article: Elle comprend toutes les bandes passantes et plages de longueurs d'onde d'isolation correspondant à tous les canaux.

Note 2 à l'article: Le terme «plage de longueurs d'onde de fonctionnement» est définie pour un dispositif WDM et non pour chaque canal ou port.

3.3.3

plage de longueurs d'onde du canal

plage dans laquelle un dispositif CWDM ou WWDM fonctionne avec une performance inférieure ou égale à un affaiblissement optique spécifié pour la paire de ports conducteurs

Note 1 à l'article: Pour une longueur d'onde centrale nominale du canal, λ_{nom} , cette plage de longueurs d'onde est de $\lambda_{imin} = (\lambda_{nom} - \Delta\lambda_{max})$ à $\lambda_{imax} = (\lambda_{nom} + \Delta\lambda_{max})$, où $\Delta\lambda_{max}$ est l'écart de longueur d'onde centrale maximal du canal.

Note 2 à l'article: Pour les dispositifs CWDM, les longueurs d'onde centrales du canal et les écarts de longueur d'onde centrale du canal maximaux sont définis comme les longueurs d'onde centrales nominales et les écarts de longueur d'onde spécifiés dans la Recommandation UIT-T. G 694.2.

Note 3 à l'article: Une plage de longueurs d'onde du canal est illustrée à la Figure 2.

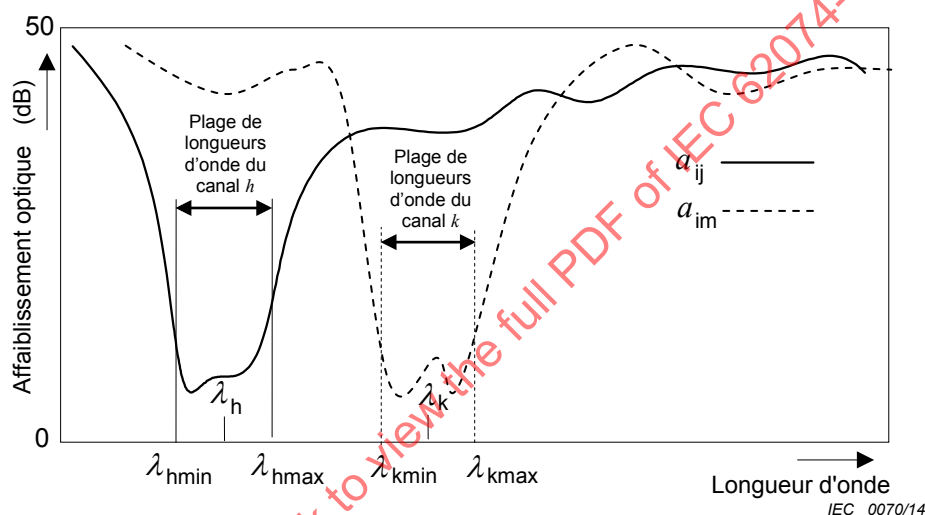


Figure 2 – Illustration de plage de longueurs d'onde du canal

3.3.4

plage de fréquences des canaux

plage de fréquences dans laquelle un dispositif DWDM est tenu de fonctionner avec une performance inférieure ou égale à un affaiblissement optique spécifié pour la paire de ports conducteurs

Note 1 à l'article: Pour une fréquence de canal nominale particulière, f_{nomi} , cette plage de fréquences est comprise entre $f_{imin} = (f_{nomi} - \Delta f_{max})$ et $f_{imax} = (f_{nomi} + \Delta f_{max})$, où Δf_{max} est l'écart de fréquence centrale maximal du canal.

Note 2 à l'article: La fréquence centrale nominale du canal et l'écart de fréquence centrale maximal du canal sont définis dans la Recommandation UIT-T G.694-1.

3.3.5

bande passante

bande passante du canal

synonyme de plage de longueurs d'onde du canal (plage de fréquences des canaux)

Note 1 à l'article: Bande passante est fréquemment utilisée.

Note 2 à l'article: Les dispositifs WDM disposent de deux bandes passantes ou plus. Chaque bande passante est définie pour chaque canal correspondant.

3.3.6

perte d'insertion

valeur maximale de a_{ij} (où $i \neq j$) dans la bande passante pour la paire de ports conducteurs

Note 1 à l'article: Il s'agit de l'affaiblissement optique entre un port donné et un autre port de la paire de ports conducteurs du port donné d'un dispositif WDM. La perte d'insertion est une valeur positive exprimée en décibels. Elle est définie comme:

$$IL = -10 \log \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)$$

où

P_{in} est la puissance optique émise dans le port;

P_{out} est la puissance optique reçue en provenance de l'autre port de la paire de ports conducteurs.

Note 2 à l'article: Une perte d'insertion est illustrée à la Figure 3.

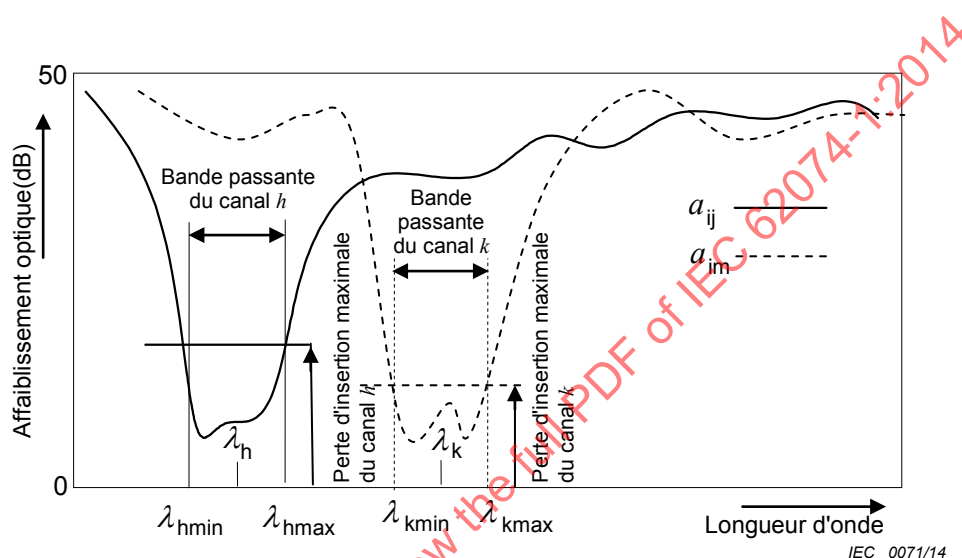


Figure 3 – Illustration de la perte d'insertion

Note 3 à l'article: Pour un dispositif WDM, elle doit être indiquée comme une valeur maximale des pertes d'insertion de tous les canaux.

3.3.7

perte d'insertion du canal

terme utilisé pour les dispositifs WDM ayant la même signification que la perte d'insertion, sauf que la perte d'insertion du canal est utilisée pour un canal alors que la perte d'insertion est utilisée dans les spécifications applicables au dispositif WDM et au canal

3.3.8

ondulation de bande passante

variation maximale de pic à pic de la perte d'insertion (valeur absolue) sur la bande passante (dans une plage de fréquences ou de longueurs d'onde du canal) (voir Figure 4 ci-dessous)

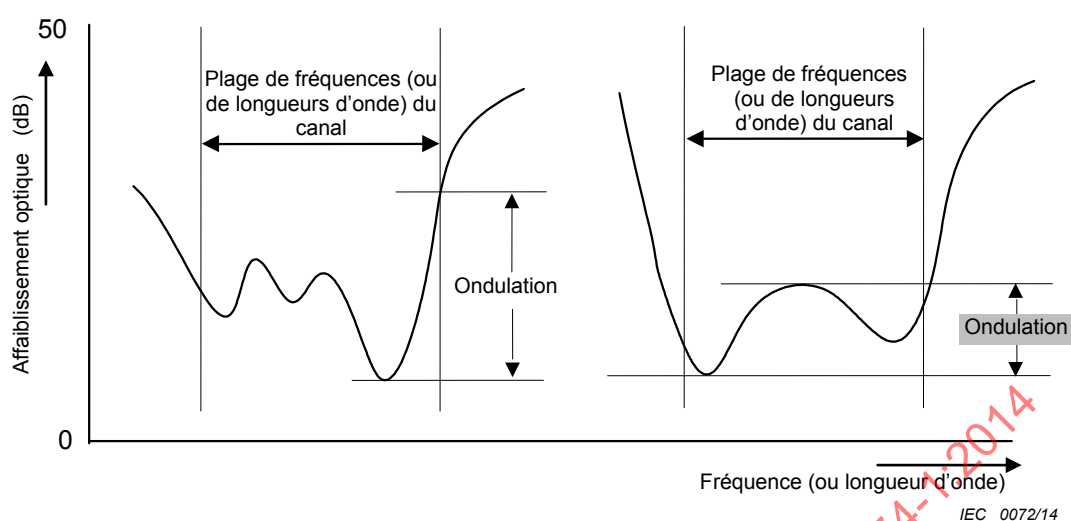


Figure 4a – Ondulation aux extrémités de la bande

Figure 4b – Ondulation intra-bande

Figure 4 – Illustration de l'ondulation

3.3.9

écart maximal de la perte d'insertion du canal

variation maximale de la perte d'insertion (valeur absolue) dans la bande passante (plage de fréquences du canal pour un dispositif DWDM ou plage de longueurs d'onde du canal pour un dispositif WDM à répartition grossière (CWDM) et un dispositif WDM large (WWDM)) (Voir Figure 5)

Note 1 à l'article: Il convient de ne pas confondre l'écart de la perte d'insertion du canal avec l'ondulation définie à la Figure 5 ci-dessous.

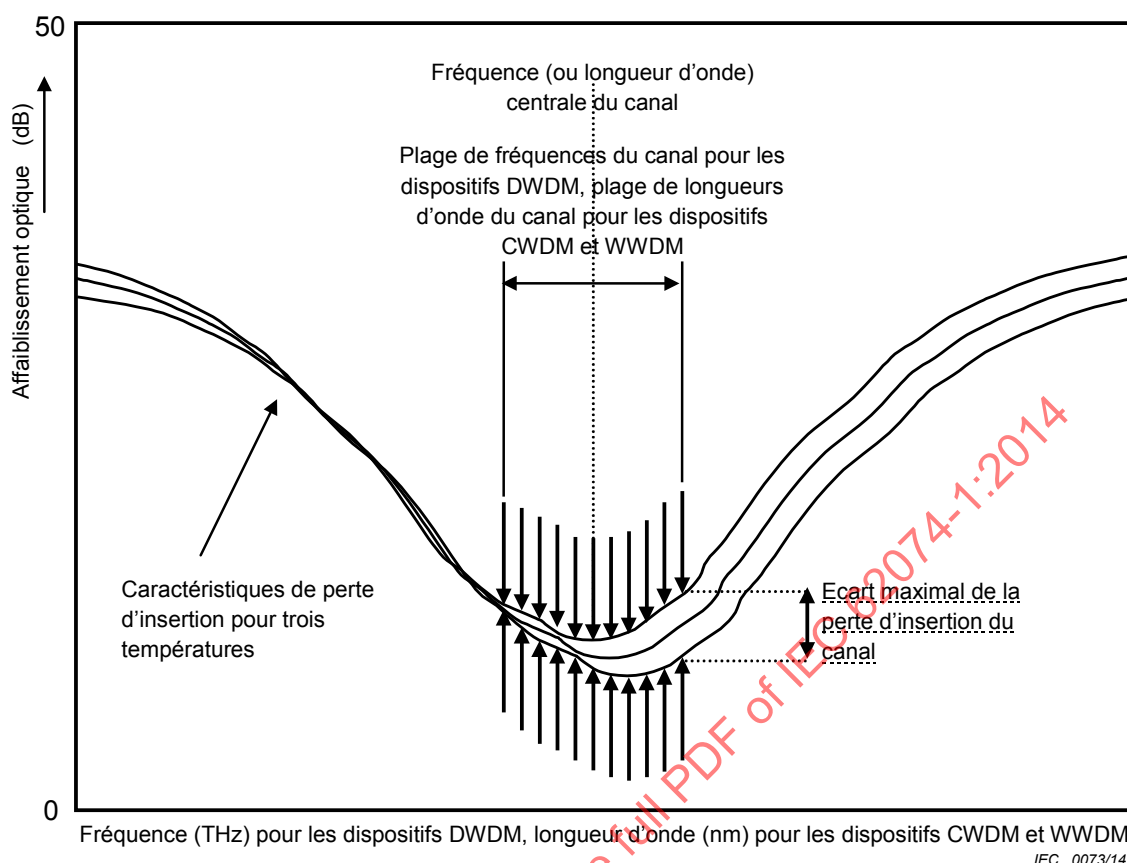


Figure 5 – Illustration de la variation de la perte d'insertion du canal

3.3.10

non-uniformité du canal

non-uniformité de la perte d'insertion du canal

pour un ensemble spécifié de ports de dérivation, différence entre la perte d'insertion maximale et la perte d'insertion minimale au port commun

Note 1 à l'article: La non-uniformité du canal est définie pour un MUX (dispositif WDM $N \times 1$) et un DEMUX (dispositif WDM $1 \times N$). La non-uniformité du canal est une valeur positive exprimée en dB.

Note 2 à l'article: Pour les dispositifs CWDM et DWDM, il convient de définir la non-uniformité du canal comme les différences entre la perte d'insertion maximale et la perte d'insertion minimale aux longueurs d'onde (fréquences) nominales de tous les canaux.

3.3.11

écart de longueur d'onde centrale

différence entre la longueur d'onde centrale et la longueur d'onde nominale (fréquence) du canal spécifié pour les dispositifs DWDM, où la longueur d'onde centrale est définie comme le centre de la plage de longueurs d'onde qui est inférieure de x dB à la valeur minimale de l'affaiblissement optique pour la bande passante (canal) spécifiée

Note 1 à l'article: Des valeurs de 0,5, 1 ou 3 sont généralement utilisées pour x .

3.3.12

diaphonie

pour les dispositifs WDM, valeur du rapport entre la puissance optique du signal spécifié et le bruit spécifié

Note 1 à l'article: La diaphonie est une valeur négative exprimée en dB. La diaphonie est définie pour chaque port de sortie. La diaphonie pour les dispositifs WDM est définie pour un DEMUX (dispositif WDM $1 \times N$). La diaphonie du port o au port j est définie en soustrayant la perte d'insertion du port i au o (paire de ports conducteurs) de l'isolation du port j au o (paire de ports isolés). La diaphonie pour les dispositifs WDM est définie pour un DEMUX

(dispositif WDM $1 \times N$). Pour un dispositif WDM $M \times N$, la diaphonie peut être définie pour l'extension de M d'un dispositif WDM $1 \times N$.

Note 2 à l'article: Pour les dispositifs WDM à trois ports ou plus, il convient de spécifier la diaphonie comme la valeur maximale de la diaphonie pour chaque port de sortie.

Note 3 à l'article: Il convient de ne pas confondre diaphonie et isolation.

3.3.13 isolation

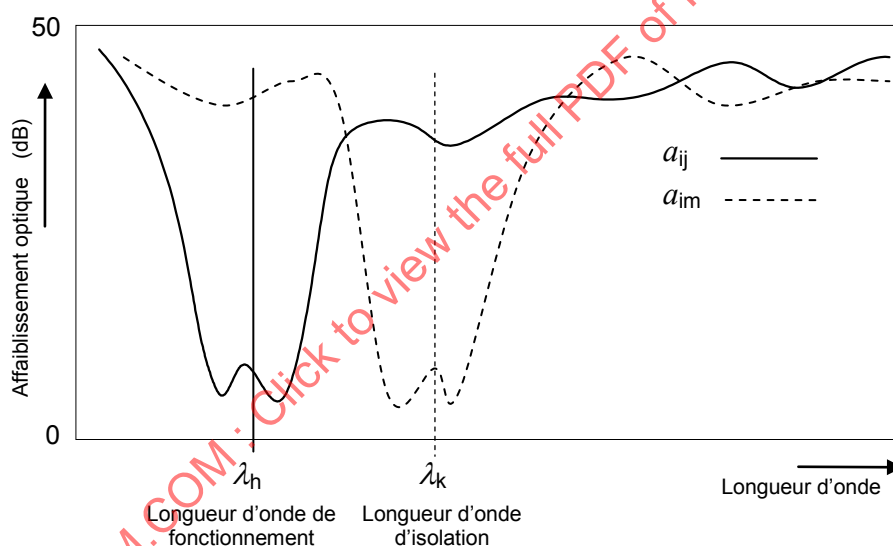
valeur minimale de a_{ij} (où $i \neq j$) dans la plage de longueurs d'onde d'isolation pour la paire de ports isolés

Note 1 à l'article: L'isolation est une valeur positive exprimée en dB.

3.3.14 longueur d'onde d'isolation

pour une paire de ports i et j (où $i \neq j$), qui est une paire de ports conducteurs à une longueur d'onde λ_h , longueur d'onde nominale λ_k (où $\lambda_h \neq \lambda_k$), qui est une longueur d'onde de fonctionnement pour une paire différente de ports, à laquelle i et j sont une paire de ports isolés (voir Figure 6 ci-dessous)

Note 1 à l'article: La fréquence d'isolation est également utilisée pour le dispositif DWDM.



IEC 0074/14

Figure 6 – Illustration de la longueur d'onde d'isolation

3.3.15 plage de longueurs d'onde d'isolation

pour une paire de ports i et j qui est une paire de ports conducteurs à la longueur d'onde λ_h , plage de longueurs d'onde de λ_{kmin} à λ_{kmax} centrée autour d'une longueur d'onde de fonctionnement λ_k qui est une longueur d'onde de fonctionnement pour une paire différente de ports à laquelle i et j est une paire de ports isolés (voir Figure 7 ci-dessous)

Note 1 à l'article: La plage de fréquences d'isolation est également utilisée pour les dispositifs DWDM.

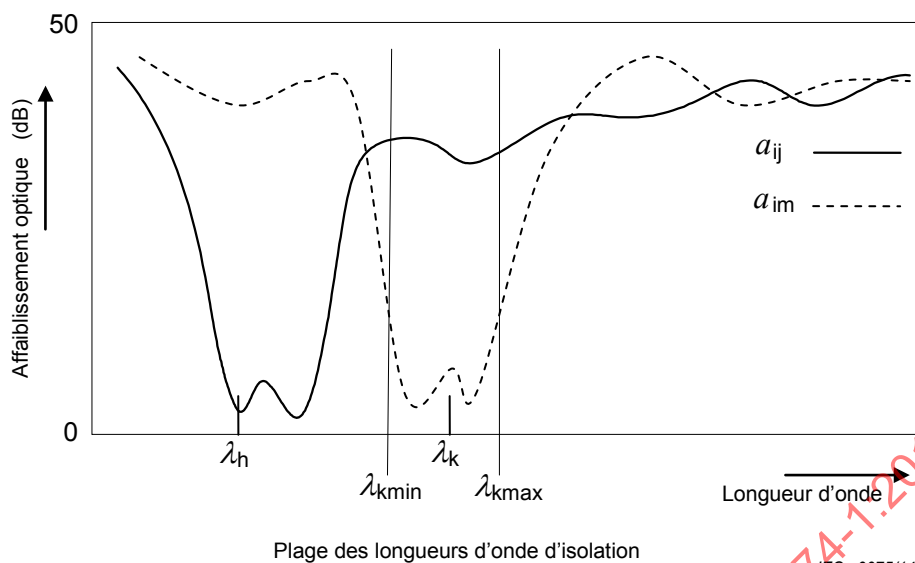


Figure 7 – Illustration de la plage de longueurs d'onde d'isolation

3.3.16

isolation de longueur d'onde

valeur de a_{ij} (avec $i \neq j$) à la plage de longueurs d'onde d'isolation

Note 1 à l'article: L'isolation de longueur d'onde doit être définie comme la valeur minimale de l'isolation de longueur d'onde sur la plage de longueurs d'onde d'isolation.

3.3.17

isolation entre canaux adjacents

isolation avec pour restriction que x , le nombre de longueurs d'onde d'isolation, est restreint aux canaux immédiatement adjacents au nombre de longueurs d'onde (canal) associé au port o

Note 1 à l'article: L'isolation entre canaux adjacents est une valeur positive exprimée en dB.

Note 2 à l'article: Ceci est illustré sur la Figure 8 ci-dessous. L'isolation entre canaux adjacents est différente de la diaphonie entre canaux adjacents. Sur la Figure 8, la flèche dirigée vers le haut indique une valeur positive, et la flèche dirigée vers le bas indique une valeur négative. Il existe généralement deux isolations entre canaux adjacents du côté de la longueur d'onde la plus courte (fréquence supérieure) et du côté de la longueur d'onde la plus longue (fréquence inférieure).

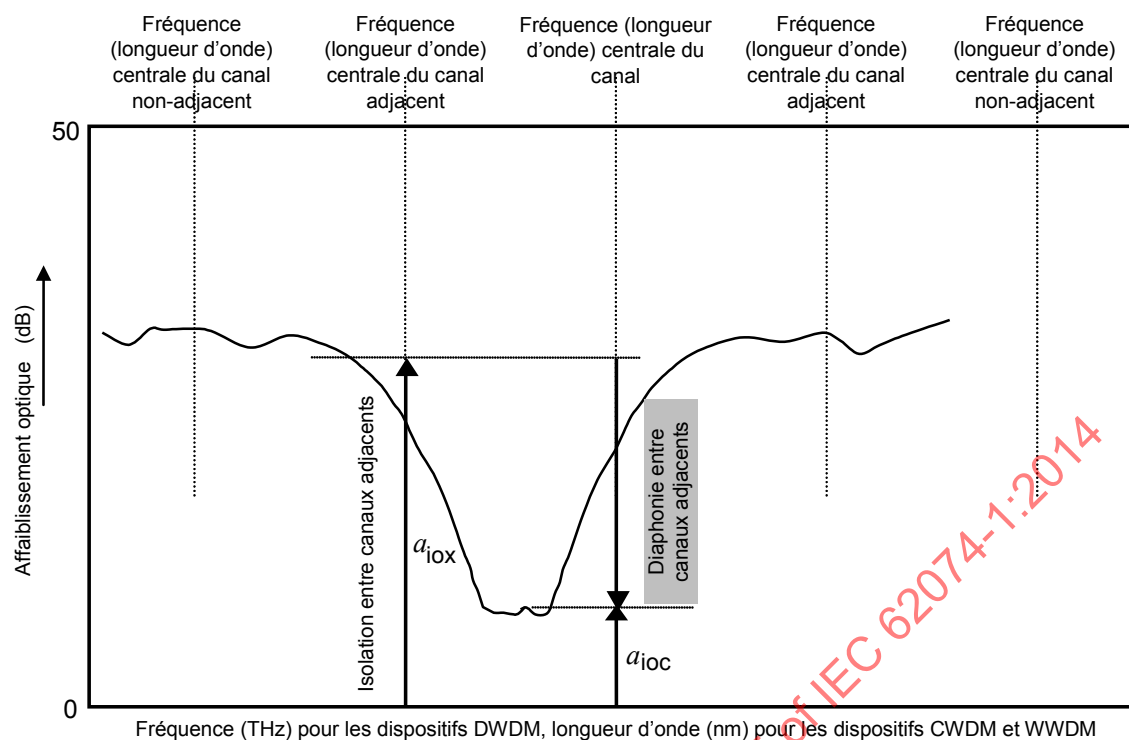
3.3.18

diaphonie entre canaux adjacents

diaphonie avec pour restriction que x , le nombre de longueurs d'onde d'isolation, est restreint aux canaux immédiatement adjacents au nombre de longueurs d'onde (canal) associé au port o

Note 1 à l'article: La diaphonie entre canaux adjacents est une valeur négative exprimée en dB.

Note 2 à l'article: Ceci est illustré sur la Figure 8 ci-dessous. La diaphonie entre canaux adjacents est différente de l'isolation entre canaux adjacents. Sur la Figure 8, la flèche dirigée vers le haut indique une valeur positive, et la flèche dirigée vers le bas indique une valeur négative. Il existe généralement deux diaphonies entre canaux adjacents du côté de la longueur d'onde la plus courte (fréquence supérieure) et du côté de la longueur d'onde la plus longue (fréquence inférieure).



IEC 0076/14

Figure 8 – Illustration de l'isolation entre canaux adjacents

3.3.19

isolation du canal non-adjacent

isolation avec pour restriction que la longueur d'onde (fréquence) d'isolation est restreinte à chacun des canaux qui n'est pas immédiatement adjacent au canal associé au port o (voir la Figure 9 ci-dessous)

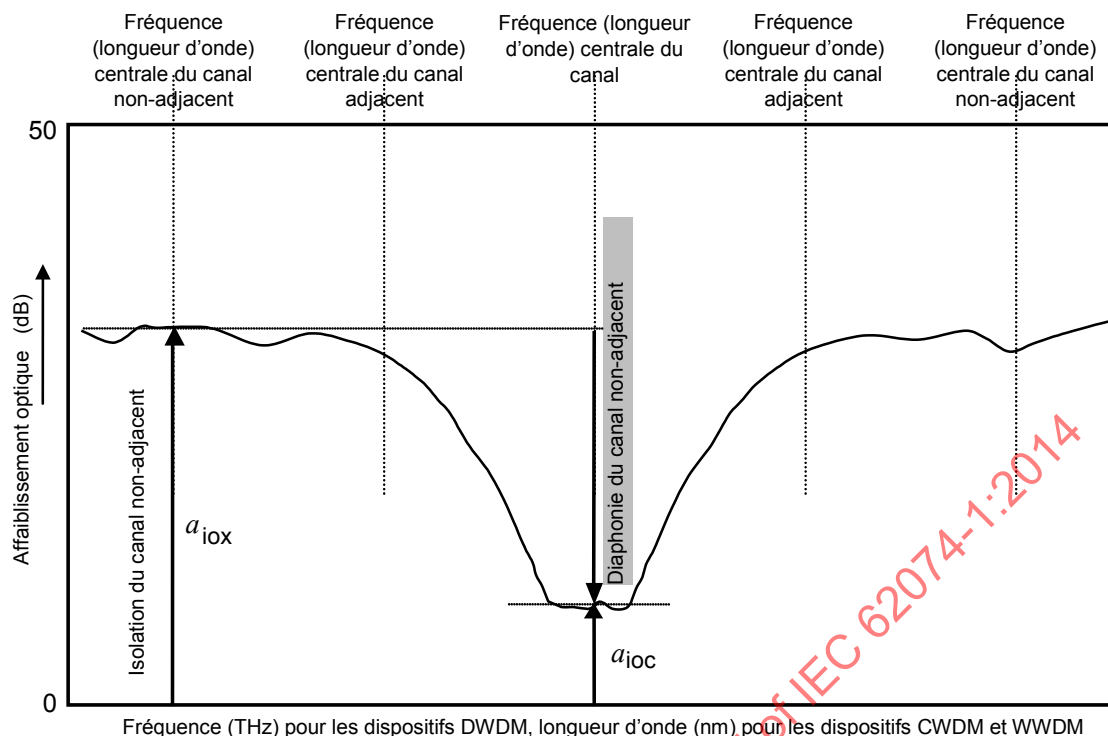
Note 1 à l'article: L'isolation du canal non-adjacent est différente de la diaphonie du canal non-adjacent. Sur la Figure 9, la flèche dirigée vers le haut indique une valeur positive, et la flèche dirigée vers le bas indique une valeur négative.

3.3.20

diaphonie du canal non-adjacent

diaphonie pour laquelle la longueur d'onde d'isolation (fréquence) est restreinte à chacun des canaux qui n'est pas immédiatement adjacent au canal associé au port o (voir la Figure 9 ci-dessous)

Note 1 à l'article: La diaphonie du canal non-adjacent est différente de l'isolation du canal non-adjacent. Sur la Figure 9, la flèche dirigée vers le haut indique une valeur positive, et la flèche dirigée vers le bas indique une valeur négative.



IEC 0077/14

Figure 9 – Illustration de l'isolation du canal non-adjacent

3.3.21

isolation minimale du canal adjacent

valeur minimale de a_{ij} dans la plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) de fonctionnement adjacente (bande passante du canal adjacent). L'isolation minimale du canal adjacent est une valeur positive exprimée en dB

Note 1 à l'article: Voir la Figure 10 ci-dessous. Il existe généralement deux isolations minimales du canal adjacent. Pour un canal, la valeur minimale des deux isolations minimales du canal adjacent est retenue.

Note 2 à l'article: L'isolation minimale du canal adjacent est différente de la diaphonie maximale du canal adjacent. Sur la Figure 10, la flèche dirigée vers le haut indique une valeur positive, et la flèche dirigée vers le bas indique une valeur négative.

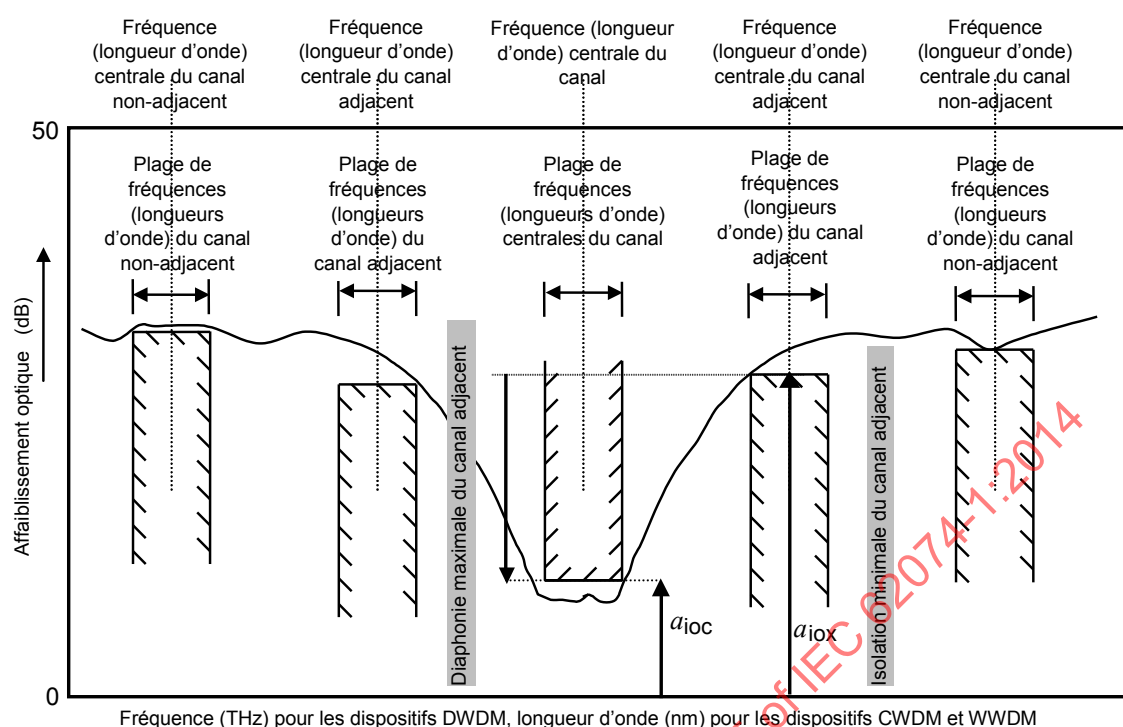
3.3.22

diaphonie maximale du canal adjacent

valeur maximale de la diaphonie entre canaux adjacents dans la plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) du canal adjacent (bande passante du canal adjacent)

Note 1 à l'article: Il s'agit de la valeur maximale obtenue en soustrayant la perte d'insertion maximale de l'isolation minimale du canal adjacent. La diaphonie maximale du canal adjacent est une valeur négative exprimée en dB. Voir la Figure 10 ci-dessous. Il existe généralement deux diaphonies maximales du canal adjacent. Pour un canal, la valeur maximale des deux diaphonies maximales du canal adjacent est retenue.

Note 2 à l'article: La diaphonie maximale du canal adjacent est différente de l'isolation minimale du canal adjacent. Sur la Figure 10, la flèche dirigée vers le haut indique une valeur positive, et la flèche dirigée vers le bas indique une valeur négative.



IEC 0078/14

Figure 10 – Illustration de diaphonie maximale du canal adjacent

3.3.23

isolation minimale du canal non-adjacent

différence minimale entre le pic minimal de a_{ij} dans la plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) de fonctionnement et la valeur maximale de a_{ij} dans une plage spécifiée de longueurs d'onde (ou de fréquences) de λ_{kmin} à λ_{kmax} , centrée autour d'une longueur d'onde (ou fréquence) d'isolation λ_k pour n'importe quelle paire de ports i et j , λ_{kmin} et λ_{kmax} définissant une plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) de fonctionnement pour une paire différente de ports pour laquelle λ_k est une longueur d'onde (ou fréquence) de fonctionnement (voir la Figure 11 ci-dessous)

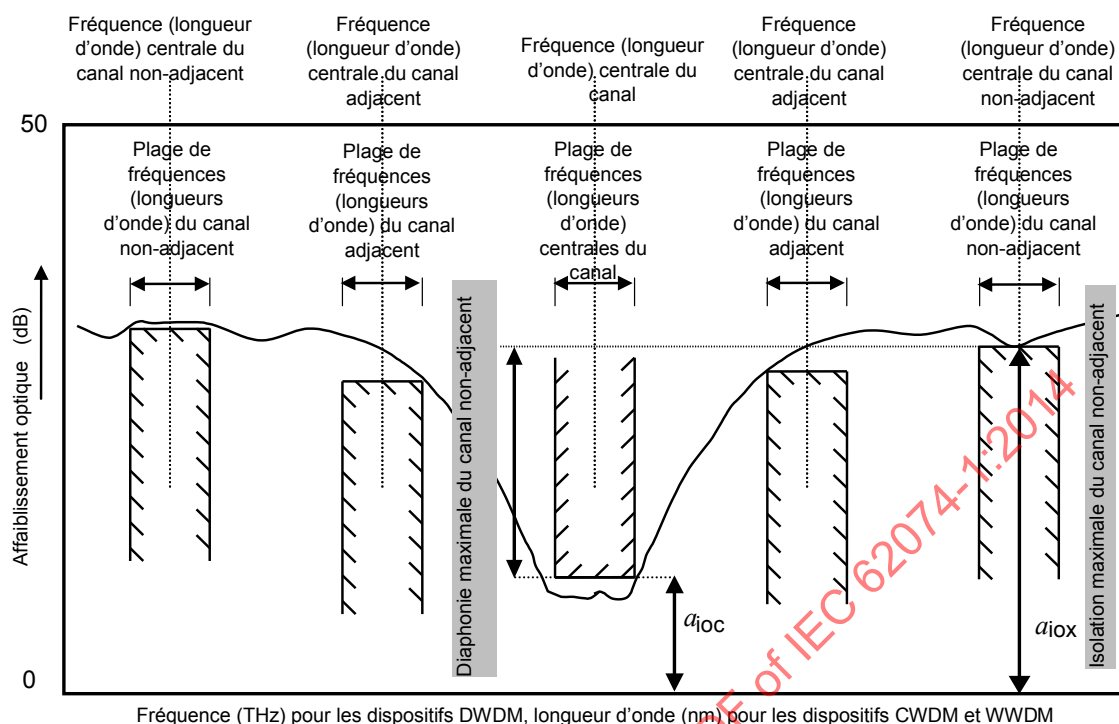
Note 1 à l'article: L'isolation minimale du canal adjacent est différente de la diaphonie maximale du canal adjacent. Sur la Figure 10, la flèche dirigée vers le haut indique une valeur positive, et la flèche dirigée vers le bas indique une valeur négative.

3.3.24

diaphonie maximale du canal non-adjacent

différence minimale entre le pic minimal de a_{ij} dans la plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) de fonctionnement et la valeur maximale de a_{ij} dans une plage spécifiée de longueurs d'onde (ou de fréquences) de λ_{kmin} à λ_{kmax} centrée autour d'une longueur d'onde d'isolation (ou fréquence) λ_k pour deux ports i et j , λ_{kmin} et λ_{kmax} définissant une plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) de fonctionnement pour une paire différente de ports pour laquelle λ_k est une longueur d'onde (ou fréquence) de fonctionnement (voir la Figure 11 ci-dessous)

Note 1 à l'article: L'isolation minimale du canal adjacent est différente de la diaphonie maximale du canal adjacent. Sur la Figure 10, la flèche dirigée vers le haut indique une valeur positive, et la flèche dirigée vers le bas indique une valeur négative.



IEC 0079/14

Figure 11 – Illustration de diaphonie maximale du canal non-adjacent

3.3.25

isolation totale du canal

pour deux ports i et j (où $i \neq j$), il s'agit de l'isolation cumulée due aux contributions à toutes les longueurs d'onde (fréquences) d'isolation, et est définie comme:

$$I_{\text{tot}} = -10 \times \text{Log} \left[\sum_{k(k \neq h)}^N t_{ij}(\lambda_k) \right]$$

où

N est le nombre de canaux du dispositif;

H est le nombre de canaux correspondant à la paire de ports conducteurs i et j ;

λ_k sont les longueurs d'onde (fréquences) nominales d'isolation pour la même paire de ports.

Note 1 à l'article: L'isolation totale du canal est une valeur positive exprimée en dB. Pour un dispositif WDM, l'isolation totale du canal doit être spécifiée comme une valeur minimale des isolations totales du canal de tous les canaux.

3.3.26

diaphonie totale du canal

pour deux ports i et j (où $i \neq j$), il s'agit du rapport de l'isolation cumulée due aux contributions à toutes les longueurs d'onde d'isolation (fréquences) au coefficient de la matrice de transfert pour les ports i et j , t_{ij} , et est définie comme:

$$XT_{\text{tot}} = -10 \times \text{Log} \left[\frac{t_{ij}(\lambda_h)}{\sum_{k(k \neq h)}^N t_{ij}(\lambda_k)} \right]$$

où

N est le nombre de canaux du dispositif;

λ_h est la longueur nominale d'onde de fonctionnement (fréquence) pour la paire de ports i et j ;

λ_k sont les longueurs nominales d'onde d'isolation (fréquences) pour la même paire de ports.

Note 1 à l'article: La diaphonie totale du canal est également exprimée comme l'isolation totale du canal comme présentée dans l'équation suivante:

$$XT_{\text{tot}} = a_{ij}(\lambda_h) - I_{\text{tot}}$$

Note 2 à l'article: La diaphonie totale du canal est une valeur négative exprimée en dB. Pour un dispositif WDM, la diaphonie totale du canal doit être spécifiée comme la valeur maximale des diaphonies totales du canal de tous les canaux.

3.3.27

isolation totale minimale du canal

pour deux ports i et j (où $i \neq j$), valeur minimale de l'isolation cumulée due aux contributions spectrales minimales autour de toutes les longueurs d'onde (fréquences) d'isolation, et est définie comme:

$$I_{\text{tot}}^{\min} = -10 \times \text{Log} \left[\sum_{k(k \neq h)}^N t_{ij}^*(\lambda_k^*) \right]$$

où

N est le nombre de canaux du dispositif;

h est le nombre de canaux correspondant à la paire de ports conducteurs i et j ;

k est le nombre de canaux ne correspondant pas à la paire de ports conducteurs i et j . Il s'agit du nombre de canaux à isoler pour la combinaison des ports i et j ;

t_{ij}^* est la valeur maximale de t_{ij} à la longueur d'onde de λ_k^* (plage de longueurs d'onde du canal; (bande passante) du canal k);

λ_k^* sont les longueurs d'onde (fréquences) correspondant à la valeur maximale de t_{ij} dans les plages spécifiées de longueurs d'onde (fréquences) de $\lambda_{k\min}$ à $\lambda_{k\max}$ autour des longueurs d'onde (fréquences) d'isolation λ_k pour la paire de ports i et j , $\lambda_{k\min}$ et $\lambda_{k\max}$ définissant la plage de longueurs d'onde (de fréquences) de fonctionnement pour la paire de ports pour laquelle λ_k est une longueur d'onde (fréquence) de fonctionnement

Note 1 à l'article: L'isolation totale minimale du canal est une valeur positive exprimée en dB. Pour un dispositif WDM, l'isolation totale minimale du canal doit être spécifiée comme la valeur minimale de l'isolation totale minimale du canal.

3.3.28

diaphonie totale maximale du canal

pour deux ports i et j (avec $i \neq j$), il s'agit du rapport de la valeur minimale de l'isolation cumulée due aux contributions spectrales minimales autour de toutes les longueurs d'onde (fréquences) d'isolation, au coefficient de la matrice de transfert minimal pour les ports i et j , à la plage de longueurs d'onde du canal h , $t_{ij}^+(\lambda_h^+)$ et elle est définie comme:

$$I_{\text{tot}}^{\max} = -10 \times \text{Log} \left[\frac{t_{ij}^+(\lambda_h^+)}{\sum_{k(k \neq h)}^N t_{ij}^*(\lambda_k^*)} \right]$$

où

N est le nombre de canaux du dispositif;

- h est le nombre de canaux correspondant à la paire de ports conducteurs i et j ;
- k est le nombre de canaux ne correspondant pas à la paire de ports conducteurs i et j . Il s'agit du nombre de canaux à isoler pour la combinaison des ports i et j ;
- t_{ij}^+ est la valeur minimale de t_{ij} à la longueur d'onde de λ_h^+ (plage de longueurs d'onde du canal; (bande passante) du canal h);
- t_{ij}^* est la valeur maximale de t_{ij} à la longueur d'onde de λ_k^* (plage de longueurs d'onde du canal; (bande passante) du canal k);
- λ_h^+ est la longueur d'onde (fréquence) correspondant au pic minimal de t_{ij} dans la plage de longueurs d'onde (de fréquences) de fonctionnement (canal h) pour la paire de ports i et j ;
- λ_k^* sont les longueurs d'onde (fréquences) correspondant à la valeur maximale de t_{ij} dans les plages spécifiées de longueurs d'onde (fréquences) de λ_{kmin} à λ_{kmax} autour des longueurs d'onde (fréquences) d'isolation λ_k pour la paire de ports i et j , λ_{kmin} et λ_{kmax} définissant la plage de longueurs d'onde (de fréquences) de fonctionnement pour la paire de ports pour laquelle λ_k est une longueur d'onde (fréquence) de fonctionnement.

3.3.29

affaiblissement hors-bande

affaiblissement optique minimal (en dB) des canaux tombant à l'extérieur de la plage de longueurs d'onde du canal la plus courte (plage de fréquences du canal la plus grande; bande passante) et la plage de longueurs d'onde du canal la plus longue (plage de fréquences du canal la plus faible; bande passante)

3.3.30

extinction du canal

dans la plage de longueurs d'onde de fonctionnement, différence (en dB) entre les puissances minimales des canaux conducteurs (en dBm) et la puissance maximale des canaux isolés (en dBm)

Note 1 à l'article: L'extinction du canal est spécifiée pour chaque canal pour un DEMUX. Il s'agit d'une valeur absolue (positive) exprimée en dB. Voir la Figure 12.

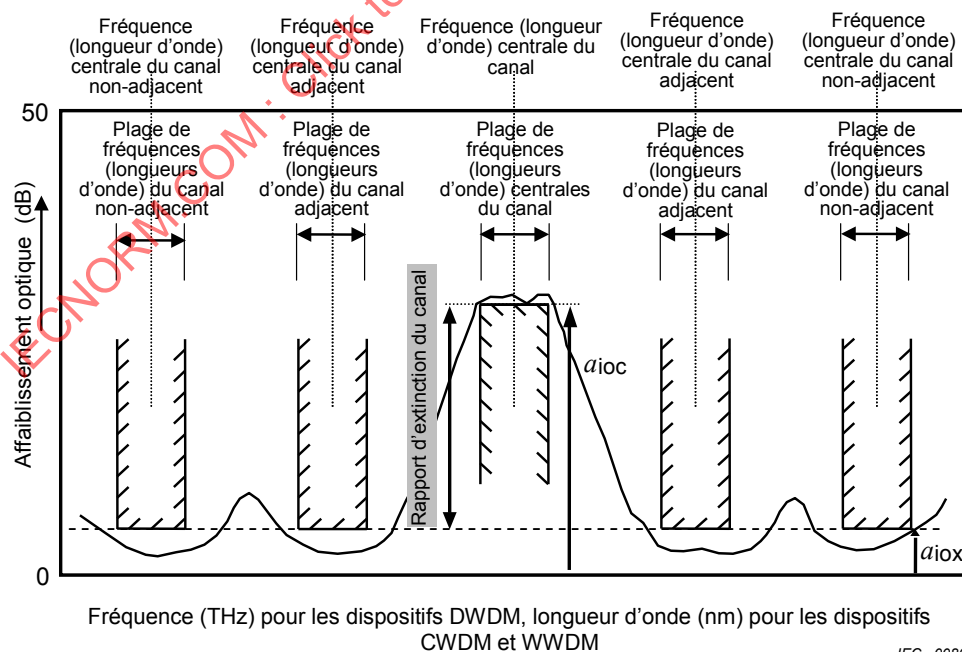


Figure 12 – Illustration du rapport d'extinction du canal

3.3.31**dispersion chromatique**

temps de propagation de groupe entre deux longueurs d'onde (ou fréquences) étroitement espacées à l'intérieur d'un signal optique passant à travers une paire de ports conducteurs d'un dispositif WDM

Note 1 à l'article: Il correspond à la différence entre les temps d'arrivée de ces deux longueurs d'onde (ou fréquences) étroitement espacées. La dispersion chromatique est définie comme la variation (dérivée du premier ordre) de ce temps de propagation de groupe sur une plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) en particulier sur la plage de longueurs d'onde (ou de fréquences) de fonctionnement du canal à un temps, une température, une pression et une humidité donnés. Elle est exprimée comme D en termes d'unités de ps/nm ou ps/GHz et est un indicateur de l'élargissement d'une impulsion émise à travers le dispositif.

Note 2 à l'article: L'unité ps/GHz est généralement plus appropriée pour définir le système, même si elle n'est pas couramment utilisée.

3.3.32**pente de la dispersion chromatique**

pente de la dispersion chromatique S (en unités ps/nm² ou ps/GHz²) correspondant à la variation (dérivée du premier ordre) de D en fonction de la longueur d'onde (ou fréquence) (ou dérivée du second ordre du temps de propagation de groupe) sur la longueur d'onde (ou fréquence) de fonctionnement, canal par canal

Note 1 à l'article: Elle est particulièrement critique dans le contexte d'un grand nombre de canaux (DWDM) ou d'une large plage de longueurs d'onde (CWDM ou WWDM).

Note 2 à l'article: L'unité ps/GHz² est généralement plus appropriée pour définir le système, même si elle n'est pas couramment utilisée.

3.3.33**directivité**

valeur de a_{ij} entre deux ports qui n'est ni conductrice ni isolée à toute longueur d'onde (ou fréquence pour un dispositif DWDM)

Note 1 à l'article: La directivité est une valeur positive exprimée en dB. Pour un dispositif WDM, la directivité doit être spécifiée comme la valeur minimale des directivités pour toutes les combinaisons de paires de port et pour tous les canaux.

Note 2 à l'article: Pour l'exemple de dispositifs WDM à 6 ports représenté sur la Figure 1, la directivité est de a_{12} et a_{21} entre deux ports d'entrée, et de a_{34} , a_{43} etc. entre deux ports de sortie.

3.3.34**plage spectrale libre
FSR**

différence entre deux longueurs d'onde de fonctionnement adjacentes pour un chemin d'entrée sortie donné (voir la Figure 13 ci-dessous)

Note 1 à l'article: L'abréviation «FSR» est dérivée du terme anglais développé correspondant «free spectral range».

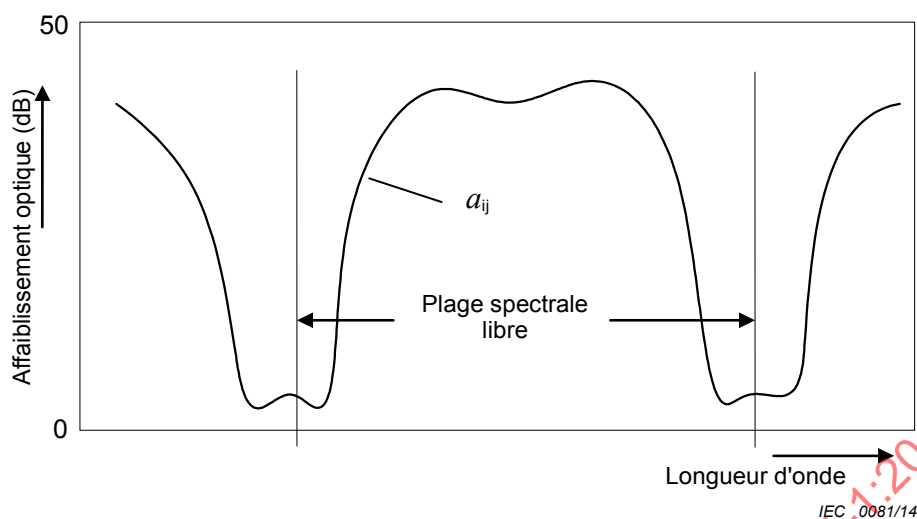


Figure 13 – Illustration de la plage spectrale libre

3.3.35

longueur d'onde centrale dépendant de la polarisation PDCW

variation maximale de la longueur d'onde centrale du canal due à une variation de l'état de polarisation (SOP sur tous les SOP (voir la Figure 14 ci-dessous))

Note 1 à l'article: La PDCW est définie pour la paire de ports conducteurs.

Note 2 à l'article: Pour un dispositif DWDM, la fréquence centrale dépendant de la polarisation peut également être utilisée.

Note 3 à l'article: L'abréviation «PDCW» est dérivée du terme anglais développé correspondant «polarization dependent centre wavelength».

Note 4 à l'article: L'abréviation «SOP» est dérivée du terme anglais développé correspondant «state of polarization».

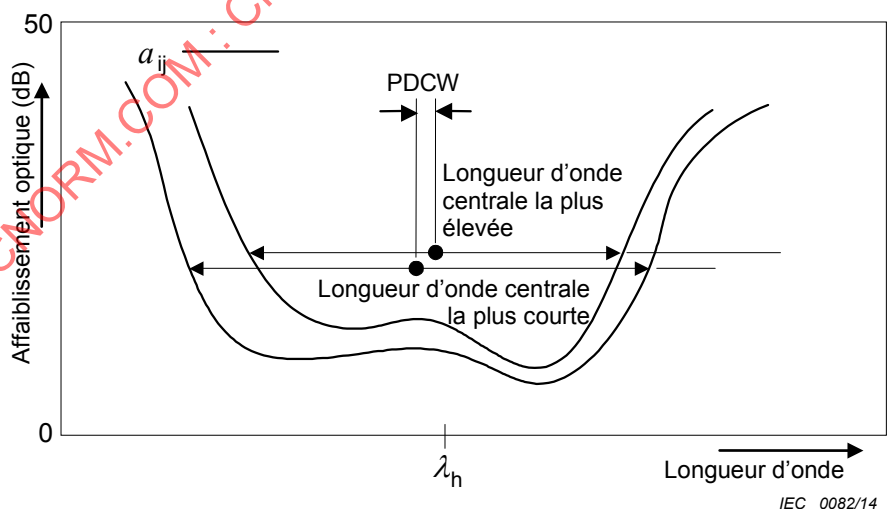


Figure 14 – Illustration de la longueur d'onde centrale dépendant de la polarisation (PDCW)

3.3.36

isolation par polarisation

PDI

variation maximale de l'isolation sur tous les états de polarisation. La PDI est définie pour la paire de ports isolés

Note 1 à l'article: L'abréviation «PDI» est dérivée du terme anglais développé correspondant «polarization dependent isolation».

3.3.37

perte par polarisation

PDL

variation maximale de perte d'insertion due à une variation de l'état de polarisation (SOP) sur tous les SOP. La PDL est définie pour la paire de ports conducteurs

Note 1 à l'article: L'abréviation «PDL» est dérivée du terme anglais développé correspondant «polarization dependent loss».

3.3.38

perte en fonction de la longueur d'onde

WDL

variation maximale de la perte d'insertion sur la bande passante (plage de longueurs d'onde du canal)

Note 1 à l'article: La perte en fonction de la longueur d'onde est généralement utilisée pour les dispositifs WDM.

Note 2 à l'article: L'abréviation «WDL» est dérivée du terme anglais développé correspondant «wavelength dependent loss».

3.3.39

facteur de réflexion énergétique par polarisation

variation maximale du facteur de réflexion énergétique due à une variation de l'état de polarisation (SOP) sur tous les SOP

3.3.40

principaux états de polarisation

PSP

à une fréquence optique donnée (ou longueur d'onde), les deux états de polarisation (SOP) d'entrée (ou orthogonaux) pour lesquels les SOP de sortie correspondants sont indépendants de la fréquence optique au premier ordre

Note 1 à l'article: En l'absence de PDL, les PSP sont des SOP orthogonaux, le PSP d'axe rapide ayant le temps d'arrivée le plus court et le PSP d'axe lent ayant le plus long, le DGD étant la différence entre ces deux temps d'arrivée

Note 2 à l'article: Une fibre optique, un composant ou un sous-système est généralement caractérisé par deux PSP qui sont une fonction intrinsèque de la biréfringence du matériau et des contraintes internes et externes induites qui agissent dessus.

Note 3 à l'article: Le DGD entre ces deux PSP peut varier dans le temps et en fonction de la longueur d'onde.

Note 4 à l'article: Un signal dont le SOP est aligné avec un des PSP n'est pas affecté par la quantité de PMD, au moins au premier ordre.

Note 5 à l'article: L'abréviation «PSP» est dérivée du terme anglais développé correspondant «principal states of polarization».

3.3.41

dispersion de mode de polarisation

PMD

lorsqu'un signal optique passe à travers une fibre optique, un composant ou un sous-système, de manière à passer à travers une paire de ports conducteurs d'un dispositif WDM, le changement de la forme et de la largeur en valeur efficace (r.m.s.) de l'impulsion dû à la vitesse de propagation moyenne entre les deux états principaux de polarisation (PSP), au temps de propagation de groupe différentiel (DGD) et/ou à la distorsion de forme d'onde de chaque PSP, est appelé PMD. Le PMD, conjointement avec la perte par polarisation (PDL) et le gain par polarisation (PDG), le cas échéant, peut introduire une distorsion de forme d'onde menant à une augmentation inacceptable du taux d'erreur binaire

Note 1 à l'article: Le PMD peut dépendre des conditions environnementales.

Note 2 à l'article: L'abréviation «PMD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «polarization mode dispersion».

3.3.42

affaiblissement de réflexion

valeur de a_{ij} (où $i = j$) à la longueur d'onde de fonctionnement. Il s'agit de la fraction de puissance d'entrée qui est réfléchi depuis le port d'un composant passif, exprimée en décibels. Il s'agit d'une valeur positive. Elle est définie comme:

$$RL = -10 \log \left(\frac{P_{\text{refl}}}{P_{\text{in}}} \right)$$

où

P_{in} est la puissance optique émise dans le port;

P_{refl} est la puissance optique réfléchi depuis le même port.

Note 1 à l'article: Pour les dispositifs WDM, elle doit être précisée comme une valeur minimale à chaque plage de longueurs d'onde de fonctionnement. Pour les dispositifs CWDM, elle doit être précisée comme une valeur minimale dans la plage de longueurs d'onde du canal. Pour les dispositifs DWDM, elle doit être précisée comme une valeur minimale dans la plage de fréquences du canal.

Note 2 à l'article: L'affaiblissement de réflexion est également un paramètre système/réseau et présente un signe positif; le facteur de réflexion énergétique peut également être un composant (par exemple, dans le contexte d'un élément de réseau) ou un paramètre d'interface et présente un signe négatif.

Note 3 à l'article: L'affaiblissement de réflexion ainsi que le facteur de réflexion énergétique peuvent dépendre de la longueur d'onde.

3.3.43

largeur de bande à X dB

largeur définie à travers la dépendance spectrale de a_{ij} (où $i \neq j$) comme la plage de longueurs d'onde minimale centrée autour de la longueur d'onde de fonctionnement λ_h dans laquelle la variation de a_{ij} est inférieure à "X" dB

Note 1 à l'article: La plage de longueurs d'onde minimale est déterminée en tenant compte du déplacement de longueur d'onde thermique, de la dépendance à la polarisation et du déplacement de vieillissement à long terme (voir la Figure 15 ci-dessous).

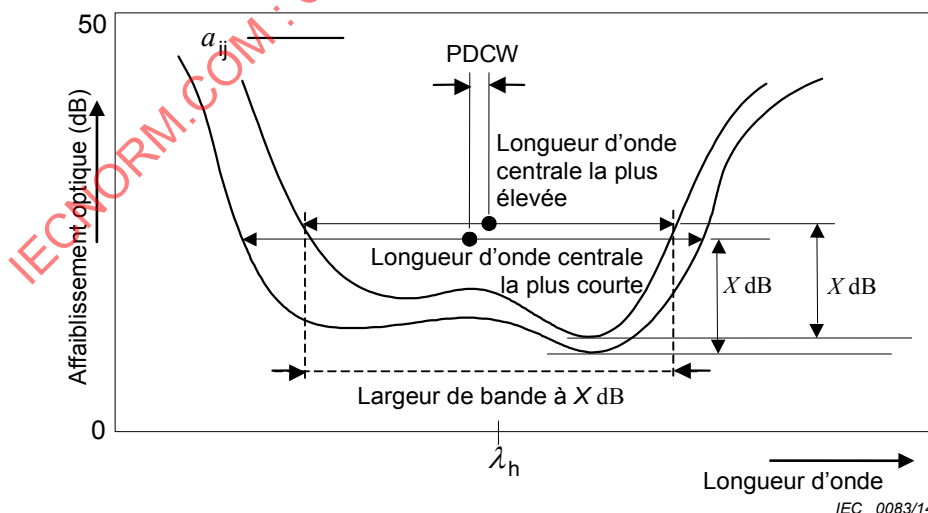


Figure 15 – Illustration de la largeur de bande X-dB

Note 2 à l'article: Pour un dispositif WDM, la plage de longueurs d'onde de fonctionnement et la largeur de bande à X dB correspondant aux différentes longueurs d'onde de fonctionnement ne sont pas nécessairement égales.

4 Exigences

4.1 Classification

4.1.1 Généralités

Les dispositifs WDM à fibres optiques doivent être classés selon:

- le type;
- le modèle;
- la variante;
- la catégorie environnementale;
- le niveau d'évaluation;
- les extensions.

4.1.2 Type

Les dispositifs WDM peuvent être classés en types:

- Par configuration de port
 - $1 \times N$
 - $N \times 1$
 - $M \times N$ ($M, N \geq 2$);

NOTE Un dispositif WDM $1 \times N$ ou $N \times 1$ est utilisé comme un multiplexeur de longueur d'onde, un démultiplexeur de longueur d'onde ou un multiplexeur et démultiplexeur de longueur d'onde. Un dispositif WDM $M \times N$ est utilisé comme routeur de longueur d'onde ou dispositif d'insertion/extraction de longueur d'onde du canal. Ces applications de dispositifs WDM sont exprimées par les matrices de transfert, illustrées à l'Annexe C.

- Par structure interne
 - à transmission
 - à reflexion;
- Par espacement entre les canaux
 - WWDM
 - CWDM
 - DWDM;
- Par plage de longueurs d'onde du canal ou plage de longueurs d'onde de fonctionnement;
- Par commande de température
 - à commande de température active
 - à compensation passive.

4.1.3 Modèle

Les dispositifs WDM à fibres optiques peuvent être classés en modèles en fonction du(des) type(s) de fibre, du(des) type(s) de connecteur, du(des) type(s) de câble, de la forme du boîtier et de la configuration. Les configurations des ports de dispositif de dérivation sont classées comme suit:

Configuration A

Dispositif contenant des fibres amorces intégrales, sans connecteur (voir la Figure 16).

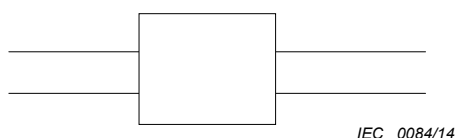


Figure 16 – Dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde

Configuration B

Dispositif contenant des fibres amorce intégrales, avec un connecteur sur chaque fibre amorce (voir la Figure 17).

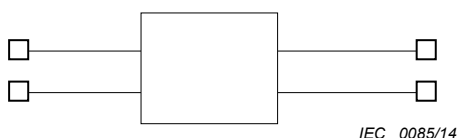


Figure 17 – Dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde

Configuration C

Dispositif contenant des connecteurs de fibre optique faisant partie intégrante du boîtier du dispositif (voir la Figure 18).

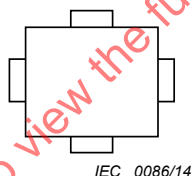


Figure 18 – Dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde

Configuration D

Dispositif contenant une combinaison des caractéristiques d'interfaçage des configurations précédentes (voir la Figure 19).

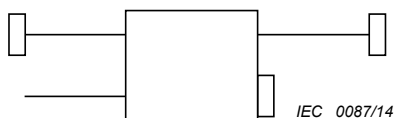


Figure 19 – Dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde

4.1.4 Variante

La variante de dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde identifie les caractéristiques communes qui couvrent des composants similaires sur le plan structurel.

Les exemples de caractéristiques définissant une variante incluent, sans s'y limiter:

- l'orientation des ports;
- les moyens de fixation;
- le type de fibre.

4.1.5 Niveau d'évaluation

Les spécifications particulières doivent indiquer un ou plusieurs niveaux d'évaluation, chacun desquels doit être désigné par une lettre majuscule. Le niveau d'évaluation définit la relation entre les niveaux de contrôle des groupes A et B et les durées de contrôle des groupes C et D.

Les niveaux ci-dessous sont les niveaux préférentiels.

Niveau d'évaluation A:

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

Niveau d'évaluation B:

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

Niveau d'évaluation C:

- contrôle de groupe A: niveau de contrôle II, NQA = 0,4 %;
- contrôle de groupe B: niveau de contrôle II, NQA = 0,4 %;
- contrôle de groupe C: périodes de 12 mois;
- contrôle de groupe D: périodes de 24 mois.

où NQA est le niveau de qualité acceptable.

Un niveau d'évaluation supplémentaire (autre que ceux indiqués ci-dessus) peut être donné dans la spécification particulière. Dans ce cas, la lettre majuscule X doit être utilisée.

NOTE Les groupes A et B sont soumis à un contrôle lot par lot. Les groupes C et D sont soumis à un contrôle périodique.

4.1.6 Extension de référence normative

D'autres documents peuvent être référencés.

4.2 Documentation

4.2.1 Symboles

Les symboles graphiques et littéraux doivent, dans la mesure du possible, être extraits de la série IEC 60027, de l'IEC 60050-731 et de l'IEC 61931.

4.2.2 Système de spécification

La présente spécification fait partie du système de spécification de l'IEC. Les spécifications subsidiaires doivent être constituées de spécifications particulières. Ce système est illustré dans le Tableau 1. Il n'existe aucune spécification intermédiaire pour les dispositifs WDM.

Tableau 1 – Structure de spécification IEC à trois niveaux

Niveau de spécification	Exemples d'informations à inclure	S'applique à
de base	Règles de système d'évaluation Règles de contrôle Méthodes de mesure optique Méthodes d'essais environnementaux Plans d'échantillonnage Règle d'identification Normes de marquage Normes de dimensions Normes terminologiques Normes de symboles Séries de numéros préférentielles Unités SI	Deux familles ou sous-familles de composants ou plus
Générique	Terminologie spécifique Symboles spécifiques Unités spécifiques Valeurs préférentielles Marquage Procédures d'évaluation de qualité Sélection des essais Homologation et/ou Procédures d'agrément de savoir-faire	Famille de composants
Particulier	Valeurs individuelles Informations spécifiques Programmes d'essai de conformité de qualité terminés	Type individuel

Un dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde particulier est décrit par une spécification particulière correspondante. Dans les contraintes imposées par cette spécification générique, la spécification particulière peut être élaborée par tout comité national de l'IEC, définissant ainsi une conception particulière de dispositif de dérivation à sélection de longueur d'onde comme une norme IEC.

Les spécifications particulières doivent préciser les valeurs applicables des éléments suivants:

- type (voir 4.1.2);
- modèle (voir 4.1.3);
- variante(s) (voir 4.1.4);
- niveau d'évaluation (voir 4.1.5);
- numéro(s) d'identification de variante (voir 4.6.2);
- exigences de performance (voir 4.5).

4.2.3 Dessins

4.2.3.1 Généralités

Les dessins et les cotes donnés dans les spécifications particulières ne doivent pas restreindre les détails de construction ni ne doivent être utilisés en tant que plans de fabrication.

4.2.3.2 Système de projection

Une projection de premier dièdre ou de troisième dièdre doit être utilisée pour les dessins figurant dans les documents couverts par la présente spécification. Tous les dessins figurant dans un document doivent utiliser le même système de projection et les dessins doivent mentionner le système utilisé.

4.2.3.3 Système de dimensions

Toutes les cotes doivent être données selon les normes ISO 129-1, ISO 286-1 et ISO 1101.

Le système métrique doit être utilisé dans toutes les spécifications.

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

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

4.2.4 Mesures

4.2.4.1 Méthode de mesure

La méthode de mesure à utiliser doit être indiquée dans la spécification particulière pour toutes les cotes précisées dans une zone de tolérance totale de 0,01 mm maximum.

4.2.4.2 Composants de référence

Les composants de référence, s'ils sont nécessaires aux fins des mesures, doivent être indiqués dans la spécification concernée.

4.2.4.3 Calibres

Les calibres, le cas échéant, doivent être indiqués dans la spécification concernée.

4.2.5 Fiches techniques d'essai

Les fiches techniques d'essai doivent être élaborées pour chaque essai mené de la façon requise par la spécification concernée. Les fiches techniques doivent être incluses dans le rapport de qualification et le rapport de contrôle périodique.

Les fiches techniques doivent contenir, a minima, les informations suivantes:

- le titre de l'essai et la date;
- la description de l'échantillon, notamment le type de fibre et le numéro d'identification de variante;
- l'équipement d'essai utilisé et la date du dernier étalonnage;
- tous les détails d'essai applicables;
- toutes les valeurs de mesure et les observations;
- une documentation suffisamment détaillée pour fournir des informations traçables pour l'analyse des échecs.

4.2.6 Instructions d'utilisation

Les instructions d'utilisation, si nécessaire, doivent être données par le fabricant.

4.3 Système de normalisation

4.3.1 Normes de performance

Les normes de performance contiennent une série d'ensemble d'essais et de mesures (qui peuvent ou non être groupés dans un programme particulier en fonction des exigences de cette norme) avec des conditions, des sévérités et des critères de réussite/échec clairement définis. Les essais sont destinés à être exécutés sur une base «en une seule fois» pour prouver la capacité de tous les produits à satisfaire à l'exigence des «normes de performance». Chaque norme de performance possède un ensemble différent d'essais et/ou les sévérités (et/ou regroupements) représentent les exigences d'un secteur de marché, d'un groupe d'utilisateurs ou d'une localisation du système.

Un produit qui a été démontré comme répondant à toutes les exigences d'une norme de performance peut être déclaré conforme à une norme de performance mais il convient de le contrôler ensuite par le biais d'un programme d'assurance qualité/de conformité de qualité.

Un point clé des normes de performance est la sélection de l'essai et des sévérités issues des normes d'essais et de mesure, pour une application conjointe aux normes d'interface sur la compatibilité entre les produits (cela concerne particulièrement l'affaiblissement et l'affaiblissement de réflexion). La conformité de chaque produit individuel à cette norme est garantie avec certitude.

4.3.2 Norme de fiabilité

Les normes de fiabilité visent à garantir qu'un composant peut répondre aux spécifications de performance dans des conditions données pendant une période de temps donnée.

Pour chaque type de composant, ce qui suit nécessite d'être identifié (et d'apparaître dans la norme de fiabilité):

- les modes de défaillance (effets mécaniques ou optiques généraux d'échec pouvant être observés);
- les mécanismes de défaillance (causes générales de la défaillance, communes à plusieurs composants) et les effets de la défaillance (causes détaillées de la défaillance, spécifiques au composant).

Ceux-ci sont liés aux aspects environnementaux et matériels.

Au départ, juste après la fabrication du composant, il existe une «phase de mortalité infantile» pendant laquelle de nombreux composants seraient défaillants s'ils étaient déployés sur le terrain. Pour éviter des défaillances précoces sur le terrain, tous les composants peuvent être soumis à un processus de tri à l'usine, impliquant des contraintes environnementales qui peuvent être de nature mécanique, thermique et liée à l'humidité. Ceci a pour objectif d'amener des mécanismes de défaillance connus dans un environnement contrôlé à se produire plus tôt que dans la population non triée. Pour les composants qui survivent (et sont ensuite vendus), le taux de défaillance est réduit puisque ces mécanismes ont été éliminés.

Le tri est une partie facultative du processus de fabrication, plutôt qu'une méthode d'essai. Il n'affecte pas la «durée de vie utile» d'un composant, définie comme la période pendant laquelle il se comporte selon les spécifications. D'autres mécanismes de défaillance peuvent finalement apparaître, et le taux de défaillance augmente au-delà du seuil défini. A ce stade, la durée de vie utile se termine et la «région d'usure» commence, et le composant a besoin d'être remplacé.

Au début de la durée de vie utile, le fournisseur, le fabricant ou un tiers peut appliquer des essais de performance sur une population échantillonnée. Ceci a pour but de s'assurer que le composant respecte les spécifications de performance sur la gamme d'environnements souhaités à ce moment initial. D'autre part, des essais de fiabilité sont appliqués pour s'assurer que le composant répond aux spécifications de performance pendant au moins une

durée de vie utile minimale spécifiée ou un taux de défaillance maximal spécifié. Ces essais sont généralement effectués en utilisant les essais de performance, mais en augmentant la durée et la sévérité pour accélérer les mécanismes de défaillance.

Une théorie de fiabilité mettant en relation les essais de fiabilité des composants avec les paramètres de ces composants et leurs durées de vie ou leurs taux de défaillances, est en cours d'évaluation. La théorie extrapole ensuite ceux-ci à une durée de vie ou un taux de défaillance dans des conditions de service moins contraignantes. Les spécifications de fiabilité comprennent des valeurs des paramètres de composant nécessaires pour garantir la durée de vie minimale spécifiée ou le taux de défaillance maximal en service.

4.3.3 Interconnexion

En ce qui concerne les normes d'interface, de performance et de fiabilité, une fois ces trois normes en place, la matrice donnée au Tableau 2 démontre certaines des autres options disponibles pour la normalisation des produits.

Tableau 2 – Matrice d'interconnexion des normes

	Norme d'interface	Norme de performance	Norme de fiabilité
Produit A	OUI	OUI	OUI
Produit B	NON	OUI	OUI
Produit C	OUI	NON	NON
Produit D	OUI	OUI	NON

Le produit A est entièrement normalisé IEC, ayant une norme d'interface et répondant aux normes de performance et aux normes de fiabilité définies.

Le produit B est un produit avec une interface propriétaire mais qui répond à une norme de performance et une norme de fiabilité IEC définies.

Le produit C est un produit conforme à une norme d'interface IEC mais qui ne répond pas aux exigences d'une norme de performance ou d'une norme de fiabilité IEC.

Le produit D est un produit conforme à la fois à une norme d'interface et une norme de performance IEC mais ne répond pas aux exigences de fiabilité.

4.4 Conception et construction

4.4.1 Matériaux

Les dispositifs doivent être fabriqués avec des matériaux répondant aux exigences de la spécification pertinente. Lorsque des matériaux ininflammables sont requis, l'exigence doit être précisée dans la spécification pertinente et l'essai IEC 60695-11-5 doit être cité en référence.

4.4.2 Exécution

Les composants et le matériel associé doivent être fabriqués avec une qualité uniforme et doivent être libres de bords acérés, bavures ou autres défauts affectant la durée de vie, l'aptitude à l'usage ou l'apparence. Une attention particulière doit être donnée à la netteté et la précision du marquage, du placage, des brasures, des soudures, etc.

4.5 Exigences de performance

Les dispositifs WDM à fibres optiques doivent répondre aux exigences de performance spécifiées dans la norme de performance IEC appropriée.

4.6 Identification et marquage

4.6.1 Généralités

Les composants, le matériel associé et les emballages doivent être identifiés et marqués de façon permanente et lisible lorsque cela est requis par la spécification pertinente.

4.6.2 Numéro d'identification de variante

Chaque variante d'une spécification pertinente doit être associée à un numéro d'identification unique. Ce numéro doit être présenté comme suit:

- un numéro de spécification approprié;
- un numéro de variante à trois chiffres;
- une lettre indiquant le niveau d'évaluation.

Exemple:	QC210101/US0001	001	A
Número de spécification approprié			
Número de variante			
Niveau d'évaluation			

4.6.3 Marquage des composants

Le marquage des composants, si nécessaire, doit être précisé dans la spécification pertinente. L'ordre préférentiel du marquage est comme suit:

- identification du port;
- numéro de pièce du fabricant (y compris le numéro de série, le cas échéant);
- marque d'identification ou logo du fabricant;
- date de fabrication;
- numéro d'identification de variante;
- tout marquage supplémentaire exigé par la spécification pertinente.

Si l'espace ne permet pas d'apposer tout le marquage exigé sur le composant, chaque unité doit être conditionnée séparément avec une fiche technique contenant toutes les informations requises qui ne sont pas marquées.

4.6.4 Marquage du conditionnement

Plusieurs dispositifs WDM à fibres optiques peuvent être conditionnés ensemble pour l'expédition.

Le marquage du conditionnement, si nécessaire, doit être précisé dans la spécification pertinente. L'ordre préférentiel du marquage est comme suit:

- la marque d'identification ou le logo du fabricant;
- le numéro de pièce du fabricant;
- le code de date de fabrication (année/semaine, voir ISO 8601);

- d) le(s) numéro(s) d'identification de variante (voir 4.6.2);
- e) la désignation du type (voir 4.1.2);
- f) le niveau d'évaluation;
- g) tout marquage supplémentaire exigé par la spécification pertinente.

Le cas échéant, des conditionnements d'unité séparés (dans le conditionnement scellé) doivent être marqués du numéro de référence du registre certifié de lots libérés, du code d'identité de l'usine du fabricant et de l'identification du composant.

4.7 Sécurité

Lorsqu'ils sont utilisés sur un système de transmission et/ou un équipement à fibre optique, les dispositifs WDM à fibres optiques peuvent émettre des rayonnements potentiellement dangereux d'un port de sortie ou d'une extrémité de fibre dépourvu de bouchon ou de terminaison.

Les fabricants de dispositifs WDM à fibres optiques doivent mettre à disposition suffisamment d'informations pour alerter les concepteurs et les utilisateurs du système à propos du danger potentiel et doivent indiquer les précautions et les pratiques de travail requises.

En outre, chaque spécification pertinente doit inclure ce qui suit:

AVERTISSEMENT

Il convient de prendre toutes les précautions nécessaires pour manipuler une fibre de petit diamètre afin d'éviter de piquer la peau, en particulier dans la zone de l'œil. Une observation directe de l'extrémité d'une fibre optique ou d'un connecteur de fibre optique lorsqu'elle propage de l'énergie n'est pas recommandée, à moins qu'une garantie préalable ait été obtenue concernant le niveau de sécurité de l'énergie de sortie.

Référence doit être faite à l'IEC 60825-1, la norme pertinente concernant la sécurité.