

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connector optical interfaces for enhanced macro bend multimode fibres –
Part 2-1: Connection parameters of physically contacting 50 µm core diameter fibres – Non-angled**

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Interfaces optiques de connecteurs pour fibres multimodales améliorées en macrocourbures –

Partie 2-1 : Paramètres de connexion des fibres d'un diamètre de cœur de 50 µm en contact physique – Sans angle



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connector optical interfaces for enhanced macro bend multimode fibres –
Part 2-1: Connection parameters of physically contacting 50 µm core diameter fibres – Non-angled**

**Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Interfaces optiques de connecteurs pour fibres multimodales améliorées en macrocourbures –
Partie 2-1 : Paramètres de connexion des fibres d'un diamètre de cœur de 50 µm en contact physique – Sans angle**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-8423-0

**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.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Attenuation and return loss grades	6
5 Criteria for a fit within attenuation and return loss grades	6
5.1 General.....	6
5.2 Attenuation grades and criteria	6
5.3 Return loss grades and criteria	9
Annex A (informative) Relationship between lateral offset, numerical aperture, and core diameter to achieve the attenuation grades	10
Bibliography.....	12
Figure 1 – Schematic illustration showing connection zero and connection one	7
Figure 2 – Graphical representation showing parameter limits and distribution information for the purpose of attenuation modelling	8
Figure 3 – Connection C1 attenuation as a function of lateral offset limit	9
Figure A.1 – Response surface showing relationship between lateral offset, numerical aperture, and core diameter to achieve 0,6 dB attenuation for 850 nm operation under a worst case EF launch condition.....	10
Figure A.2 – Response surface showing relationship between lateral offset, numerical aperture, and core diameter to achieve 1,0 dB attenuation for 850 nm operation under a worst case EF launch condition.....	11
Table 1 – Multimode random mate attenuation grades at 850 nm.....	6
Table 2 – Multimode return loss grades at 850 nm	6
Table 3 – Multimode optical fibre properties.....	8
Table 4 – Visual requirements for multimode PC polished end faces return loss grade 2 (RL ≥ 20 dB)	9

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING
DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS –
CONNECTOR OPTICAL INTERFACES FOR
ENHANCED MACRO BEND MULTIMODE FIBRES –****Part 2-1: Connection parameters of physically
contacting 50 µm core diameter fibres – Non-angled**

FOREWORD

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

IEC 63267-2-1 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
86B/4858/FDIS	86B/4877/RVD

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

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

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

A list of all parts of the IEC 63267 series, under the general title *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connector optical interfaces for enhanced macro bend multimode fibre*, can be found on the IEC website.

Future documents in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing documents in this series will be updated at the time of the next edition.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – CONNECTOR OPTICAL INTERFACES FOR ENHANCED MACRO BEND MULTIMODE FIBRES –

Part 2-1: Connection parameters of physically contacting 50 µm core diameter fibres – Non-angled

1 Scope

This part of IEC 63267 defines a set of specified conditions for an enhanced macro bend of 50/125 µm, graded index multimode fibre optic connection that is maintained in order to satisfy the requirements of attenuation and return loss performance in a randomly mated pair of polished physically contacting (PC) fibres.

An encircled flux (EF) compliant launch condition in accordance with IEC 61300-1, at an operational wavelength of 850 nm, is used for determination of performance grades, based on lateral fibre core offset, numerical aperture (NA) mismatch, and fibre core diameter (CD) variation. Fibre core angular offset is considered insignificant given the state-of-the-art and is excluded as a factor for attenuation estimation.

Attenuation and return loss performance grades are defined in IEC 63267-1.

2 Normative references

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

IEC 61300-3-6, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss*

IEC 61300-3-34, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-34: Examinations and measurements – Attenuation of random mated connectors*

IEC 61300-3-35, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers*

IEC 61300-3-45, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-45: Examinations and measurements – Attenuation of random mated multi-fibre connectors*

IEC 63267-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector optical interfaces – Part 1: Enhanced macro bend loss multimode 50 µm core diameter fibres – General and guidance*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 63267-1 apply.

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

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

4 Attenuation and return loss grades

Proposed attenuation and return loss grades for PC polished connections are given in Table 1 and Table 2.

Table 1 – Multimode random mate attenuation grades at 850 nm

Attenuation grade	Attenuation mean dB	Attenuation ^a ≥ 97 % ^b dB	Notes
Am			Reserved for future application
Bm	≤ 0,30	≤ 0,60	
Cm	≤ 0,50	≤ 1,00	
Dm			Not specified at this time
^a Attenuation shall be measured by IEC 61300-3-34 for single-fibre connectors and IEC 61300-3-45 for multi-fibre connectors. ^b The probability of a random mated connection set to meet the specified attenuation requirement will be ≥ 97 %. This performance is reached considering a statistical distribution of the connection's parameters (optical fibre core diameter, numerical aperture, and lateral offset) and using an encircled flux (EF) compliant launch at the source operating at a nominal value for wavelength of 850 nm.			

Table 2 – Multimode return loss grades at 850 nm

Return loss grade	Return loss (mated) ^a dB	Notes
1		Grade 1 is defined as ≥ 45 dB (mated) and reserved for use with angled, physically contacting fibres
2	≥ 20	
^a The test shall be carried out in accordance with IEC 61300-3-6.		

5 Criteria for a fit within attenuation and return loss grades

5.1 General

The criteria for meeting the attenuation and return loss grades listed in Table 1 and Table 2 are given in Figure 1 to Figure 3 and Table 3 and Table 4. The parameters chosen for the criteria definition are based on the degree of significance in affecting the performance under test. The criteria selected are based on the theoretical model in 5.2, as well as experimental results.

IEC TR 62614-2, which is a Technical Report, provides further background on EF in conjunction with attenuation and return loss of graded index multimode fibre products.

5.2 Attenuation grades and criteria

When launched into multimode optical fibre, light emitting diode (LED) and laser sources can exhibit varying modal power distributions. These differing modal power distributions, combined with the differential mode attenuation (DMA) inherent in most multimode components,

commonly cause variations when measuring attenuation. EF is used to provide quantitative requirements based on near-field intensity, measured in accordance with IEC 61300-1 so that the maximum expected variation in attenuation is known. An EF flux template is constructed from a set of three EF curves, defined at critical values of radius, using the lower and upper limits to establish an envelope, and a target condition. Requirements are tabulated for a particular combination of optical fibre size and wavelength in IEC 61300-1.

The theory leading to the EF limits is based on assumptions that include optical fibre core refractive index dimension and shape, spectral width, and Hermite-Gauss or Laguerre-Gauss models for mode fields. A mode group power coupling matrix associated with lateral offset of a connection can be generated by overlap integrals of the different mode fields, having the input fields displaced relative to the receiving fibre mode fields. This allows the attenuation of a connection to be computed for a given encircled flux launch condition based on lateral misalignment, optical fibre core diameter, and numerical aperture, which are the most significant parameters influencing performance under test.

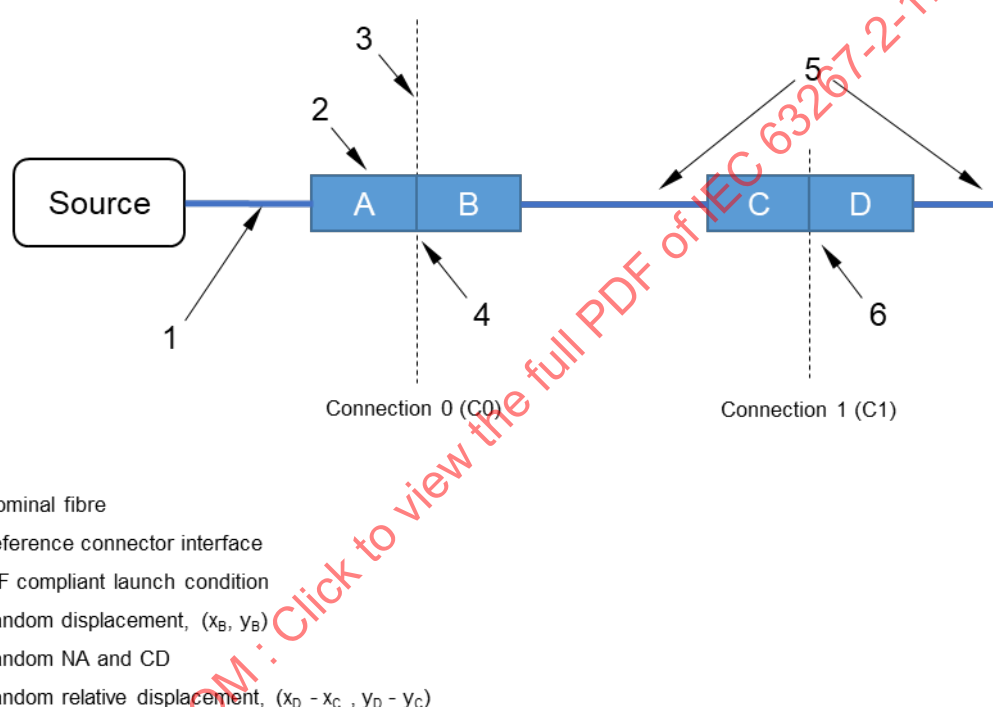


Figure 1 – Schematic illustration showing connection zero and connection one

Characterization of the requisite EF launch condition is described at the end of an equipment launch cord, generally with reference grade fibre and interface geometry. When a random cord is concatenated to the launch cord, the first interface is referred to as connection zero (C0). This connection tends to alter the launch condition through mode coupling and differential mode attenuation. However, the second connection, defined as connection one (C1), is used for estimation of a given attenuation performance grade. Therefore, the estimated loss at C1 is dependent on the connection at C0 with respect to how much the power intensity distribution is modified and shall be considered in the determination of a performance grade. A schematic of the test setup illustrates the connections in Figure 1.

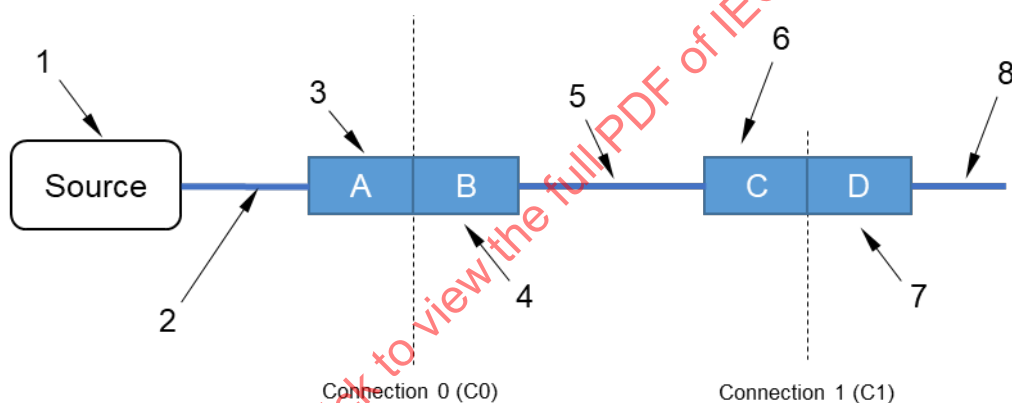
The attenuation grades are based on a statistical approach defining parameter values of connection populations to reach the given random attenuation (or below) in 97 % of the connections. This performance assumes a nominal wavelength of 850 nm with multimode optical fibre defined in IEC 60793-2-10 category A1-OMxb ($x = 2, 3, 4, \text{ or } 5$) as highlighted by the properties listed in Table 3.

Table 3 – Multimode optical fibre properties

Fibre type	Nominal wavelength nm	Fibre core diameter µm		Numerical aperture		Effective group index of refraction
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	
IEC 60793-2-10 category A1-OMxb (x = 2, 3, 4, or 5) fibres	850	47,5	52,5	0,185	0,215	1,483 5

Populations of lateral fibre core offset, NA mismatch, and CD of the randomly mated connections are assumed to be statistically distributed for the purpose of simulation. Assuming an optimally centred reference fibre at connection zero, it should be noted that offset distribution at connection, C1, is $\sqrt{2}$ times broader than connection, C0.

The attenuation at C1 is estimated using the lookup table result for a given combination of parameters. The underlying statistical assumptions for these inputs are used to generate the expected loss distribution. A graphical representation which provides parameter limits and probability density functions for the theoretical analysis is shown in Figure 2.



Key

- 1 EF at upper boundary of launch condition template
- 2 reference fibre with CD from 49,5 µm to 50,5 µm (uniform) and NA from 0,198 to 0,202 (uniform)
- 3 reference interface with displacement from 0 µm to 4,5 µm
- 4 bi-variate Gaussian displacement, (x_B , y_B)
- 5 cord 1 fibre with CD from 47,5 µm to 52,5 µm (Gaussian) and NA from 0,185 to 0,215 (Gaussian)
- 6 bi-variate Gaussian displacement, (x_C , y_C)
- 7 bi-variate Gaussian displacement, (x_D , y_D)
- 8 cord 2 fibre with CD from 47,5 µm to 52,5 µm (Gaussian) and NA from 0,185 to 0,215 (Gaussian)

NOTE 1 Gaussian distribution is based on a $+3\sigma$ variance within the limits.

NOTE 2 Bi-variate Gaussian displacement variation is alternatively defined as a radial offset with a Rayleigh distribution in polar coordinates.

NOTE 3 Refer to IEC 63267-2-2 for detail on reference connection parameter.

Figure 2 – Graphical representation showing parameter limits and distribution information for the purpose of attenuation modelling

Simulation of the parameters yields characteristic curves for the mean and ≥ 97 % attenuation levels as a function of lateral offset limit for the mating interfaces, as shown in Figure 3. The offset limit is defined by a Raleigh probability distribution, where the tail is truncated at a value of 99,97 %. From the plot, the maximum allowable misalignment between mating fibre cores can be determined for performance grades Bm and Cm, which are approximately 3 µm and

6 μm , respectively, as illustrated. Alternatively, response surfaces that give the maximum allowable combination of lateral offset, core diameter, and numerical aperture to not exceed attenuations of 0,6 dB and 1,0 dB are shown in Annex A. These provide a qualitative representation of the influence that each factor has on a given performance level.

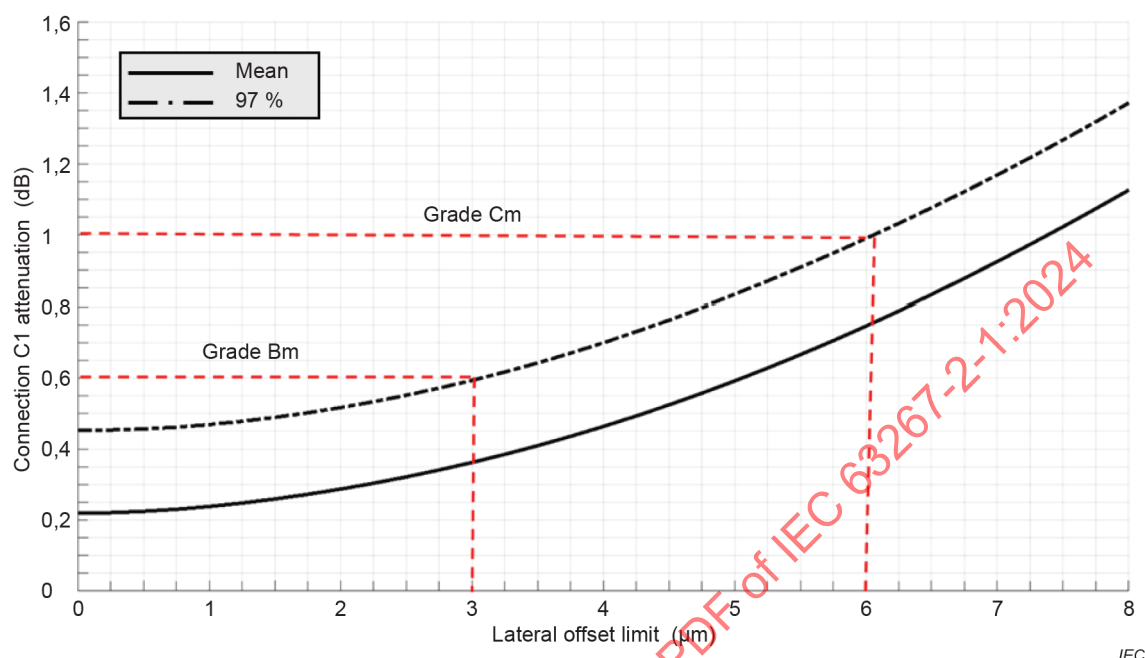


Figure 3 – Connection C1 attenuation as a function of lateral offset limit

5.3 Return loss grades and criteria

Without considering any contamination or defect on the end face, the intrinsic return loss on physical contacting fibres is governed by the refractive index profiles of the mating fibre core. Assuming a proper polishing method is applied to ensure the return loss grades listed in Table 2, the quality of the end face shall be inspected in accordance with IEC 61300-3-35 to determine if it is suitable for use. The visual requirements for multimode PC polished end faces in fibre core zone (zone A), and fibre cladding zone (zone B) are shown in Table 4.

Table 4 – Visual requirements for multimode PC polished end faces return loss grade 2 ($RL \geq 20$ dB)

Zone (diameter)	Defects (diameter)	Scratches (width)
A: core zone 65 μm	$< 2 \mu\text{m}$: no limit $\geq 2 \mu\text{m}$ and $\leq 5 \mu\text{m}$: maximum 4 $> 5 \mu\text{m}$: none	$< 3 \mu\text{m}$: no limit $\geq 3 \mu\text{m}$ and $\leq 4 \mu\text{m}$: maximum 4 $> 4 \mu\text{m}$: none
B: cladding zone 65 μm to 110 μm	$\leq 25 \mu\text{m}$: no limit $> 25 \mu\text{m}$: none	No limit

Annex A (informative)

Relationship between lateral offset, numerical aperture, and core diameter to achieve the attenuation grades

Response surfaces, for a given maximum allowable combination of lateral offset, core diameter, and numerical aperture, to not exceed attenuations of 0,6 dB and 1,0 dB are given in Figure A.1 and Figure A.2, respectively. These surfaces can be expressed in the form of a cubic polynomial fit, where Formula (A.1) is for the 0,6 dB case and Formula (A.2) is for 1,0 dB.

$$\begin{aligned} \delta = & -1\,604,084 + 41,838 \cdot d_c + 12\,640,219 \cdot \theta - 5,181 \times 10^{-1} \cdot d_c^2 - 42\,251,161 \cdot \theta^2 \\ & + 60,2523 \times 10^{-3} \cdot d_c^3 + 50\,276,123 \cdot \theta^3 - 146,769 \cdot d_c \cdot \theta \\ & + 6,391 \times 10^{-1} \cdot d_c^2 \cdot \theta + 202,813 \cdot d_c \cdot \theta^2 \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

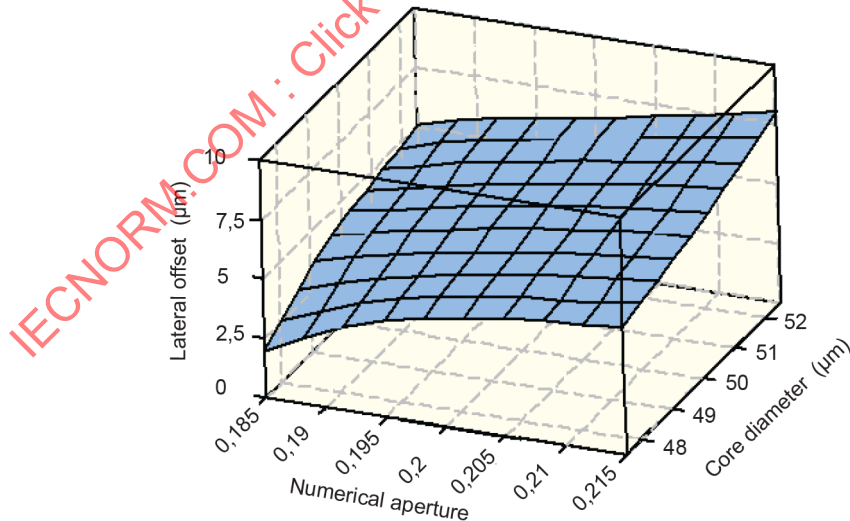
$$\begin{aligned} \delta = & -11\,42,025 + 29,408 \cdot d_c + 8958,374 \cdot \theta - 3,857 \times 10^{-1} \cdot d_c^2 - 31\,251,504 \cdot \theta^2 \\ & + 2,02 \times 10^{-3} \cdot d_c^3 + 38\,156,57 \cdot \theta^3 - 90,886 \cdot d_c \cdot \theta \\ & + 3,658 \times 10^{-1} \cdot d_c^2 \cdot \theta + 134,114 \cdot d_c \cdot \theta^2 \end{aligned} \quad (\text{A.2})$$

where

δ is the lateral offset in μm ;

d_c is the fibre core diameter (CD) in μm ;

θ is the fibre numerical aperture (NA).



IEC

Figure A.1 – Response surface showing relationship between lateral offset, numerical aperture, and core diameter to achieve 0,6 dB attenuation for 850 nm operation under a worst case EF launch condition

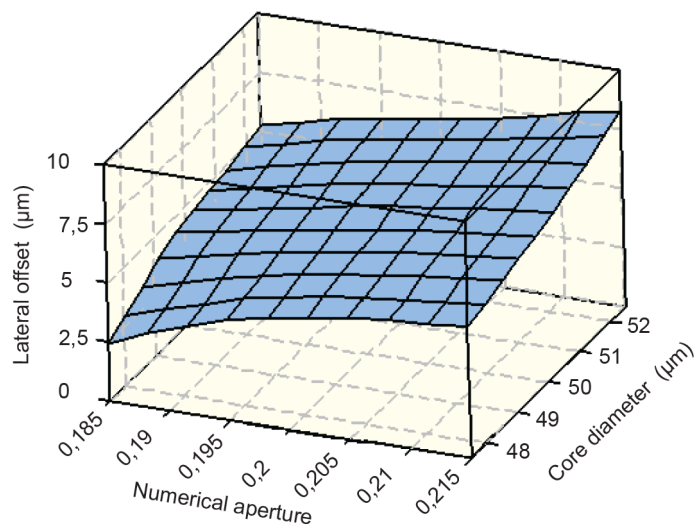


Figure A.2 – Response surface showing relationship between lateral offset, numerical aperture, and core diameter to achieve 1,0 dB attenuation for 850 nm operation under a worst case EF launch condition

Bibliography

IEC 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

IEC 61280-4-1, *Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cable plant – Multimode attenuation measurement*

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

IEC TR 62614-2, *Fibre optics – Multimode launch conditions – Part 2: Determination of launch condition requirements for measuring multimode attenuation*

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

IEC 63267-2-2, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connector optical interfaces for enhanced macro bend multimode fibres – Part 2-2: Connection parameters of physically contacting 50 µm core diameter fibres – Non-angled for reference connection applications*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63267-2-1:2024

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63267-2-1:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
1 Domaine d'application	17
2 Références normatives	17
3 Termes et définitions	18
4 Classes d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion	18
5 Critères permettant de s'adapter aux classes d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion	18
5.1 Généralités	18
5.2 Classes et critères d'affaiblissement	19
5.3 Classes et critères d'affaiblissement de réflexion	22
Annexe A (informative) Relation entre le décalage latéral, l'ouverture numérique et le diamètre du cœur pour obtenir les degrés d'affaiblissement.....	23
Bibliographie.....	25
Figure 1 – Schéma représentant la connexion zéro et la connexion une	19
Figure 2 – Représentation graphique indiquant les limites des paramètres et les informations sur la distribution aux fins de la modélisation de l'affaiblissement	21
Figure 3 – Affaiblissement de connexion C1 en fonction de la limite pour le décalage latéral	22
Figure A.1 – Surface de réponse indiquant la relation entre le décalage latéral, l'ouverture numérique et le diamètre du cœur pour obtenir un affaiblissement de 0,6 dB pour un fonctionnement à 850 nm dans les conditions d'injection EF les plus défavorables	23
Figure A.2 – Surface de réponse indiquant la relation entre le décalage latéral, l'ouverture numérique et le diamètre du cœur pour obtenir un affaiblissement de 1,0 dB pour un fonctionnement à 850 nm dans les conditions d'injection EF les plus défavorables	24
Tableau 1 – Classes d'affaiblissement en multimodal, accouplement sans choix préalable à 850 nm	18
Tableau 2 – Classes d'affaiblissement de réflexion en multimodal à 850 nm	18
Tableau 3 – Propriétés des fibres optiques multimodales.....	20
Tableau 4 – Exigences visuelles pour les extrémités polies PC multimodales, classe 2 d'affaiblissement de réflexion ($RL \geq 20$ dB)	22

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET
COMPOSANTS PASSIFS FIBRONIQUES –
INTERFACES OPTIQUES DE CONNECTEURS POUR FIBRES
MULTIMODALES AMÉLIORÉES EN MACROCOURBURES –****Partie 2-1: Paramètres de connexion des fibres d'un diamètre
de cœur de 50 µm en contact physique – Sans-angle**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 63267-2-1 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
86B/4858/FDIS	86B/4877/RVD

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

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63267, publiées sous le titre général *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Interfaces optiques de connecteurs pour fibres multimodales améliorées en macrocourbures*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Les futurs documents de cette série porteront le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des documents qui existent déjà dans cette série sera mis à jour lors de leur prochaine édition.

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

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS FIBRONIQUES – INTERFACES OPTIQUES DE CONNECTEURS POUR FIBRES MULTIMODALES AMÉLIORÉES EN MACROCOURBURES –

Partie 2-1: Paramètres de connexion des fibres d'un diamètre de cœur de 50 μm en contact physique – Sans-angle

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63267 définit un ensemble de conditions spécifiées pour les connexions fibroniques multimodales à gradient d'indice, de 50/125 μm améliorées en macrocourbures, afin de satisfaire aux exigences de performance d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion dans une paire à accouplement sans choix préalable de fibres polies à contact physique (PC).

Une condition d'injection conforme au flux inscrit (EF, *encircled flux*) selon l'IEC 61300-1, à une longueur d'onde de fonctionnement de 850 nm, est utilisée en vue de déterminer les classes de performances, fondées sur le décalage latéral du cœur de la fibre, la désadaptation de l'ouverture numérique (NA, *numerical aperture*) et la variation du diamètre du cœur de la fibre (CD, *core diameter*). Le décalage angulaire du cœur de la fibre est considéré comme négligeable compte tenu de l'état de l'art et il est exclu à titre de facteur pour l'estimation de l'affaiblissement.

Les classes d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion sont définies dans l'IEC 63267-1.

2 Références normatives

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

IEC 61300-3-6, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-6: Examens et mesures – Affaiblissement de réflexion*

IEC 61300-3-34, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-34: Examens et mesures – Affaiblissement dû à l'accouplement de connecteurs quelconques*

IEC 61300-3-35, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-35: Examens et mesures – Examen visuel des connecteurs fibroniques et des émetteurs-récepteurs à embase fibrée*

IEC 61300-3-45, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesure – Partie 3-45: Examens et mesures – Affaiblissement dû à l'accouplement sans choix préalable de connecteurs multifibres*

IEC 63267-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Interfaces optiques de connecteurs fibroniques – Partie 1: Fibres multimodales de diamètre de cœur de 50 μm à performances améliorées en matière de pertes par macrocourbures – Généralités et recommandations*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 63267-1 s'appliquent.

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

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

4 Classes d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion

Les classes d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion proposées pour les connexions PC polies sont données dans le Tableau 1 et le Tableau 2.

Tableau 1 – Classes d'affaiblissement en multimodal, accouplement sans choix préalable à 850 nm

Classe d'affaiblissement	Moyenne d'affaiblissement dB	Affaiblissement ^a ≥ 97 % ^b dB	Notes
Am			Réservé pour une application ultérieure
Bm	≤ 0,30	≤ 0,60	
Cm	≤ 0,50	≤ 1,00	
Dm			Non spécifié pour l'instant
^a L'affaiblissement doit être mesuré selon l'IEC 61300-3-34 pour les connecteurs monofibres et l'IEC 61300-3-45 pour les connecteurs multifibres. ^b La probabilité pour un jeu de connecteurs à accouplement sans choix préalable de satisfaire à l'exigence spécifiée d'affaiblissement est ≥ 97 %. Cette performance est atteinte en prenant en compte une distribution statistique des paramètres de la connexion (diamètre du cœur de la fibre optique, ouverture numérique et décalage latéral) et en utilisant une injection conforme au flux inscrit (EF) à la source fonctionnant à une valeur nominale pour une longueur d'onde de 850 nm.			

Tableau 2 – Classes d'affaiblissement de réflexion en multimodal à 850 nm

Classe d'affaiblissement de réflexion	Affaiblissement de réflexion (à accouplement) ^a dB	Notes
1		La classe 1 est définie comme ≥ 45 dB (à accouplement) et réservée à l'utilisation avec des fibres en contact physique, avec angle
2	≥ 20	
^a L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 61300-3-6.		

5 Critères permettant de s'adapter aux classes d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion

5.1 Généralités

Les critères permettant de satisfaire aux classes d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion énoncées dans le Tableau 1 et le Tableau 2 sont indiqués de la Figure 1 à la Figure 3 et dans le Tableau 3 et le Tableau 4. Les paramètres choisis pour définir ces critères sont

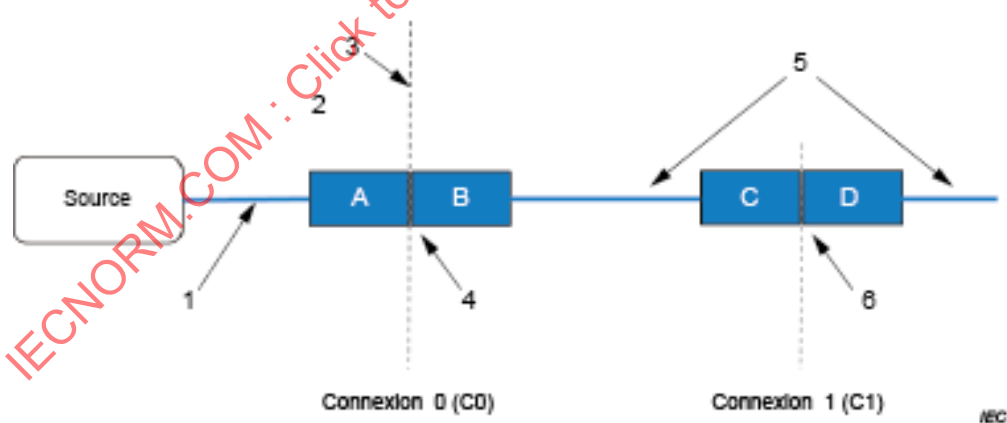
fondés sur l'importance de leur incidence sur les performances pendant l'essai. Les critères choisis sont fondés sur le modèle théorique du 5.2, ainsi que sur les résultats expérimentaux.

Le Rapport technique IEC TR 62614-2, fournit des informations complémentaires sur l'EF en liaison avec l'affaiblissement et l'affaiblissement de réflexion des produits à fibres multimodales à gradient d'indice.

5.2 Classes et critères d'affaiblissement

Lors de l'injection dans des fibres optiques multimodales, des diodes électroluminescentes (LED, *Light Emitting Diode*) et des sources laser peuvent présenter des fluctuations de distributions de la puissance modale. Ces différences de distributions de la puissance modale, combinées avec l'affaiblissement de mode différentiel (DMA, *differential mode attenuation*) inhérent à la plupart des composants multimodaux, génèrent couramment des variations lors du mesurage de l'affaiblissement. L'EF est utilisé pour fournir des exigences quantitatives fondées sur l'intensité en champ proche, mesurée conformément à la norme IEC 61300-1, de sorte que la variation maximale attendue de l'affaiblissement soit connue. Un modèle de flux inscrit (EF) est élaboré à partir d'un ensemble de trois courbes EF, défini à des valeurs critiques du rayon, en utilisant les limites inférieure et supérieure pour établir une enveloppe et une condition cible. Les exigences figurent dans un tableau pour une combinaison particulière de tailles de fibres optiques et de longueurs d'onde dans l'IEC 61300-1.

La théorie conduisant aux limites EF est fondée sur des hypothèses qui incluent la forme et la dimension de l'indice de réfraction du cœur de la fibre optique, la largeur spectrale et les modèles d'Hermite-Gauss ou de Laguerre-Gauss pour les champs de mode. Une matrice de couplage de puissance de groupes de modes associée au décalage latéral d'une connexion peut être générée par des intégrales de recouvrement des différents champs de modes, les champs d'entrée étant déplacés par rapport aux champs de modes des fibres de réception. Cela permet de calculer l'affaiblissement d'une connexion pour une condition donnée d'injection pour le flux inscrit en fonction du désalignement latéral, du diamètre du cœur de la fibre optique et de l'ouverture numérique, qui sont les paramètres les plus significatifs ayant une incidence sur la performance pendant l'essai.



Légende

- 1 fibre nominale
- 2 interface des connecteurs de référence
- 3 condition d'injection conforme EF
- 4 déplacement sans choix préalable, (x_B, y_B)
- 5 NA et CD sans choix préalable
- 6 déplacement relatif sans choix préalable, $(x_D - x_C, y_D - y_C)$

Figure 1 – Schéma représentant la connexion zéro et la connexion une

La caractérisation de la condition d'injection EF requise est décrite à l'extrémité d'un cordon d'injection de l'équipement, généralement avec la géométrie de la fibre et de l'interface de la classe de référence. Lorsqu'un cordon sans choix préalable est concaténé au cordon d'injection, la première interface est désignée sous le terme de connexion zéro (C0). Cette connexion tend à compromettre la condition d'injection sous l'effet de l'affaiblissement de mode différentiel et de couplage de mode. Toutefois, la seconde connexion, définie en tant que connexion une (C1), est utilisée en vue de l'estimation d'une classe de performance d'affaiblissement donnée. Par conséquent, la perte estimée au niveau de C1 dépend de la connexion au niveau de C0 par rapport au degré auquel la répartition de l'intensité de la puissance est modifiée et doit être prise en compte dans la détermination d'une classe de performance. Une représentation schématique du montage d'essai illustre les connexions à la Figure 1.

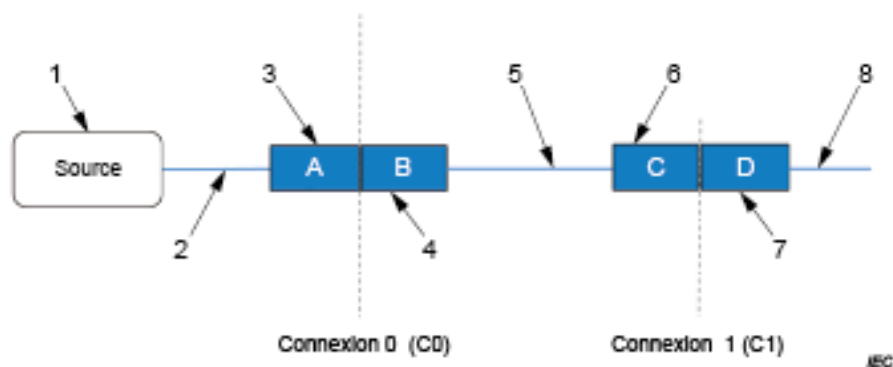
Les classes de performances sont fondées sur une approche statistique qui définit les valeurs des paramètres de populations de connexions permettant d'atteindre l'affaiblissement aléatoire donné (ou une valeur inférieure) dans 97 % des connexions. Ces performances partent de l'hypothèse d'une longueur d'onde nominale de 850 nm avec une fibre optique multimodale définie dans l'IEC 60793-2-10 catégorie A1-OMxb (x = 2, 3, 4, ou 5) comme le confirment les propriétés énoncées dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Propriétés des fibres optiques multimodales

Type de fibre	Longueur d'onde nominale nm	Diamètre du cœur de la fibre μm		Ouverture numérique		Groupe effectif d'indices de réfraction
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	
IEC 60793-2-10 fibres de catégorie A1-OMxb (x = 2, 3, 4, ou 5)	850	47,5	52,5	0,185	0,215	1,483 5

Les populations concernant le décalage latéral du cœur de la fibre, la désadaptation de la NA, et le CD des connexions à accouplement sans choix préalable sont présumées être réparties statistiquement aux fins de simulation. Dans l'hypothèse d'une fibre de référence centrée de manière optimale au niveau de la connexion zéro, il convient de noter que la distribution des décalages au niveau de la connexion, C1, est $\sqrt{2}$ fois plus importante que celle de la connexion, C0.

L'affaiblissement au niveau de C1 est estimé en utilisant le résultat de la table de recherche pour une combinaison donnée de paramètres. Les hypothèses statistiques sous-jacentes à ces données sont utilisées pour générer la distribution des pertes attendues. La Figure 2 est une représentation graphique qui fournit les limites des paramètres et les fonctions de densité de probabilité pour l'analyse théorique.



Légende

- 1 EF à la limite supérieure du modèle de condition d'injection
- 2 fibre de référence avec CD compris entre 49,5 μm et 50,5 μm (uniforme) et NA entre 0,198 et 0,202 (uniforme)
- 3 interface de référence avec déplacement de 0 μm à 4,5 μm
- 4 déplacement gaussien bidirectionnel, (x_B, y_B)
- 5 fibre cordon 1 avec CD de 47,5 μm à 52,5 μm (gaussien) et NA de 0,185 à 0,215 (gaussien)
- 6 déplacement gaussien bidirectionnel, (x_C, y_C)
- 7 déplacement gaussien bidirectionnel, (x_D, y_D)
- 8 fibre cordon 2 avec CD de 47,5 μm à 52,5 μm (gaussien) et NA de 0,185 à 0,215 (gaussien)

NOTE 1 La distribution gaussienne est fondée sur une variance de 3σ à l'intérieur des limites.

NOTE 2 La variation du déplacement gaussien bidirectionnel est alternativement définie comme un décalage radial selon une distribution de Rayleigh en coordonnées polaires.

NOTE 3 Se référer à l'IEC 63267-2-2 pour les informations détaillées portant sur les paramètres de connexion de référence.

Figure 2 – Représentation graphique indiquant les limites des paramètres et les informations sur la distribution aux fins de la modélisation de l'affaiblissement

La simulation des paramètres permet d'obtenir des courbes caractéristiques pour les niveaux d'affaiblissement moyen et $\geq 97\%$ en fonction de la limite de décalage latéral pour les interfaces d'accouplement, comme l'indique la Figure 3. La limite de décalage est définie par une distribution de probabilité de Raleigh, où la traîne est tronquée à une valeur de 99,97 %. Le tracé permet de déterminer le désalignement maximal admissible entre les cœurs de fibres en accouplement pour les classes de performance Bm et Cm, respectivement d'environ 3 μm et 6 μm , comme l'indique la Figure. En variante, l'Annexe A indique des surfaces de réponse qui donnent la combinaison maximale admissible du décalage latéral, du diamètre du cœur et de l'ouverture numérique pour ne pas dépasser les affaiblissements de 0,6 dB et de 1,0 dB. Ceux-ci fournissent une représentation qualitative de l'influence de chaque facteur sur un niveau de performance donné.

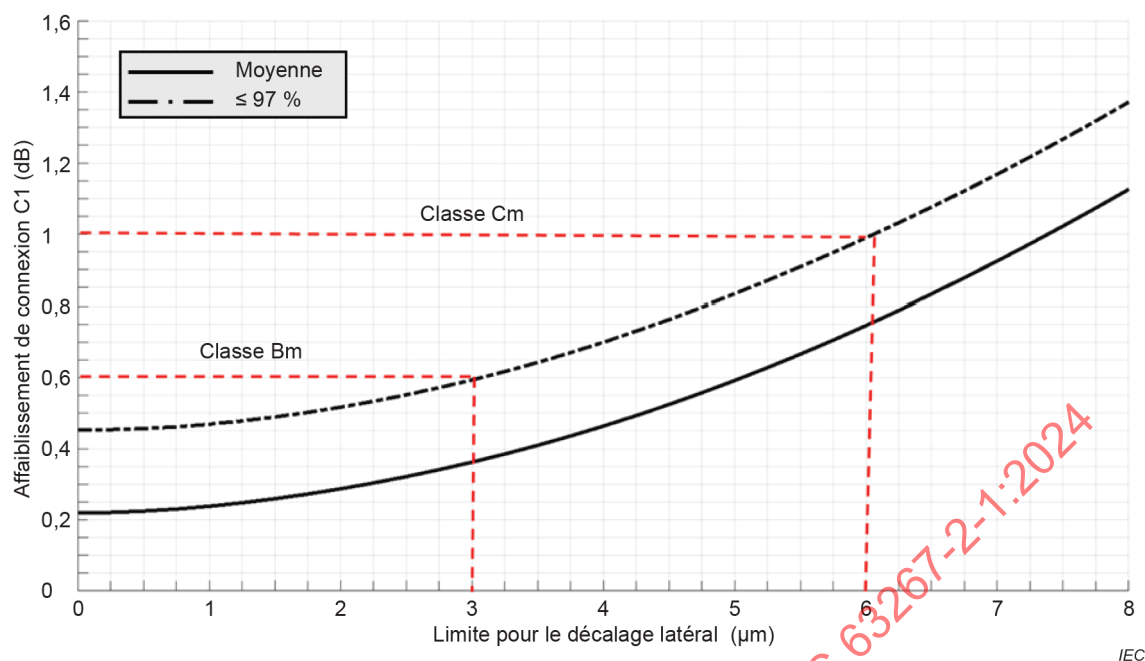


Figure 3 – Affaiblissement de connexion C1 en fonction de la limite pour le décalage latéral

5.3 Classes et critères d'affaiblissement de réflexion

Sans tenir compte d'une contamination ou d'un défaut sur l'extrémité, l'affaiblissement de réflexion intrinsèque sur les fibres en contact physique est régi par les profils d'indice de réfraction du cœur de la fibre en accouplement. En presumant qu'une méthode de polissage appropriée est appliquée pour assurer les classes d'affaiblissement de réflexion indiquées dans le Tableau 2, la qualité de l'extrémité doit être examinée conformément à l'IEC 61300-3-35 pour déterminer si son utilisation est appropriée. Les exigences visuelles pour les extrémités polies PC multimodales dans la zone du cœur de la fibre (zone A) et dans la zone de la gaine de la fibre (zone B) sont indiquées dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Exigences visuelles pour les extrémités polies PC multimodales, classe 2 d'affaiblissement de réflexion ($RL \geq 20$ dB)

Zone (diamètre)	Défauts (diamètre)	Rayures (largeur)
A: zone du cœur 65 μm	$< 2 \mu\text{m}$: aucune limite $\geq 2 \mu\text{m}$ et $\leq 5 \mu\text{m}$: maximum 4 $> 5 \mu\text{m}$: aucun	$< 3 \mu\text{m}$: aucune limite $\geq 3 \mu\text{m}$ et $\leq 4 \mu\text{m}$: maximum 4 $> 4 \mu\text{m}$: aucune
B: zone de la gaine 65 μm à 110 μm	$\leq 25 \mu\text{m}$: aucune limite $> 25 \mu\text{m}$: aucun	Aucune limite