

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures –

Part 3-39: Examinations and measurements – Physical contact (PC) optical connector reference plug selection for return loss measurements

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –

Partie 3-39: Examens et mesures – Choix d'une fiche de référence pour connecteur optique à contact physique (PC) pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 61300-3-39

Edition 2.0 2011-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures –

Part 3-39: Examinations and measurements – Physical contact (PC) optical connector reference plug selection for return loss measurements

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –

Partie 3-39: Examens et mesures – Choix d'une fiche de référence pour connecteur optique à contact physique (PC) pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-88912-778-8

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 General description	5
3.1 General	5
3.2 Definitions	5
3.2.1 Reference plug	5
3.2.2 Acceptance return loss value RL_a	6
3.3 Reference plug selection – Definition and evaluation of the IRL for a plug	6
4 Apparatus.....	7
5 Procedure	7
5.1 Reference plug selection	7
5.2 Measurement of minimum acceptable RL of a plug under test.....	7
5.3 Accuracy considerations.....	8
6 Details to be specified	8
Annex A (Informative) Measurement of the return loss of physical contact optical connectors using a reference plug	9
Bibliography.....	12
Figure 1 – Behaviour of the acceptance limit RL_a in the return loss measurement as a function of the reference plug return loss RL_{ref} used in the test – the curves are given for several values of allowed RL_m grades.....	6
Figure 2 – Scheme for plug mating in the procedure for the intrinsic return loss estimation	7
Figure 3 –	8
Figure A.1 – Scheme of two fibres mated in a connection and the resulting refractive index shape	9
Figure A.2 – Scheme of two plugs mated against the ideal plug	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC INTERCONNECTING
DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS –
BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –****Part 3-39: Examinations and measurements –
Physical contact (PC) optical connector reference
plug selection for return loss measurements**

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 61300-3-39 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition of IEC 61300-3-39 cancels and replaces the first edition published in 1997 and constitutes a technical revision. Changes from the previous edition are structure of the standard, general description and the Annex.

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

FDIS	Report on voting
86B/3274/FDIS	86B/3306/RVD

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

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

The list of all parts of IEC 61300 series, published under the general title *Fibre optic interconnecting and passive components – Basic test and measurement procedures*, 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.

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –

Part 3-39: Examinations and measurements – Physical contact (PC) optical connector reference plug selection for return loss measurements

1 Scope

The objective of this part of IEC 61300 is to select non-angled physical contact (PC) optical connector plugs for use as the reference plug in the return loss RL measurement and to define an acceptance return loss value RL_a for use in plug acceptance testing.

This procedure is for use to guarantee a certain return loss value RL when two plugs have been successfully tested against the reference connector when randomly mated.

2 Normative references

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

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

3 General description

3.1 General

Return loss at mating points of mated non-angled PC optical connectors occurs due to multiple reflections at thin damaged layers on the fibre surface due to the polishing process. The refractive index of the damaged layers is higher than that of the silica fibre. Due to this consideration, it is possible to derive a simple law for predicting the return loss of a connection formed by mating two plugs, and to define a parameter that characterizes the reflectance behaviour of each single plug.

When testing a plug against a reference one, the measured return loss depends on the characteristics of the reference plug used. In order to guarantee that two randomly mated plugs give a return loss greater than a minimum acceptable value RL_m , the following steps are necessary:

- select the reference plug with well-defined characteristics;
- set a lower limit, RL_a , for the return loss of each plug measured against the reference plug.

3.2 Definitions

3.2.1 Reference plug

A reference plug is defined as any plug in a group of plugs (minimum three) that, mated together in each possible combination, give results with a specified value of return loss RL_{ref} (see 5.1 for an operative method of reference plug selection). The value for RL_{ref} and the

relevant tolerance range shall be indicated in the detail specification. However, this value has to be in the value range of the connectors that are measured with this reference.

3.2.2 Acceptance return loss value RL_a

To ensure that any randomly mated plugs give a return loss greater than the allowed RL_m , it is necessary to find the limit of the minimum acceptable return loss value RL_a for the connector set (two plugs mated by an adapter) composed of the reference plug and the plug under test.

This value is related to the RL_{ref} of the reference plug and to RL_m by the following equation:

$$RL_a = RL_m + 6 - 20 \times \log \left(10^{-(RL_{ref} - RL_m)/20} + 1 \right) \text{ [dB]} \quad (1)$$

Figure 1 shows the behaviour of RL_a as a function of RL_{ref} for several RL_m values.

For example, if 35 dB is allowed in random mated connectors and the reference plug used in the test has $RL_{ref} = 40$ dB, the plugs giving a return loss equal or greater than 37 dB against the reference plug will be accepted.

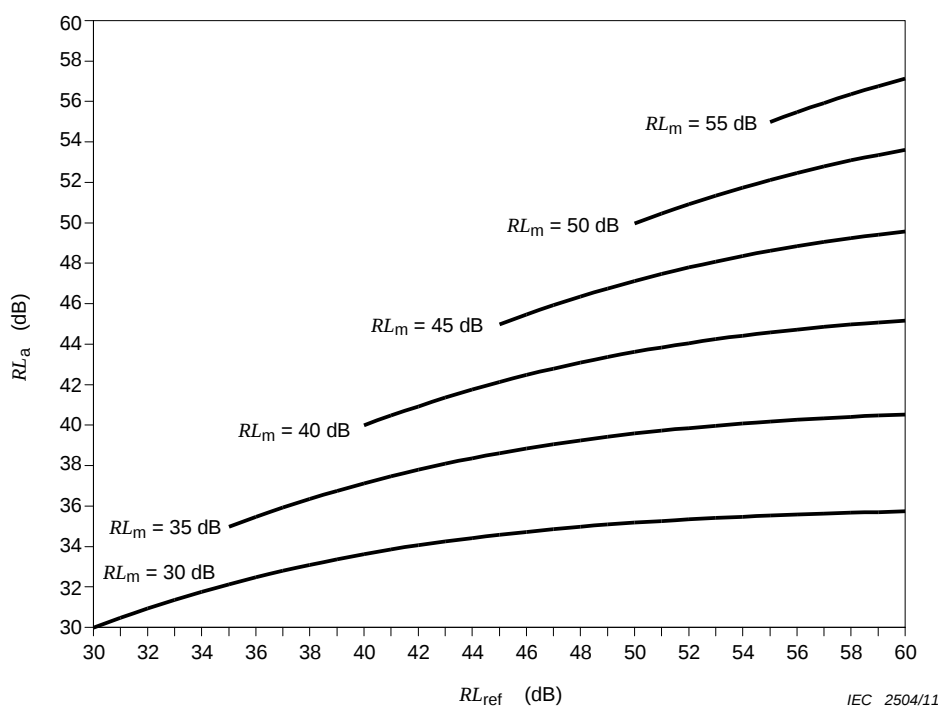


Figure 1 – Behaviour of the acceptance limit RL_a in the return loss measurement as a function of the reference plug return loss RL_{ref} used in the test – the curves are given for several values of allowed RL_m grades

3.3 Reference plug selection – Definition and evaluation of the IRL for a plug

To develop a reference plug selection method it is useful to introduce a parameter named “Intrinsic Return Loss” (IRL) associated with each plug. This parameter is defined as the return loss of a connection formed by the plug ideally mated to itself.

Using this parameter, the return loss of a two-plug connection is given by the following relationship:

$$RL = -20 \times \log \left(10^{-IRL_1/20} + 10^{-IRL_2/20} \right) + 6 \text{ [dB]} \quad (2)$$

where IRL_1 and IRL_2 are the intrinsic return loss of the two plugs composing the connector set.

The IRL of each plug in a group of three plugs can be evaluated starting from the three return losses (RL_{12} , RL_{23} , RL_{31}) measured on the three connector sets obtained by the three possible plug combinations (see Figure 2). From formula (1) a system of three equations giving the IRL of the three plugs can be obtained:

$$\begin{aligned} IRL_1 &= -20 \times \log \left(10^{-RL_{12}/20} - 10^{-RL_{23}/20} + 10^{-RL_{31}/20} \right) [\text{dB}] \\ IRL_2 &= -20 \times \log \left(10^{-RL_{12}/20} + 10^{-RL_{23}/20} - 10^{-RL_{31}/20} \right) [\text{dB}] \\ IRL_3 &= -20 \times \log \left(-10^{-RL_{12}/20} + 10^{-RL_{23}/20} + 10^{-RL_{31}/20} \right) [\text{dB}] \end{aligned} \quad (3)$$

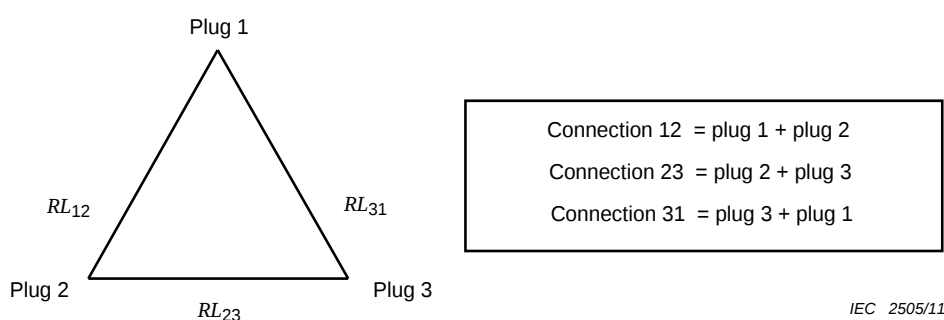


Figure 2 – Scheme for plug mating in the procedure for the intrinsic return loss estimation

4 Apparatus

The measurement set-up for return loss measurements shall be designed on the basis of the method used for the measurement of connector return loss, according to IEC 61300-3-6.

The measurement equipment shall be chosen with appropriate sensitivity for the return loss range that will be measured. It means that the error in the reflection loss measurement increases as the signal noise-to-noise ratio of the equipment decreases.

5 Procedure

5.1 Reference plug selection

In the definition of the reference plug given in 3.1.1 the parameter RL_{ref} is equivalent to the intrinsic return loss of the reference plug. Therefore, to select the reference plugs it is possible to apply the following procedure:

- the IRL of each plug shall be established in accordance with 3.2.1;
- at least three plugs with the IRL value equal to the required RL_{ref} shall be chosen;
- verify the selected plugs meet or exceed the return loss value RL_{ref} by intermating.

5.2 Measurement of minimum acceptable RL of a plug under test

Figure 3 shows the measurement set-up.

The plug indicated by PR is a reference plug. The other side of the patchcord with the plug under test P shall be terminated with a suitable method T in order to greatly suppress reflection from this point.

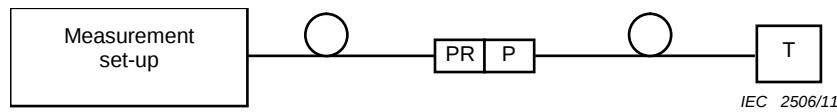


Figure 3 – Return loss measurement set-up

- According to IEC 61300-3-6, measure the return loss of the plug under test P against the reference plug PR.
- The minimum acceptable return loss value RL_a is given by equation (1) which relates RL_a to the return loss of a reference plug, RL_{ref} , for each return loss class RL_m of random mated plugs.
- The plugs which show return loss greater than RL_a against the reference plug pass the test.

5.3 Accuracy considerations

Due to the fact that the method does not consider the back reflection effects, a slight random error is present, particularly for values greater than 50 dB. This error in some cases could be over 1 dB and have a Gaussian distribution with standard deviation typically below 0,5 dB.

6 Details to be specified

The following details shall be specified:

- the method chosen for performing the return loss measurement;
- minimum return loss value allowed for random mating connectors, RL_m ;
- allowed return loss ranges of the reference plugs (or intrinsic return loss);
- minimum number of the reference plugs forming the reference group;
- type of termination T and minimum return loss.

Annex A (Informative)

Measurement of the return loss of physical contact optical connectors using a reference plug

A.1 General

Return loss is a very important parameter for physical contact optical connectors for use in high-speed digital and analogue transmission systems. Return loss is dependent on the combined characteristics of the two mated plugs in an adaptor.

As the polishing process is critical to return loss values, it is important to have a procedure to systematically test the plugs in production.

Assuming RL_m to be the minimum actual return loss acceptable for a connector set (pairs of plugs mated in an adaptor) in an optical network, it is possible to ensure that any random mated plugs have a return loss not lower than RL_m , by testing the connections composed by each plug and a reference plug and checking for a return loss value not lower than a suitable limit RL_a .

To do this, it is necessary to define the reference plug and a suitable value for RL_a to guarantee that the two sample plugs mated together give a return loss not lower than RL_m .

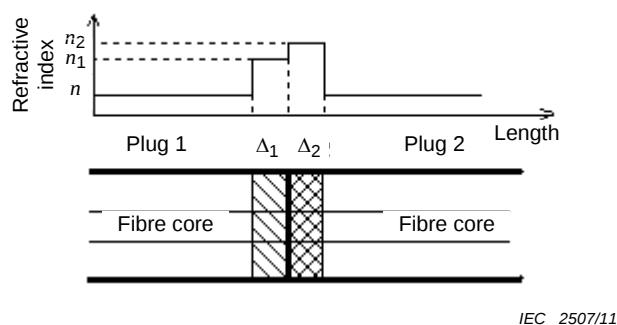
The key in solving this problem is a suitable addition law; this is a way to predict the return loss performance of a connector starting from some intrinsic characteristic of the two mated plugs.

A.2 Theoretical basis

A.2.1 Addition law

This starts from the hypothesis that the reflected field at the mated surfaces in a connector is the sum of two in-phase components. Each component is relevant to a plug and expresses the reflection of the plug when mated with a perfect fibre end.

This hypothesis is supported, for instance, by the simple model of Figure A.1. Here the two mated fibre ends and the refractive index profile are shown. The small increase in the refractive index in a layer near the fibre end is due to the plug end-face polishing process.



IEC 2507/11

Figure A.1 – Scheme of two fibres mated in a connection and the resulting refractive index shape

In this situation the total electro-magnetic (e.m.) field reflection coefficient, evaluated at the first refractive index step, can be written as:

$$R \cong \frac{n - n_1}{n + n_1} + \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \times e^{-i4\pi\Delta_1/\lambda} + \frac{n_2 - n}{n_2 + n} \times e^{-i4\pi(\Delta_1 + \Delta_2)/\lambda} \quad (\text{A.1})$$

where

n is the core refractive index;

$n_{1(2)}$ is the refractive index of zone 1 (2);

$\Delta_{1(2)}$ is the thickness of zone 1(2);

λ is the light wavelength in the fibre.

The first term in (A.1) gives the reflection coefficient that arises between the core and the adjacent damaged layer refractive indices.

The second term gives the reflection coefficient at the fibre interface. Finally the third term gives the reflection coefficient that arises at the last index step. Under the assumption that $n_1 \cong n_2 \cong n'$ the relation (A.1) can be written as:

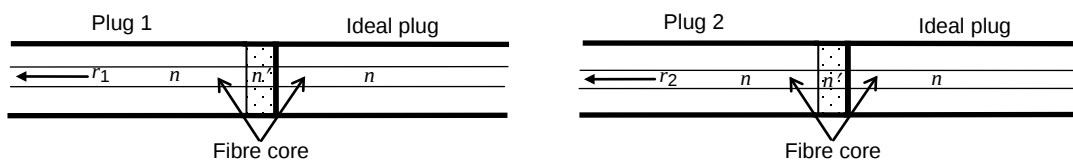
$$R \cong \frac{n - n'}{n + n'} + \frac{n' - n}{n + n'} \times e^{-i4\pi(\Delta_1 + \Delta_2)/\lambda}$$

Assuming that Δ_1 and Δ_2 are much smaller than λ and developing the exponential term by the Taylor series stopped at the first term, the expression before becomes:

$$R \cong i \times \frac{4\pi\Delta_1}{\lambda} \times \frac{(n - n')}{(n + n')} + i \times \frac{4\pi\Delta_2}{\lambda} \times \frac{(n - n')}{(n + n')}$$

To understand the physical meaning of the terms of last expression we can rewrite them using the development by Taylor series reversed, $x \cong 1 - e^{-x}$; at the end we obtain:

$$R \cong \frac{n - n'}{n + n'} + \frac{n' - n}{n + n'} \times e^{-i4\pi\Delta_1/\lambda} + \frac{n - n'}{n + n'} + \frac{n' - n}{n + n'} \times e^{-i4\pi\Delta_2/\lambda} \cong r_1 + r_2 \quad (\text{A.2})$$



IEC 2508/11

Figure A.2 – Scheme of two plugs mated against the ideal plug

As it is evident from the equation A.2 and the relevant Figure A.2, r_1 (or r_2) is the reflection coefficient that the connector would have if the fibre in the right (or in the left) plug are ideal.

The connector return loss is:

$$RL = -10 \times \log (r_1 + r_2)^2 = -20 \times \log (r_1 + r_2) \text{ [dB]} \quad (\text{A.3})$$

A.2.2 Intrinsic return loss

It is useful to define a new concept: the intrinsic return loss of a plug IRL . This parameter is defined as the return loss of a connector set formed by the plug ideally mated to itself. From (A.3) the following equation is obtained:

$$IRL = -20 \times \log(2 \times r) \cong -20 \times \log(r) - 6 \text{ [dB]} \quad (\text{A.4})$$

where r is again the e.m. field reflection coefficient when the plug is mated with an ideal one.

Assuming that the value of intrinsic return losses of two plugs IRL_1 and IRL_2 is known, the return loss of a connector set can be written as a function of these intrinsic return losses. From the equations (A.3) and (A.4) the following equation is obtained:

$$RL = -20 \times \log(10^{-IRL_1/20} + 10^{-IRL_2/20}) + 6 \text{ [dB]} \quad (\text{A.5})$$

It is possible to measure the intrinsic return loss of a plug, starting from three plugs and the three return losses measured on the three connector sets, obtained by the three possible plug combinations. In this way a system of three equations can be obtained, such as (A.5) in which the three values of RL are measured and the IRL s are the three unknown values.

A.2.3 Acceptable return loss value RL_a

The reference plug is defined as one with a well-defined value of IRL .

To use this reference plug in testing other plugs it is necessary to find the limit of the acceptable return loss value RL_a for the connection formed by the reference plug and the plug under test. This value has to be stated to assure that a connector set composed by any accepted plug couple has a return loss greater than that allowed in the network RL_m . From (A.5) the following equation can be obtained:

$$RL_a = RL_m + 6 - 20 \times \log[10^{-(IRL_r - RL_m)/20} + 1] \text{ [dB]} \quad (\text{A.6})$$

In order to be able to compare measurements on the same plug with different reference plugs, the intrinsic return loss of the reference plug must be indicated. Alternatively, the intrinsic return loss IRL_p of the plug under test can be calculated and reported. This can be done with the relationship:

$$IRL_p = -20 \times \log[10^{-RL_{meas}/20} - 10^{-(IRL_r + 6)/20}] - 6 \text{ [dB]} \quad (\text{A.7})$$

where RL_{meas} is the measured return loss of the connector set composed by the reference plug and the plug under test.

Bibliography

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

F. Caviglia et al. "Assessing the return loss performance in physical contact optical connectors". Paper presented at EFOC/LAN92, Paris, 24-26 June 1992, pp. 61-64.

K. Kanayama et al. "Evaluation method and performance of advanced low-reflection optical connectors". Paper presented at 41st International Wire and Cable Symposium, 1992, pp. 785-790.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
1 Domaine d'application	17
2 Références normatives	17
3 Description générale	17
3.1 Généralités	17
3.2 Définitions	18
3.2.1 Fiche de référence	18
3.2.2 Valeur d'affaiblissement de réflexion d'acceptation RL_a	18
3.3 Sélection de la fiche de référence – Définition et évaluation de l' IRL pour une fiche	19
4 Appareillage	20
5 Méthode	20
5.1 Sélection de la fiche de référence	20
5.2 Mesure d'un RL minimum acceptable pour une fiche en essai	20
5.3 Aspects concernant la précision	21
6 Détails à spécifier	21
Annexe A (informative) Mesure de l'affaiblissement de réflexion des connecteurs optiques à contact physique utilisant une fiche de référence	22
Bibliographie	26
Figure 1 – Comportement de la limite d'acceptation RL_a dans la mesure d'affaiblissement de réflexion en fonction de l'affaiblissement de réflexion de la fiche de référence RL_{ref} utilisée dans l'essai – les courbes sont données pour plusieurs valeurs de classes de RL_m autorisées	19
Figure 2 – Schéma représentant l'accouplement des fiches dans la méthode pour l'estimation de l'affaiblissement de réflexion intrinsèque	20
Figure 3 – Montage pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion	21
Figure A.1 – Schéma représentant deux fibres accouplées par une connexion, et forme de l'indice de réfraction qui en résulte	23
Figure A.2 – Schéma représentant deux fiches accouplées par rapport à une fiche idéale	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION
ET COMPOSANTS PASSIFS À FIBRES OPTIQUES –
MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –****Partie 3-39: Examens et mesures –
Choix d'une fiche de référence pour connecteur optique à contact
physique (PC) pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 61300-3-39 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette seconde édition de la CEI 61300-3-39 annule et remplace la première édition publiée en 1997; elle constitue une révision technique. Les changements par rapport à l'édition précédente concernent la structure de la norme, la description générale et l'Annexe.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86B/3274/FDIS	86B/3306/RVD

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

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

La liste de toutes les parties de la série CEI 61300, publiées sous le titre général de *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures*, est disponible sur le site internet de la CEI.

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

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

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS À FIBRES OPTIQUES – MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-39: Examens et mesures – Choix d'une fiche de référence pour connecteur optique à contact physique (PC) pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion

1 Domaine d'application

L'objectif de la présente section de la CEI 61300 est de choisir des fiches sans angle pour connecteurs optiques à contact physique (PC¹) destinées à être utilisées comme fiches de référence lors de la mesure de l'affaiblissement de réflexion (RL^2) et de définir une valeur d'affaiblissement de réflexion d'acceptation, RL_a , à utiliser dans les essais d'acceptation de fiches.

Cette procédure est utilisée pour garantir une certaine valeur d'affaiblissement de réflexion RL lorsque deux fiches ont satisfait aux essais par rapport au connecteur de référence lorsqu'elles sont accouplées de manière aléatoire.

2 Références normatives

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

CEI 61300-3-6, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-6: Examens et mesures – Affaiblissement de réflexion*

3 Description générale

3.1 Généralités

L'affaiblissement de réflexion au niveau des points d'accouplement de connecteurs optiques PC sans angle accouplés est dû à des réflexions multiples sur les couches fines endommagées sur la surface de la fibre résultant du processus de polissage. L'indice de réfraction des couches endommagées est supérieur à celui de la fibre en silice. Compte tenu de cette constatation, il est possible de déduire une loi simple pour prévoir l'affaiblissement de réflexion d'une connexion formée en accouplant deux fiches et pour définir un paramètre qui caractérise les comportements de réflexion de chaque fiche individuelle.

Lorsqu'on soumet une fiche à des essais par rapport à une fiche de référence, l'affaiblissement de réflexion mesuré dépend des caractéristiques de la fiche de référence utilisée. Pour garantir que deux fiches accouplées de manière aléatoire donnent un affaiblissement de réflexion supérieur à une valeur minimale acceptable, RL_m , les étapes suivantes sont nécessaires:

¹ PC = *physical contact*.

² RL = *return loss*.

- choisir la fiche de référence avec des caractéristiques bien définies;
- définir une limite inférieure, RL_a , pour l'affaiblissement de réflexion de chaque fiche mesurée par rapport à la fiche de référence.

3.2 Définitions

3.2.1 Fiche de référence

Une fiche de référence est définie comme toute fiche d'un groupe de fiches (au minimum trois) qui, accouplées dans toutes les combinaisons possibles, donnent des résultats avec une valeur spécifiée d'affaiblissement de réflexion $RL_{réf}$ (voir 5.1 pour une méthode adaptée de sélection de fiche de référence). La valeur pour $RL_{réf}$ et la plage de tolérance applicable doivent être indiquées dans la spécification particulière. Cependant, cette valeur doit se trouver dans la plage des valeurs des connecteurs qui sont mesurés avec cette référence.

3.2.2 Valeur d'affaiblissement de réflexion d'acceptation RL_a

Pour être sûr que toute fiche accouplée de manière aléatoire donne un affaiblissement de réflexion supérieur au seuil acceptable, RL_m , il est nécessaire de trouver la limite de la valeur minimale d'affaiblissement de réflexion acceptable RL_a pour le jeu de connecteurs (deux fiches accouplées au moyen d'un raccord) composé de la fiche de référence et de la fiche soumise à l'essai.

Cette valeur est liée à la valeur $RL_{réf}$ de la fiche de référence et à la valeur RL_m par l'équation suivante:

$$RL_a = RL_m + 6 - 20 \times \log \left(10^{-(RL_{réf} - RL_m)/20} + 1 \right) \text{ [dB]} \quad (1)$$

La figure 1 montre le comportement de RL_a en fonction de $RL_{réf}$ pour plusieurs valeurs RL_m .

Par exemple, si 35 dB sont autorisés pour les connecteurs accouplés de manière aléatoire, et que la fiche de référence utilisée dans l'essai a une valeur $RL_{réf} = 40$ dB, les fiches donnant un affaiblissement de réflexion supérieur ou égal à 37 dB par rapport à la fiche de référence seront acceptées.

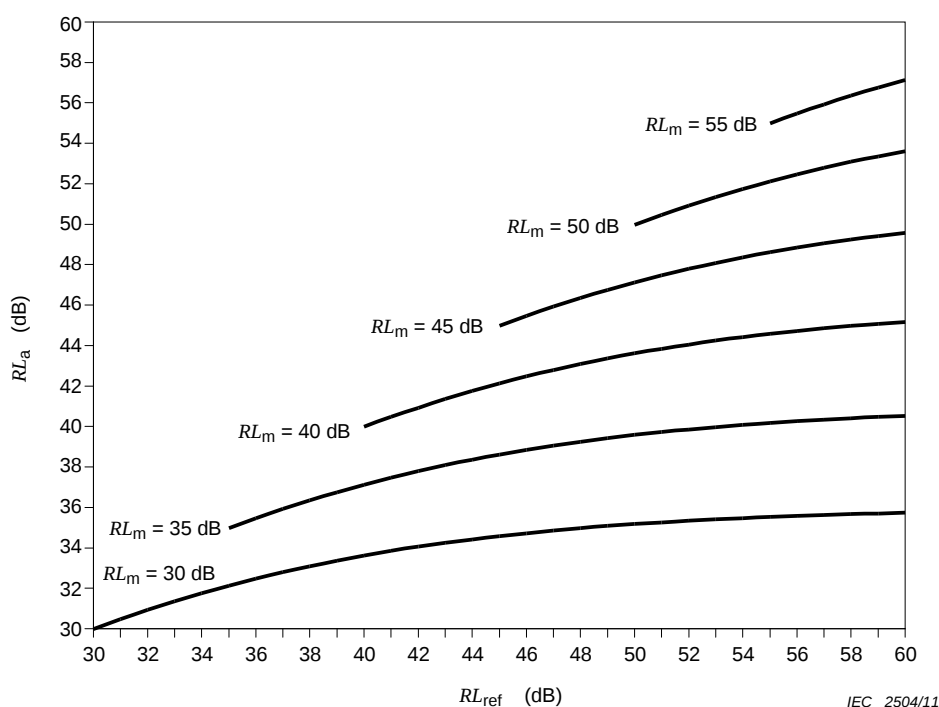


Figure 1 – Comportement de la limite d'acceptation RL_a dans la mesure d'affaiblissement de réflexion en fonction de l'affaiblissement de réflexion de la fiche de référence RL_{ref} utilisée dans l'essai – les courbes sont données pour plusieurs valeurs de classes de RL_m autorisées

3.3 Sélection de la fiche de référence – Définition et évaluation de l' IRL pour une fiche

Pour développer une méthode de sélection d'une fiche de référence, il est utile d'introduire un paramètre appelé "Affaiblissement de Réflexion Intrinsèque" (IRL^3) associé à chaque fiche. Ce paramètre est défini comme l'affaiblissement de réflexion d'une connexion formée par une fiche qui lui est idéalement accouplée.

En utilisant ce paramètre, l'affaiblissement de réflexion d'une connexion de deux fiches est donné par la relation suivante:

$$RL = -20 \times \log \left(10^{-IRL_1/20} + 10^{-IRL_2/20} \right) + 6 \text{ [dB]} \quad (2)$$

où IRL_1 et IRL_2 sont l'affaiblissement de réflexion intrinsèque des deux fiches composant le jeu de connecteurs.

L' IRL de chaque fiche dans un groupe de trois fiches peut être évalué en commençant avec les trois affaiblissements de réflexion (RL_{12} , RL_{23} , RL_{31}) mesurés sur les trois jeux de connecteurs obtenus avec les trois combinaisons possibles de fiches (voir la Figure 2). Avec la formule (1), on peut obtenir un système de trois équations donnant l' IRL des trois fiches:

³ IRL = intrinsic return loss.

$$\begin{aligned}
 IRL_1 &= -20 \times \log \left(10^{-RL_{12}/20} - 10^{-RL_{23}/20} + 10^{-RL_{31}/20} \right) [\text{dB}] \\
 IRL_2 &= -20 \times \log \left(10^{-RL_{12}/20} + 10^{-RL_{23}/20} - 10^{-RL_{31}/20} \right) [\text{dB}] \\
 IRL_3 &= -20 \times \log \left(-10^{-RL_{12}/20} + 10^{-RL_{23}/20} + 10^{-RL_{31}/20} \right) [\text{dB}]
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

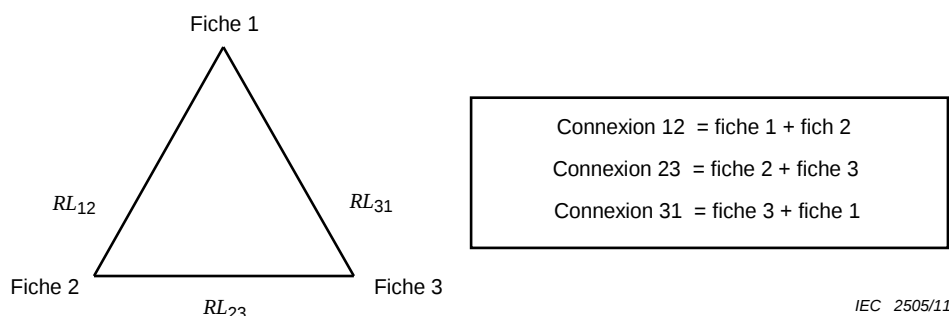


Figure 2 – Schéma représentant l'accouplement des fiches dans la méthode pour l'estimation de l'affaiblissement de réflexion intrinsèque

4 Appareillage

Le montage pour les mesures de l'affaiblissement de réflexion doit être conçu sur la base de la méthode utilisée pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion de connecteurs, conformément à la CEI 61300-3-6.

Le matériel de mesure doit être choisi avec une sensibilité adaptée pour la plage d'affaiblissement de réflexion qui sera mesurée. Cela signifie qu'une erreur dans la mesure de la perte par réflexion augmente quand le rapport de signal bruit à bruit du matériel décroît.

5 Méthode

5.1 Sélection de la fiche de référence

Dans la définition de la fiche de référence donnée en 3.1.1, le paramètre $RL_{\text{réf}}$ est équivalent à l'affaiblissement de réflexion intrinsèque de la fiche de référence. Ainsi, pour choisir la fiche de référence, il est possible d'appliquer la méthode suivante:

- a) l' IRL de chaque fiche doit être établi selon 3.2.1;
- b) au moins trois fiches d'une valeur d' IRL égale à la valeur $RL_{\text{réf}}$ exigée doivent être choisies;
- c) vérifier que les fiches sélectionnées correspondent ou dépassent la valeur d'affaiblissement de réflexion $RL_{\text{réf}}$ par accouplement.

5.2 Mesure d'un RL minimum acceptable pour une fiche en essai

La figure 3 représente le montage de mesure.

La fiche repérée PR est une fiche de référence. L'autre côté du cordon de brassage, avec la fiche en essai P, doit être traité avec une méthode adaptée T pour supprimer en grande partie les réflexions à partir de ce point.

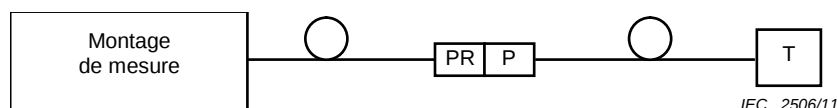


Figure 3 – Montage pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion

- Conformément à la CEI 61300-3-6, mesurer l'affaiblissement de réflexion de la fiche en essai P par rapport à la fiche de référence PR.
- La valeur de l'affaiblissement de réflexion minimum acceptable RL_a est donnée par l'équation (1) qui met en relation RL_a et l'affaiblissement de réflexion d'une fiche de référence $RL_{réf}$, pour chaque classe d'affaiblissement de réflexion RL_m de fiches accouplées de manière aléatoire.
- Les fiches qui présentent un affaiblissement de réflexion supérieur à RL_a par rapport à la fiche de référence sont considérées comme satisfaisant à l'essai.

5.3 Aspects concernant la précision

Etant donné que la méthode ne tient pas compte des effets de rétro-réflexions, il existe une faible erreur aléatoire, en particulier pour les valeurs supérieures à 50 dB. Cette erreur pourrait, dans certains cas, être supérieure à 1 dB et avoir une distribution gaussienne avec un écart type habituellement inférieur à 0,5 dB.

6 Détails à spécifier

Les détails suivants doivent être spécifiés:

- la méthode choisie pour réaliser la mesure de l'affaiblissement de réflexion;
- la valeur de l'affaiblissement de réflexion minimum permis pour les connecteurs accouplés de manière aléatoire, RL_m ;
- les plages autorisées d'affaiblissement de réflexion des fiches de référence (ou affaiblissement de réflexion intrinsèque);
- le nombre minimal de fiches de référence formant le groupe de référence;
- le type de configuration d'extrémité T et l'affaiblissement de réflexion minimum.

Annexe A (informative)

Mesure de l'affaiblissement de réflexion des connecteurs optiques à contact physique utilisant une fiche de référence

A.1 Généralités

L'affaiblissement de réflexion est un paramètre très important pour les connecteurs optiques à contact physique utilisés dans les systèmes de transmission numériques et analogiques à grande vitesse. Il dépend des caractéristiques combinées des deux fiches accouplées avec un raccord.

Comme le processus de polissage est critique pour les valeurs de l'affaiblissement de réflexion, il est important d'avoir une méthode pour soumettre la production de fiches à des essais systématiques.

Si on considère que RL_m est l'affaiblissement de réflexion minimum acceptable réel d'un jeu de connecteurs (paires de fiches accouplées avec un raccord) dans un réseau optique, il est possible de s'assurer que toute fiche accouplée de manière aléatoire a un affaiblissement de réflexion qui n'est pas inférieur à RL_m en essayant les connexions composées par chaque fiche et une fiche de référence, en vérifiant qu'il n'y a pas de valeur d'affaiblissement de réflexion inférieure à une limite RL_a adaptée.

Pour cela, il est nécessaire de définir la fiche de référence et une valeur appropriée pour RL_a pour garantir que deux fiches de l'échantillon accouplées ensemble donnent un affaiblissement de réflexion qui n'est pas inférieur à RL_m .

La réponse à ce problème est une loi d'addition adaptée; c'est-à-dire une façon de prévoir les performances d'affaiblissement de réflexion d'un connecteur en partant d'une caractéristique intrinsèque des deux fiches accouplées.

A.2 Base théorique

A.2.1 Loi d'addition

L'hypothèse de départ est que le champ réfléchi au niveau des surfaces accouplées d'un connecteur est la somme de deux composantes en phase. Chaque composante est appropriée à une fiche et exprime la réflexion de la fiche lorsqu'elle est accouplée avec une extrémité de fibre parfaite.

Cette hypothèse est étayée, par exemple, par le modèle simple de la Figure A.1. Dans ce cas, les deux extrémités de fibres accouplées et le profil de l'indice de réfraction sont représentés. La légère augmentation de l'indice de réfraction dans une couche près de l'extrémité de la fibre est due au processus de polissage de l'extrémité de la fiche.

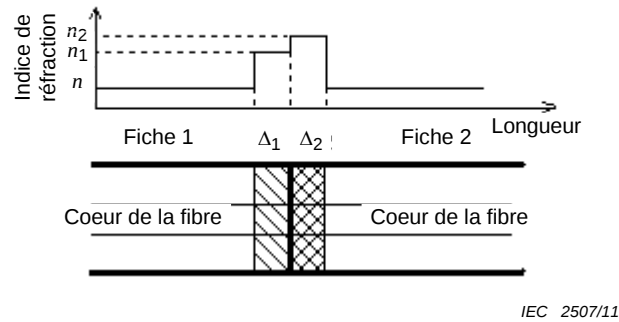


Figure A.1 – Schéma représentant deux fibres accouplées par une connexion, et forme de l'indice de réfraction qui en résulte

Dans cette situation, on peut écrire le coefficient de réflexion du champ électromagnétique (e.m) total, évalué au premier niveau d'indice de réfraction, comme suit:

$$R \cong \frac{n - n_1}{n + n_1} + \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \times e^{-i4\pi\Delta_1/\lambda} + \frac{n_2 - n}{n_2 + n} \times e^{-i4\pi(\Delta_1 + \Delta_2)/\lambda} \quad (\text{A.1})$$

où

n est l'indice de réfraction du cœur;

$n_{1(2)}$ est l'indice de réfraction de la zone 1 (2);

$\Delta_{1(2)}$ est l'épaisseur de la zone 1 (2)

λ est la longueur d'onde du rayonnement lumineux dans la fibre.

Le premier terme en (A.1) donne le coefficient de réflexion qui apparaît entre les indices de réfraction du cœur et de la couche endommagée adjacente.

Le deuxième terme donne le coefficient de réflexion à l'interface de la fibre. Enfin, le troisième terme donne le coefficient de réflexion qui apparaît au dernier niveau d'indice. Si l'on suppose que $n_1 \approx n_2 \approx n'$, la relation (A.1) peut s'écrire:

$$R \cong \frac{n - n'}{n + n'} + \frac{n' - n}{n + n'} \times e^{-i4\pi(\Delta_1 + \Delta_2)/\lambda}$$

En supposant que Δ_1 et Δ_2 sont très inférieurs à λ , et en développant la partie exponentielle par sa série de Taylor arrêtée sur son premier terme, l'expression précédente devient:

$$R \cong i \times \frac{4\pi\Delta_1}{\lambda} \times \frac{(n - n')}{(n + n')} + i \times \frac{4\pi\Delta_2}{\lambda} \times \frac{(n - n')}{(n + n')}$$

Pour comprendre la signification physique des termes de la dernière expression, on peut la réécrire au moyen du développement de la série de Taylor inverse, $x \approx 1 - e^{-x}$, on obtient finalement:

$$R \cong \frac{n - n'}{n + n'} + \frac{n' - n}{n + n'} \times e^{-i4\pi\Delta_1/\lambda} + \frac{n - n'}{n + n'} + \frac{n' - n}{n + n'} \times e^{-i4\pi\Delta_2/\lambda} \cong r_1 + r_2 \quad (\text{A.2})$$

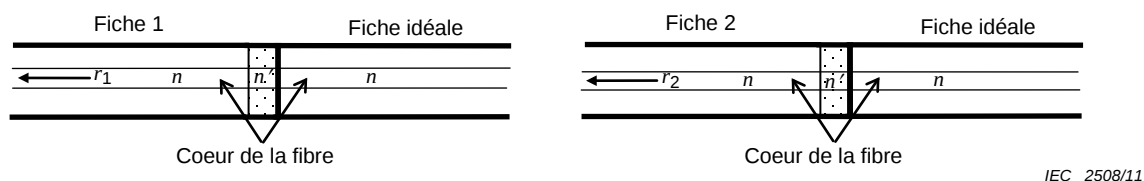


Figure A.2 – Schéma représentant deux fiches accouplées par rapport à une fiche idéale

Comme il est évident à partir de l'équation (A.2) et la Figure A.2 associée, que r_1 (ou r_2) est le coefficient de réflexion que le connecteur aurait si la fibre dans la fiche droite (ou gauche) était idéale.

L'affaiblissement de réflexion du connecteur est:

$$RL = -10 \times \log (r_1 + r_2)^2 = -20 \times \log (r_1 + r_2) \text{ [dB]} \quad (\text{A.3})$$

A.2.2 Affaiblissement de réflexion intrinsèque

Il est utile de définir un nouveau concept: l'affaiblissement de réflexion intrinsèque d'une fiche, *IRL* (*Intrinsic Return Loss*). Ce paramètre est défini comme l'affaiblissement de réflexion d'un jeu de connecteurs formé par la fiche qui y est idéalement accouplée. A partir de (A.3) on obtient l'équation suivante:

$$IRL = -20 \times \log (2 \times r) \cong -20 \times \log (r) - 6 \text{ [dB]} \quad (\text{A.4})$$

où r est de nouveau le coefficient de réflexion de champ e.m. quand la fiche est accouplée de manière idéale.

En supposant connue la valeur de l'affaiblissement de réflexion intrinsèque de deux fiches IRL_1 et IRL_2 , l'affaiblissement de réflexion d'un jeu de connecteurs peut être écrite en fonction de ces affaiblissements de réflexion intrinsèques. En prenant les équations (A.3) et (A.4) on obtient l'équation suivante:

$$RL = -20 \times \log (10^{-IRL_1/20} + 10^{-IRL_2/20}) + 6 \text{ [dB]} \quad (\text{A.5})$$

Il est possible de mesurer l'affaiblissement de réflexion intrinsèque d'une fiche, à partir de trois fiches et de trois affaiblissements de réflexion mesurés sur trois jeux de connecteurs, obtenus par les trois combinaisons de fiches possibles. De cette manière, on obtient un système de trois équations comme (A.5) dans lequel les trois valeurs de RL sont mesurées et les IRL sont les trois inconnues.

A.2.3 Valeur acceptable d'affaiblissement de réflexion RL_a

La fiche de référence est définie comme une fiche ayant une valeur IRL bien définie.

Pour utiliser cette fiche de référence pour essayer d'autres fiches, il est nécessaire de trouver la limite de la valeur d'affaiblissement de réflexion acceptable RL_a pour la connexion formée par la fiche de référence et la fiche soumise à l'essai. Cette valeur doit être stipulée pour assurer qu'un jeu de connecteurs composé par tout couple de fiches accepté a un affaiblissement de réflexion supérieur à celui autorisé dans le réseau RL_m . Avec (A.5), on peut obtenir l'équation suivante:

$$RL_a = RL_m + 6 - 20 \times \log \left[10^{-(IRL_r - RL_m)/20} + 1 \right] \text{ [dB]} \quad (\text{A.6})$$

Pour être en mesure de comparer les mesures sur la même fiche avec différentes fiches de référence, l'affaiblissement de réflexion intrinsèque de la fiche de référence doit être indiqué. Sinon, l'affaiblissement de réflexion intrinsèque IRL_p de la fiche soumise aux essais peut être calculé et enregistré. Ceci peut être fait avec la relation:

$$IRL_p = -20 \times \log \left[10^{-RL_{\text{mes}}/20} - 10^{-(IRL_r + 6)/20} \right] - 6 \text{ [dB]} \quad (\text{A.7})$$

où RL_{mes} est l'affaiblissement de réflexion mesuré du jeu de connecteurs composé par la fiche de référence et la fiche soumise aux essais.

Bibliographie

CEI 61300-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

F. Caviglia et al. "Assessing the Retrodiffusion performance in physical contact optical connectors". Paper presented at EFOC/LAN92, Paris, 24-26 June 1992, pp. 61-64.

K. Kanayama et al. "Evaluation Method and Performance of Advanced Low-Reflection Optical Connectors". Paper presented at 41st International Wire and Cable Symposium, 1992, pp. 785-790.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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