

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Part 3-55: Examinations and measurements – Polarisation extinction ratio and keying accuracy of polarisation maintaining, passive, optical components

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures –

Partie 3-55: Examens et mesures – Rapport d'extinction de polarisation et précision du détrompage des composants optiques passifs maintenant la polarisation



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Part 3-55: Examinations and measurements – Polarisation extinction ratio and keying accuracy of polarisation maintaining, passive, optical components

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures –

Partie 3-55: Examens et mesures – Rapport d'extinction de polarisation et précision du détrompage des composants optiques passifs maintenant la polarisation

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-8255-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviated terms.....	7
4 General description	8
5 Measurement principles.....	8
6 Apparatuses	9
6.1 General.....	9
6.2 Method A (reference-less approach)	9
6.2.1 General	9
6.2.2 Light source.....	10
6.2.3 Polariser and analyser	11
6.2.4 Depolariser.....	11
6.2.5 Input and output coupling optics	11
6.2.6 Power detection system.....	11
6.2.7 Mechanical holders.....	12
6.2.8 Reference connector receptacle	12
6.2.9 PM-DUT	12
6.3 Method B (comparative approach)	12
6.3.1 General	12
6.3.2 Light source.....	13
6.3.3 Polariser, waveplates and analyser.....	13
6.3.4 Reference cable	13
6.3.5 Coupling optics	14
6.3.6 Power detection system.....	14
6.3.7 Mechanical holders.....	14
6.3.8 Reference connector receptacle	14
6.3.9 PM-DUT	14
7 PER measurement procedures	14
7.1 General.....	14
7.2 Method A (reference-less approach)	15
7.2.1 General	15
7.2.2 Measurement preparation	15
7.2.3 Polarisation extinction ratio measurement.....	15
7.3 Method B (comparative approach)	16
7.3.1 General	16
7.3.2 Measurement preparation	16
7.3.3 Polarisation extinction ratio measurement.....	18
8 Mechanical key accuracy measurement procedures	18
8.1 General.....	18
8.2 Method A (reference-less approach)	18
8.2.1 General	18
8.2.2 Measurement preparation	19

8.2.3	Mechanical reference guide key angular offset Δ measurement	19
8.3	Method B (comparative approach)	19
8.3.1	General	19
8.3.2	Measurement preparation	20
8.3.3	Mechanical reference guide key angular offset Δ measurement	20
9	Details to be specified	20
Annex A (informative)	Generation of linear states of polarisation	21
A.1	General.....	21
A.2	Polariser – Quarter-waveplate – Polariser	21
A.3	Polariser – Half-waveplate	21
Annex B (informative)	Keying accuracy for PM fibre.....	23
Annex C (informative)	Calculated extinction ratio versus measured values	25
Bibliography		27

Figure 1	– Test apparatus for both polarisation extinction ratio measurements and for the determination of the mechanical reference guide keying angular misalignment	10
Figure 2	– Test apparatus for both polarisation extinction ratio measurements and for the determination of the mechanical reference guide key angular misalignment using a reference	13
Figure 3	– Typical power transmission curve after analyser	16
Figure 4	– Schematic initial layout for measurement preparation according to method B	17
Figure 5	– Examples of relative angular misalignments between fibre's principal axis, mechanical reference guide key, reference receptacle, and analyser's orientation	19
Figure A.1	– Arrangement 1 for the generation of a constant intensity, arbitrarily oriented, linear SOP	21
Figure A.2	– Arrangement 2 for the generation of a constant intensity, arbitrarily oriented, linear SOP	22
Figure B.1	– Relative position of mechanical reference guide key	23
Figure B.2	– Relative position of mechanical reference guide key, geometrical and optical axes in one example of PM PANDA fibre	24
Figure B.3	– Relative position of mechanical reference guide key, geometrical and optical axes in one example of Bowtie fibre.....	24
Figure C.1	– Calculated extinction ratio versus measured values	26
Figure C.2	– Calculated extinction ratio for a connection of two PM fibre sections	26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

**Part 3-55: Examinations and measurements –
Polarisation extinction ratio and keying accuracy
of polarisation maintaining, passive, optical components**

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 61300-3-55 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86B/4276/FDIS	86B/4290/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 61300 series, published under the general title *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-55:2020

INTRODUCTION

This document contains and expands the content of IEC 61300-3-24 and IEC 61300-3-40.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-55:2020

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

Part 3-55: Examinations and measurements – Polarisation extinction ratio and keying accuracy of polarisation maintaining, passive, optical components

1 Scope

This part of IEC 61300 provides methods for measuring the polarisation extinction ratio (PER) of single-mode, polarisation maintaining (PM) optical components based upon PM fibres. This document also provides methods for detecting the input and output orientation of the PM components' principal axes as well as methods for estimating the keying accuracy, i.e. the angular misalignment between the principal axes and the mechanical reference guide key of the connectors, if these are present.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purpose of this document, the following terms and definitions apply.

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

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

3.1.1

principal state of polarisation

PSP

state of polarisation (SOP) that propagates unaltered through an optically anisotropic medium

Note 1 to entry: It is also known as "eigen polarisation".

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.2

polarisation extinction ratio

PER

fraction of the power of one PSP that leaks onto the orthogonal one as it propagates along the polarisation maintaining component

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.2 Abbreviated terms

Term	Description
DUT	device under test

HWP	half wave plate
PER	polarisation extinction ratio
PM	polarisation maintaining
PSP	principal state of polarisation
QWP	quarter wave plate
SLD	super luminescent diode
SMF	single-mode fibre
SOP	state of polarisation

4 General description

A PM component is a physical system that can retain specific input SOP unaltered as light propagates through it. In linearly birefringent systems, these SOPs correspond to two linear polarisations, also referred to as PSPs, whose polarisation direction is parallel to the two PM-element's principal axes.

While, in ideal PM components, the two principal states of polarisation (PSPs) propagate uncoupled and unaltered, in reality they may exchange energy, effectively deviating from the initial SOP. The origin of such deviations from the ideal behaviour may be:

- intrinsic and ascribable to imperfections in the optical guiding material structure, or
- extrinsic and related to external mechanical (stress), electrical, or thermal changes applied to the PM component or a portion thereof.

How accurately a PM component can hold its PSPs is quantified by the PER. This document defines measurement methods based upon the power coupling between the two nominal PSPs in a linearly birefringent system when incoherent, linearly polarised light is injected into the PM component under test (hereafter PM-DUT).

Where a PM component is a concatenation of several distinct PM sub-elements, the overall system performance will be strongly influenced by how precisely the optical axes of the individual sub-elements are aligned with each other at the interconnecting points. Since optical fibre connectors are most often found at such junctions, it is of primary importance to evaluate and assure that their reference keying mechanisms are properly aligned to the encapsulated fibre's principal axes so that the PSPs may keep propagating unaltered. Methods for determining such angular mismatch are also described. These rely upon the same set-ups used by the methods proposed for the characterisation of the PER performance.

This document describes two methods for the measurement of PER performance and the keying accuracy: a reference-less method (method A) and a comparative method (method B). Care shall be taken when comparing the results obtained by the two methods because the measured PER values refer to two distinct configurations. Additional information on keying accuracy for PM fiber is found in Annex B.

5 Measurement principles

Both methods A and B rely upon the cross-polariser test procedure, which evaluates the PM performance of a linearly birefringent PM-DUT by assessing the ratio between the power of the linearly polarised components oriented along the two principal axes exiting the optical component compared with the input power coupled into the PM-DUT.

A prerequisite to this measurement procedure is that the polarisation response of the component to be tested is stationary, i.e. the polarisation performance is not actively influenced or modified by external factors (electrical, mechanical, thermal, or other such as fibre and

connectors manipulations) during the characterisation process. This requirement distinguishes the cross-polariser procedure from an alternative measurement approach where the power coupling between PSPs is assessed through a dynamic external intervention (mechanical or thermal) and the detection of the evolution of the instantaneous output SOP. This latter approach, also known as "in-line" method, is based upon fundamentally different experimental conditions and, depending on the interpretation of the outcomes, it may lead to different or inconsistent results when compared with those obtained using the cross-polariser procedure.

For a correct evaluation of the PM performance, the cross-polariser test procedure requires that incoherent linearly polarized light, whose polarisation matches one of the input principal axes, is coupled at the input end of the PM-DUT.

The polarisation performance of the PM-DUT is calculated from the transmitted powers carried by the two linear polarisations oriented along the two principal axes of the component being tested.

The orientation of the output optical axes of the PM-DUT is derived from the orientation of the analyser once polariser and analyser are adjusted for absolute minimum power transmission.

6 Apparatuses

6.1 General

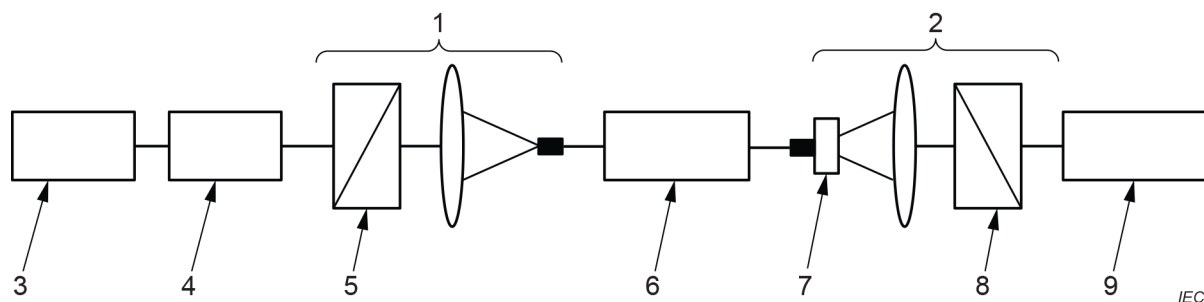
Although based upon the same physical principles, the experimental set-ups used for methods A and B differ especially in the preparation of the input SOP to be injected into the PM-DUT.

6.2 Method A (reference-less approach)

6.2.1 General

Method A is a reference-less, non-contact characterisation procedure that is not limited by constraints imposed by the presence of reference cables, reference connectors, and their wavelength dependence. This procedure is therefore generally well suited to PM-DUTs with high PER values or for measurements that require a higher degree of accuracy. The measurements are not influenced by the orientation accuracy between the fibre's optical axes and the mechanical reference guide key of the PM-DUT's connectors. This is the preferred measurement method for assessing PER.

The test apparatus for both polarisation extinction ratio measurements and for the determination of the mechanical reference guide keying angular misalignment may schematically look like the example shown in Figure 1.



Key

- 1 input coupling optics
- 2 output coupling optics
- 3 incoherent light source
- 4 depolariser
- 5 linear polariser
- 6 PM-DUT
- 7 reference receptacle
- 8 linear analyser
- 9 power detector

Figure 1 – Test apparatus for both polarisation extinction ratio measurements and for the determination of the mechanical reference guide keying angular misalignment

6.2.2 Light source

In order to remove any interference effect between the linear polarisation components oriented along the two principal axes of the PM-DUT, the light source shall be sufficiently incoherent. The coherence length l_c of the source shall satisfy the following constraint:

$$l_c < \frac{1}{10} \frac{L}{L_B} \lambda \quad (1)$$

where

L is the PM-DUT's length;

L_B is the PSPs' beat length;

λ is the source's centre wavelength.

NOTE If L_B is not otherwise available, refer to IEC 60793-1-60.

In Formula (1), units shall be used consistently.

For PM-DUT's with a typical length of a few metres tested at $\lambda = 1\,550$ nm, Formula (1) requires a coherence length shorter than approximately 1 mm or, equivalently, a source 3-dB bandwidth in excess of approximately 10 nm.

To minimise inaccuracies that may be introduced by the presence of light that is not strictly guided inside the PM fibre, no more than 0,1 % of the emitted optical power shall lie below the cut-off wavelength of the PM-DUT.

It is also necessary that the optical power launched into the PM-DUT, and thus the power emitted by the incoherent light source, is stable during the duration of the measurement. In

order to obtain a PER measurement uncertainty of ± 1 dB, variations in the coupled power shall be smaller than 5 %.

The coupled power into the PM-DUT shall stay below the threshold limits for non-linear propagation effects, which for conventional silica-based components is of the order of 10 mW in the spectral range between 700 nm and 1 650 nm approximately (refer to IEC TR 61282-4).

Light emitting diodes (LEDs) or super-luminescent diodes (SLDs) are recommended examples for incoherent light sources. Attention should be paid to Fabry-Perot sources whose time-averaged spectrum may look broad enough but the instantaneous spectrum is substantially narrower.

6.2.3 Polariser and analyser

The combined filtering properties of the polariser and the analyser shall provide a total extinction of at least a factor of 10 higher than the highest PER expected to be measured with the PM-DUT. Recommended candidates are bulk Glan-Thompson polarisers with extinctions of 50 dB or more.

Care shall be taken in positioning both polariser and analyser perpendicular to the light beam. The collimated beam shall fall within the acceptance angle of both polarising elements during the measurement.

Since both devices need to be angularly aligned to the principal axes of the PM-DUT, polariser and analyser are often mounted inside rotation stages. The angular resolution of the positioning shall allow for an absolute accuracy better than $\pm 0,5^\circ$.

6.2.4 Depolariser

In the presence of a partially polarised source, it may be necessary to introduce a depolarising element in order to avoid oscillations of the coupled power as the polariser rotates with respect to the PM-DUT. As described in Annex A, the depolariser may be replaced by additional optical elements such as a combination of waveplates that generate circularly polarised light in front of the polariser. Other options are possible and acceptable as long as a high-extinction linear SOP is provided at the PM-DUT's input and the orientation of that SOP is parallel to either one of the principal optical axes of the PM-DUT.

6.2.5 Input and output coupling optics

The combined extinction of all the optical elements along the optical path between the polariser and the analyser shall be at least 10 dB higher than the PER expected to be measured in the PM-DUT.

Care shall be taken to avoid spurious reflections that may get depolarised and coupled into the PM-DUT or into the power detection system.

6.2.6 Power detection system

The power detection system comprises several parts. The response of the photodetector, in the wavelength range of interest, shall be polarisation independent and homogeneous across the active surface and over the entire emission spectrum of the light source. Further, the active surface shall be large enough to capture, at all times, the entire optical power exiting the PM-DUT. The dynamic range of the detector, which may comprise the power meter and possibly a complementary synchronous detection system, shall be broader than the span defined by the maximum and minimum powers observable during the measurements. The complete power detection system shall be linear within ± 1 % on a linear scale over the entire dynamic range.

6.2.7 Mechanical holders

The PM-DUT shall be held in place by mechanical mounts that do not induce any stress that may interfere with the PM properties of the PM-DUT. The mechanical arrangement shall also be stable enough to prevent any oscillation larger than ± 1 % in the power coupled into the PM element under test.

6.2.8 Reference connector receptacle

If the PM-DUT includes input or output connectors, the reference receptacle provides a holder for the output termination. The receptacle shall possess tight mechanical tolerances to minimize the axial rotational play between mechanical reference guide key and the receptacle counterpart. The orientation of the receptacle with respect to analyser's axis should be known within $\pm 0,5^\circ$ accuracy.

6.2.9 PM-DUT

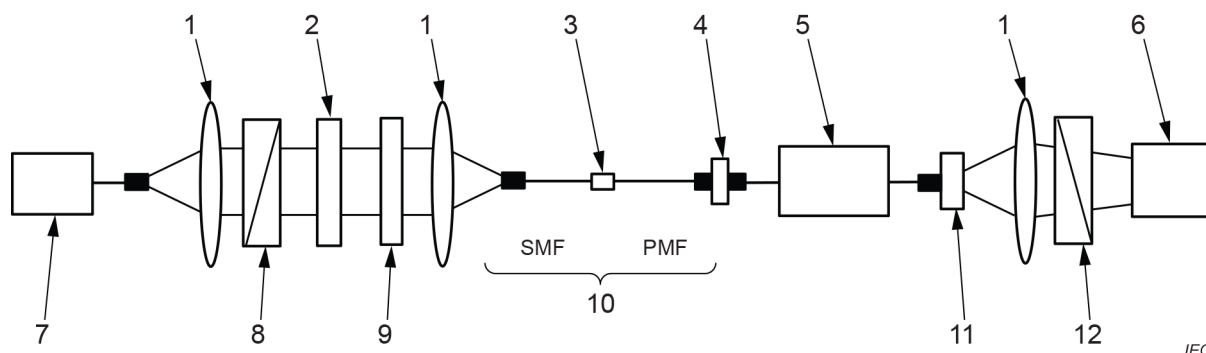
The linear birefringence properties of the PM-DUT shall be stationary during the measurement procedure. This means that the PM-DUT's birefringence remains unchanged during the measurement so that the two orthogonal, linear PSPs may always be considered constant.

6.3 Method B (comparative approach)

6.3.1 General

Method B relies on a comparative measurement where the PER performance of the PM-DUT is assessed against a known reference cable consisting of a calibrated PM fibre with a calibrated connector (see 6.2.4). The PM-DUT's PER is extracted from the measurement of an arrangement comprising the PM-DUT, the reference and the connection between the two. The accuracy of this method is therefore coupled to the quality of the reference and the accuracy of the mechanical alignment between the fibre's optical axes and the mechanical reference guide key of both the reference and the PM-DUTs. Method B can be used for the characterisation of PM-DUTs whose PM performance is appreciably lower than that of the reference, or it is suitable for the characterisation of PM-DUTs for which the prerequisites for method A cannot be met (e.g. when light guided by the cladding cannot be suppressed satisfactorily).

The test apparatus may schematically look like the example shown in Figure 2. The additional elements of the test apparatus compared with the apparatus of method A are needed to allow for contact measurements against a reference cable.



Key

- 1 coupling optics
- 2 QWP
- 3 temporary joint
- 4 mating adaptor
- 5 PM-DUT
- 6 power detector
- 7 incoherent light source
- 8 linear polariser
- 9 HWP
- 10 reference cable
- 11 reference receptacle
- 12 linear analyser

Figure 2 – Test apparatus for both polarisation extinction ratio measurements and for the determination of the mechanical reference guide key angular misalignment using a reference

6.3.2 Light source

For the incoherent light source, the same requirements described in 6.2.2 apply.

6.3.3 Polariser, waveplates and analyser

The input assembly consisting of a linear polariser, a quarter waveplate (QWP) and a half waveplate (HWP) is one of a variety of possible configurations needed to prepare the initial SOP. The latter is determined such that, when propagating through the reference cable, it emerges linearly polarised and aligned parallel to the mechanical reference guide key of the output connector of the reference cable.

NOTE Since the reference cable can contain a portion of standard single-mode fibre (SMF), it is possible the input state of polarisation coupled into the reference cable is not linear.

Furthermore, due to the wavelength dependence of both QWP and HWP, these shall be compatible with the operating wavelength of both source and PM-DUT. While the elements described so far may typically rely upon bulk optics components, the same functionality may be achieved through fibre-based elements or a combination of bulk and fibre optic components.

Additional requirements as listed in 6.2.3 apply.

6.3.4 Reference cable

The purpose of the reference cable is to provide a mode intensity distribution compatible with the PM-DUT in order to maximise the power coupling between the two fibres' cores and minimise the power dispersed into the PM-DUT's fibre cladding. The reference cable may

consist of two fibre portions: a standard fibre section followed by a PM fibre section. The two may be connected via a temporary joint whose purpose is to allow the interchange of various PM portions depending upon the PM-DUT requirements without affecting the input coupling alignment.

NOTE The reference cable can also consist of a single PM cable.

A cladding mode stripper may be included along the reference cable to make sure that a detrimental amount of light is not left in the cladding at the output end of the reference.

The output of the reference cable shall carry a fibre connector whose mechanical reference guide key is aligned to the optical axis of the encapsulated fibre. The angular mismatch between these two axes shall be known or shall be determined according to 8.2.3.

The output connector of the reference cable shall be plugged into a mating adaptor characterised by a minimal rotational play between the mechanical reference guide key of the connector and the corresponding counterpart of the mating adaptor (e.g. see central picture of Figure 4).

The PM section of the reference cable may be characterised according to method A.

6.3.5 Coupling optics

The combined extinction of all the optical elements along the optical path between the polariser and the analyser shall be at least a factor of 10 higher than the PER expected to be measured from the PM-DUT.

Care shall be taken to avoid spurious reflections that may get depolarised and coupled into the DUT or into the power detection system.

6.3.6 Power detection system

Same requirements as in 6.2.6.

6.3.7 Mechanical holders

Same requirements as in 6.2.7.

6.3.8 Reference connector receptacle

Same requirements as in 6.2.8.

6.3.9 PM-DUT

Same requirements as in 6.2.9.

7 PER measurement procedures

7.1 General

Both methods A and B rely upon the same general principles when it comes to the assessment of the PER performance of a PM-DUT. The four essential elements are:

- a) a broadband incoherent light source centred at the desired wavelength;
- b) a high-extinction input linear SOP aligned along one of the principal axes of the PM-DUT;
- c) a rotating, high extinction linear analyser to filter the output light;
- d) a power detection system with a linear response over a large dynamic range.

The PER values are evaluated by comparing the amounts of optical power at the PM-DUT's output associated to the two PSPs. Annex C provides further information.

7.2 Method A (reference-less approach)

7.2.1 General

The PER assessment consists of a measurement preparation step followed by the actual PER measurement.

7.2.2 Measurement preparation

Before placing the PM-DUT in the measuring set-up shown in the example of Figure 1, make sure that its input and output optical interfaces are properly clean especially in the core region. Failure to comply with this condition may lead to inconsistent and irreproducible results.

When the PM-DUT is in place, with no injected light, record the power reading from the detection system P_{zero} . Care should be taken to avoid any stray light from hitting the photodiode.

The input beam, the input coupling optics and the PM-DUT shall be set up so to prevent the excitation of higher order or cladding modes into the input end of the PM-DUT. Whenever possible, mode-stripping techniques should be used without disturbing the propagation of the two PSPs. If higher order or cladding modes represent a limitation to the measurement accuracy, consider switching to method B described in 7.3.

Adjust the polariser so that the input polarisation is roughly parallel to the desired principal axis of the PM-DUT. Rotate the analyser to minimise the transmitted power to the photodiode. Iteratively adjust polariser and analyser until the reading from the detection system reaches an absolute minimum. The resulting configuration corresponds to the input polarisation being parallel to one principal axis of the PM-DUT and the analyser being aligned along the orthogonal axis.

To avoid the measurement being affected by the noise of the detection system, the lowest power reading used to determine the PER shall be at least 10 dB higher than P_{zero} . Verify that this minimum power reading does not vary as a function of the temperature or layout arrangement of the PM-DUT. Failure to comply with this latter constraint may signify that the residual source coherence is excessive.

7.2.3 Polarisation extinction ratio measurement

Without modifying the alignment of the polariser obtained according to the steps described in 7.2.2, record the values of the transmitted power as the analyser makes a full 360° rotation. The resolution in the angular rotation should be sufficient to accurately fit a $\sin^2$ function to the measured data. The accuracy of the fit shall be such that the position of the extrema of the curve is determined with an accuracy better than 0,5°. If necessary, extend the angular scan so that two power maxima and two power minima are clearly visible, as shown in Figure 3. The PER value (described as Δ_{PER} in following texts) can then be calculated with the following step sequence.

- Verify that both the transmission maxima and transmission minima are spaced by $180^\circ \pm 1^\circ$.
- Verify that neighbouring transmission maxima and minima are spaced by $90^\circ \pm 1^\circ$.
- Verify that the maxima (minima) values lie within 1 dB from each other.

Deviations from the above three conditions may suggest the presence of inaccuracies in the alignment of the optical components along the light path. This may also introduce additional uncertainties in the measured values.

- Define P_{max} as the average value of the two transmission maxima (on a linear basis).

- e) Define $P_{\min}$ as the average value of the two transmission minima (on a linear basis).
- f) Calculate the Δ_{PER} of the entire PM-DUT from Formula (2):

$$\Delta_{\text{PER}} [\text{dB}] = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\max} [\text{W}]}{P_{\min} [\text{W}]} \right) \quad (2)$$

In general, ripples or other deviations from the sinusoidal curve of Figure 3 may indicate the presence of anomalies in the characterisation set-up. These anomalies may be the consequence of an insufficient bandwidth of the light source or may indicate the presence of unwanted reflections within the system.

Furthermore, the measured curve shown in Figure 3 shall remain substantially the same if the measurement were to be repeated with a modified layout of the PM-DUT, provided the relative orientation of the polariser and the analyser with respect to the input and the output of the PM-DUT remains unchanged.

The measured PER value shall remain substantially the same if the measurement were to be repeated by launching the orthogonal polarisation at the input end of the PM-DUT.

Deviations from these expected behaviours may indicate the presence of anomalies in the characterisation set-up or in the PM-DUT.

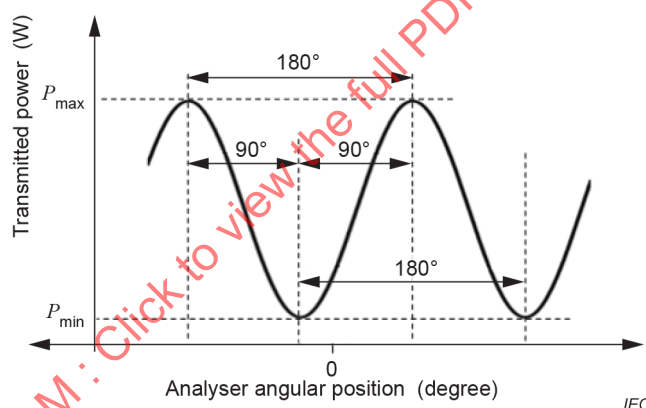


Figure 3 – Typical power transmission curve after analyser

7.3 Method B (comparative approach)

7.3.1 General

The PER assessment consists of a measurement preparation step followed by the actual PER measurement.

7.3.2 Measurement preparation

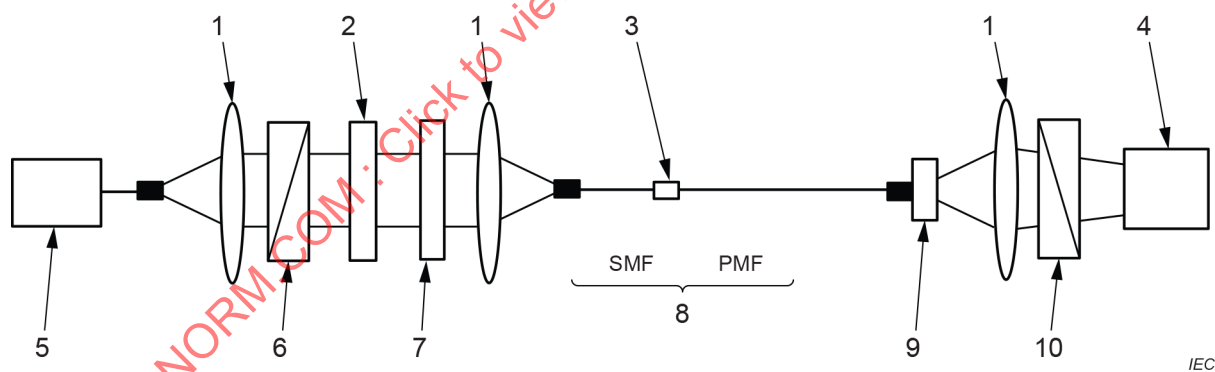
Before placing the PM-DUT in the measuring set-up shown in the example of Figure 2, make sure that its input and output optical interfaces are properly clean, especially in the core region. Failure to comply with this condition could lead to inconsistent and irreproducible results.

By blocking the light output from the source, record the power reading from the detection system P_{zero} . Care should be taken to avoid any stray light from hitting the photodiode.

Next, a linear SOP shall be set up at the output of the reference cable. During the following procedure, extreme care shall be taken not to perturb either mechanically or thermally the SMF

section of the reference cable (if any is present). Place the output connector in the reference receptacle in front of the analyser as shown in Figure 4 and perform the following steps.

- Remove the analyser and verify that the power reading on the detector does not fluctuate more than 5 % when rotating the polariser and the waveplates. This ensures that a constant amount of power is coupled into the reference cable. Failure to comply may appreciably lengthen the alignment procedure described in the following steps. Once successful, put the analyser back into position.
- With an arbitrary rotational alignment of the waveplates and the analyser, rotate the polariser to maximise the power transmission onto the detector.
- Adjust the analyser to minimise the power transmission onto the detector.
- Adjust the QWP to minimise the power transmission onto the detector.
- Adjust the HWP to minimise the power transmission onto the detector.
- Repeat steps c) to e) until an absolute minimum reading from the detector is achieved. Record this value as $P_{\text{initial}}^{\text{min}}$ (W). In order to avoid the measurement being altered by the noise of the detection system, in the final configuration, $P_{\text{initial}}^{\text{min}}$ shall be at least 10 dB higher than P_{zero} .
- By gently bending and twisting the PM portion of the reference cable, verify that the power reading does not fluctuate by more than ± 10 %. If this is not the case, either the residual source coherence is excessive or the input polarisation into the reference cable is not properly set. In the latter case, the alignment procedure shall be repeated from point b).
- Rotate the analyser by 90° . The maximum power transmission into the detector should be within $\pm 1^\circ$ of rotation of the analyser. If this is the case, record the detector reading as $P_{\text{initial}}^{\text{max}}$ (W). For enhanced measurement accuracy, the procedures described in 7.2.2 may be applied.
- Calculate PER_{initial} using Formula (2).



Key

- coupling optics
- QWP
- temporary joint
- power detector
- incoherent light source
- linear polariser
- HWP
- reference cable
- reference receptacle
- linear analyser

Figure 4 – Schematic initial layout for measurement preparation according to method B

The successful completion of the steps above guarantees that the input polarisation into the reference cable is set so that the output polarisation has the highest degree of linearity.

Remove the output connector of the reference cable from the reference receptacle in front of the analyser and connect it to the PM mating adaptor.

These procedures shall be repeated every time the environmental conditions change, i.e. as soon as the temperature or the reference cable layout (SM portion) are altered, because the output SOP exiting the reference cable, and thus $PER_{initial}$, may have changed.

7.3.3 Polarisation extinction ratio measurement

Insert the PM-DUT into the mating adaptor on one side and into the reference receptacle on the other in front of the analyser and follow the steps described below.

- a) Without modifying the settings of all elements before the PM-DUT, rotate the analyser to minimise the power into the detector. Verify that this value is at least 10 times larger than P_{zero} . Record this power as P_{final}^{min} (W).
- b) Rotate the analyser by 90° . The maximum power transmission into the detector should be within $\pm 1^\circ$ of rotation of the analyser. If this is the case, record the detector reading as P_{final}^{max} (W). For enhanced measurement accuracies, the procedures described in 7.2.2 may be applied.
- c) Calculate PER_{final} according to Formula (2).

NOTE 1 PER_{final} converges to the value that could be obtained according to method A at the limit of perfectly aligned optical axes at the connection between reference and PM-DUT and at the limit for $PER_{final} \ll PER_{initial}$.

- d) Evaluate the difference D , to be calculated $D = PER_{initial} - PER_{final}$. D describes the decrease of PER that occurs when travelling from the reference connector through the PM-DUT.

NOTE 2 This includes the contributions due to the angular misalignment between the optical axes of the reference cable and the PM-DUT induced by a non-ideal mating adaptor.

Furthermore, the value of the PER change is strictly coupled to the characteristics of the reference cable and, more generally, the results will depend on how reproducible are both the preparation of the measurement conditions described in 7.3.2 and the mating conditions between reference cable and PM-DUT. Repeated measurements may therefore be needed.

8 Mechanical key accuracy measurement procedures

8.1 General

For PM-DUT's with fibre connectors, the angular misalignment Δ between the mechanical reference guide key of the output connector and the principal axes of the encapsulated PM fibre is given by the mismatch between the orientation of the key of the reference receptacle and the orientation of the analyser when adjusted for maximum transmission power. Although both methods A and B and their set-ups can be used to measure the alignment accuracy between the connector's mechanical reference guide key and the orientation of the fibre's optical axes, method A is considered to be the preferred characterisation method due to its intrinsic higher accuracy.

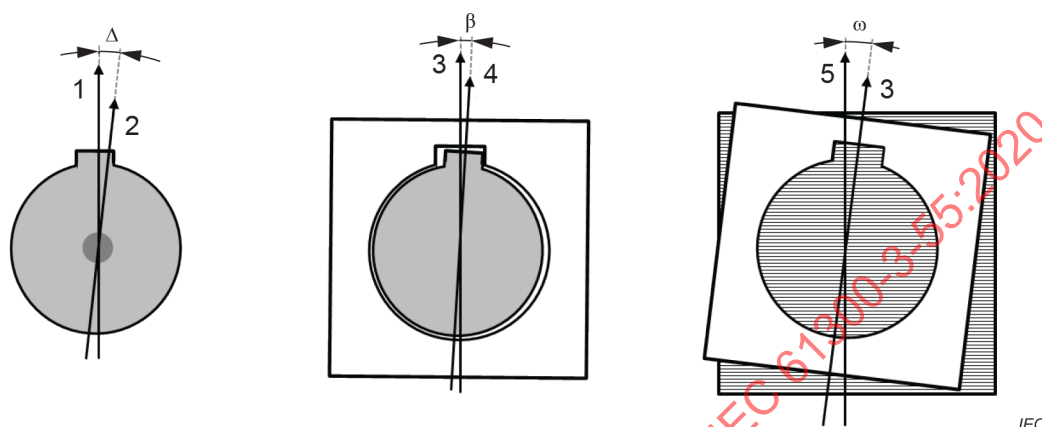
8.2 Method A (reference-less approach)

8.2.1 General

The assessment of the mechanical reference guide key accuracy consists of a measurement preparation step followed by the actual PER measurement.

8.2.2 Measurement preparation

The set-up preparation follows the same procedures described in 7.2.2. In addition, the orientation of the keyed reference receptacle shall be known with respect to the orientation of the analyser's axis within $\pm 0,2^\circ$. Tighter tolerances may be needed if more accurate results are required. The relative angular mismatches between the fibre's principal axis, the mechanical reference guide key's axis, the receptacle's axis, and the analyser's orientation are represented in Figure 5.



Key

- Δ angular offset
- β angular mismatch
- ω analyser's position
- 1 connector key's axis
- 2 fibre's principal axis
- 3 reference receptacle's axis
- 4 connector key's axis
- 5 analyser's axis

Figure 5 – Examples of relative angular misalignments between fibre's principal axis, mechanical reference guide key, reference receptacle, and analyser's orientation

8.2.3 Mechanical reference guide key angular offset Δ measurement

Using the same measurement procedure followed to determine the PER in 7.2.3, record the transmitted power as a function of the angular rotation ω of the analyser as in the example of Figure 3. The zero point of the angular scale shall correspond to the reference connector's and the analyser's axes being collinear. Precise mechanical alignment features may be necessary to determine the relative orientation of connector, receptacle and analyser. The angular offset Δ between the desired fibre's optical axis and the output mechanical reference guide key is given by the angular position of the closest maxima to the 0° point provided the mechanical reference guide key lies on the axis defined by the launched polarisation state.

The accuracy of such a measurement is limited by the maximum mismatch β between the receptacle's axis and the mechanical reference guide key allowed by mechanical play and by how precisely the analyser's position ω is known with respect to the receptacle's axis.

8.3 Method B (comparative approach)

8.3.1 General

The assessment of the mechanical reference guide key accuracy consists of a measurement preparation step followed by the actual PER measurement.

8.3.2 Measurement preparation

The set-up preparation follows the same procedures described in 7.3.2 and the same requirement described in 8.2.2.

8.3.3 Mechanical reference guide key angular offset Δ measurement

The same procedure described in 8.2.3 applies.

9 Details to be specified

The following details, as applicable, shall be reported in the relevant specification:

- description of PM element, including the length;
- source central wavelength and 3-dB bandwidth;
- characterisation method A or B:
 - Method A
 - i) polarisation extinction ratio value (if required);
 - ii) angular offset between mechanical reference guide key and fibre's optical axis (if required);
 - iii) measurements' uncertainty;
 - iv) details on the degree of depolarisation.
 - Method B
 - i) details on the angular misalignment range between reference cable connector and the PM-DUT induced by the mating adaptor;
 - ii) fibre characteristics of the reference cable;
 - iii) details on the temporary joint (if present);
 - iv) polarisation extinction ratio $PER_{initial}$ value (if required);
 - v) polarisation extinction ratio PER_{final} value (if required);
 - vi) angular offset between mechanical reference guide key and fibre's optical axis (if required);
- deviation from relevant test procedure;
- input polarisation orientation with respect to the PM component's principal axes.

Annex A (informative)

Generation of linear states of polarisation

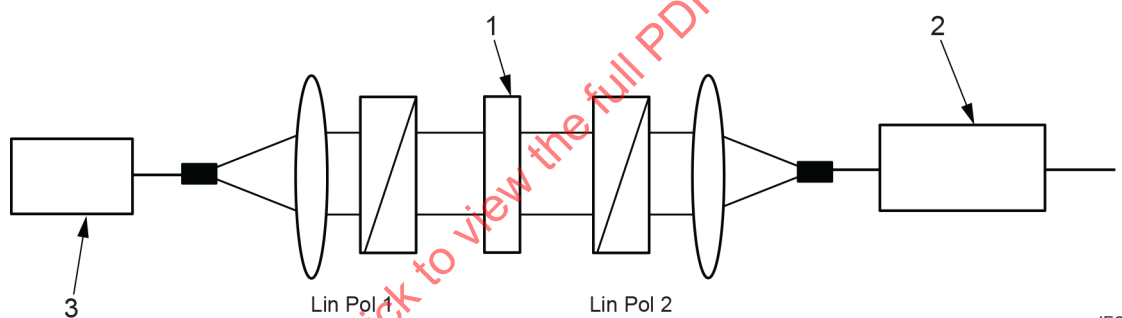
A.1 General

Several optical arrangements can provide a linear SOP whose optical power remains constant as the linear SOP is rotated. In addition to the approach described in 6.1, a couple of examples of possible configurations are proposed below.

A.2 Polariser – Quarter-waveplate – Polariser

The configuration sequence shown in Figure A.1 turns an arbitrary SOP into a linear one with arbitrary orientation. Regardless of the source's polarisation, the first linear polariser (Lin Pol 1) turns any arbitrary incoming SOP into a fix linear polarisation. The following quarter-waveplate (QWP) transforms the linear SOP into a circular one, which is eventually turned back into a linear SOP by the second linear polariser (Lin Pol 2).

NOTE The linear SOP in front of the PM-DUT can be arbitrarily rotated, and therefore adjusted parallel to the PM-DUT's principal axis, without modifying the intensity. Although the intensity into the PM-DUT will remain constant, the presence of the QWP and the Lin Pol 2 will reduce the net intensity available after the Lin Pol 1 by at least 3 dB.



IEC

Key

1 QWP

2 PM-DUT

3 source

Lin Pol 1 first linear polariser

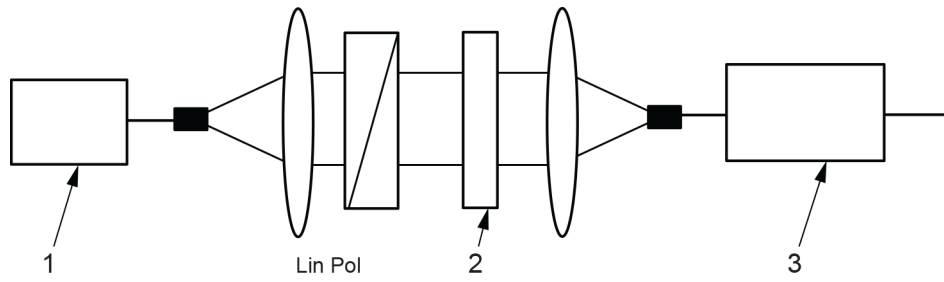
Lin Pol 2 second linear polariser

**Figure A.1 – Arrangement 1 for the generation of a constant intensity,
arbitrarily oriented, linear SOP**

A.3 Polariser – Half-waveplate

The configuration sequence shown in Figure A.2 can turn an arbitrary SOP into a linear one with arbitrary orientation. Regardless of the source's polarisation, the linear polariser (Lin Pol) turns any arbitrary incoming SOP into a fix linear polarisation. The following half-waveplate (HWP) rotates the orientation of the linear SOP parallel to the PM-DUT's principal axis, without modifying the intensity.

This arrangement does not reduce the intensity available after the polariser; however, the presence of the HWP may degrade slightly the linearity of the SOP to be coupled into the PM-DUT.



IEC

Key

- 1 source
- 2 HWP
- 3 PM-DUT

Lin Pol linear polariser

Figure A.2 – Arrangement 2 for the generation of a constant intensity, arbitrarily oriented, linear SOP

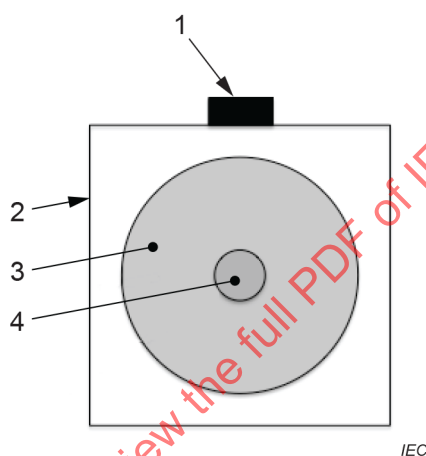
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-55:2020

Annex B (informative)

Keying accuracy for PM fibre

In many PM fibres, the principal axes may be recognised by observing the geometrical fibre's structure and by identifying the orientation of the stress elements used to lift the cylindrical symmetry. As shown in Figure B.1, the mechanical reference guide key is positioned along one of the axes, very often the slow axis. Figure B.2 and Figure B.3 show the case of PM PANDA fibre and Bowtie fibre respectively.

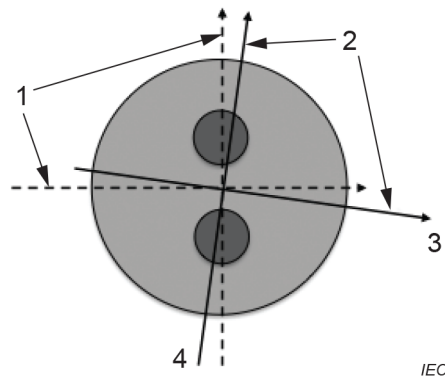
Attention should be paid to the fact that the geometrical axes are not necessarily parallel to the optical principal axes. In case the fibre is not homogeneous or there are stresses applied to the fibre (for example induced by the presence of connectors), there might be an angular offset between the optical and geometrical axes. This offset may be as large as several degrees.



Key

- 1 connector key
- 2 connector plug
- 3 ferrule
- 4 PM fibre

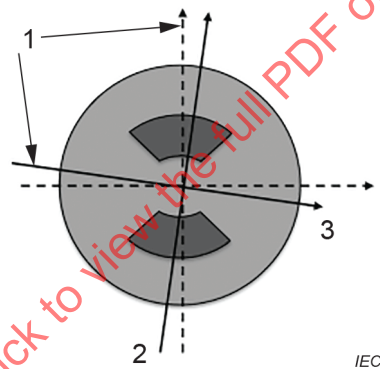
Figure B.1 – Relative position of mechanical reference guide key



Key

- 1 geometrical axes
- 2 optical principal axes
- 3 slow axis
- 4 fast axis

Figure B.2 – Relative position of mechanical reference guide key, geometrical and optical axes in one example of PM PANDA fibre



Key

- 1 optical principal axes
- 2 slow axis
- 3 fast axis

Figure B.3 – Relative position of mechanical reference guide key, geometrical and optical axes in one example of Bowtie fibre

Annex C (informative)

Calculated extinction ratio versus measured values

The extinction ratio of PM fibre itself is generally over 40 dB for several metres in length. The extinction ratios of the PM fibre connectors are lower than the initial value for the following reasons.

a) Termination

A typical patch cord with PMF has an extinction ratio between 25 dB and 35 dB. When two PM patch cords are connected, the minimum total extinction ratio will be

$$A_{\text{ERt min}} = -10 \log_{10} (10^{-A_{\text{ER1}}/10} + 10^{-A_{\text{ER2}}/10}) \quad (\text{C.1})$$

where

A_{ER1} and A_{ER2} are the extinction ratios in decibels of each PMF patch cord [1]¹.

The total extinction ratio caused by termination A_{ERt} cannot determine a fixed value because A_{ERt} varies from A_{ER1} to $A_{\text{ERt min}}$ along the fibre length.

b) Misalignment angle of the axes of birefringence

The misalignment angle of polarization axes at the connection point affects the extinction ratio. The minimum total extinction ratio caused by the misalignment angle is given by

$$A_{\text{ERm min}} = 10 \log_{10} (\tan^2 \theta) \quad (\text{C.2})$$

where

θ is the misalignment angle between two axes of birefringence [2].

The total extinction ratio caused by angular misalignment A_{ERm} also cannot determine a fixed value because A_{ERm} varies from A_{ER1} to $A_{\text{ERm min}}$ along the length of the fibre.

The total extinction ratio of two connected patch cords is given by Formula (C.3).

$$A_{\text{ERmin}} = -10 \log_{10} (10^{-A_{\text{ERt min}}/10} + 10^{-A_{\text{ERm min}}/10}) \quad (\text{C.3})$$

Figure C.1 shows the calculated extinction ratio of these samples using Formula (C.3) versus measured extinction ratio for each pair of patch cords. Figure C.1 indicates that the calculated extinction ratio using Formula (C.3) corresponds to the minimum values for random concatenation of PM connectors.

The total extinction ratio can also be expressed by Formula (C.4):

$$A_{\text{ER}} = -10 \log_{10} (10^{-A_{\text{ERfibre}}/10} + 10^{-A_{\text{ERconn}}/10}) \quad (\text{C.4})$$

Figure C.2 shows the theoretically calculated polarisation extinction ratio for a connection of two PM fibre sections [3]. Each curve represents the initial extinction ratio (A_{ERfibre}) level of perfect (∞ dB), 40 dB, 30 dB and 20 dB, as a function of misalignment angle.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

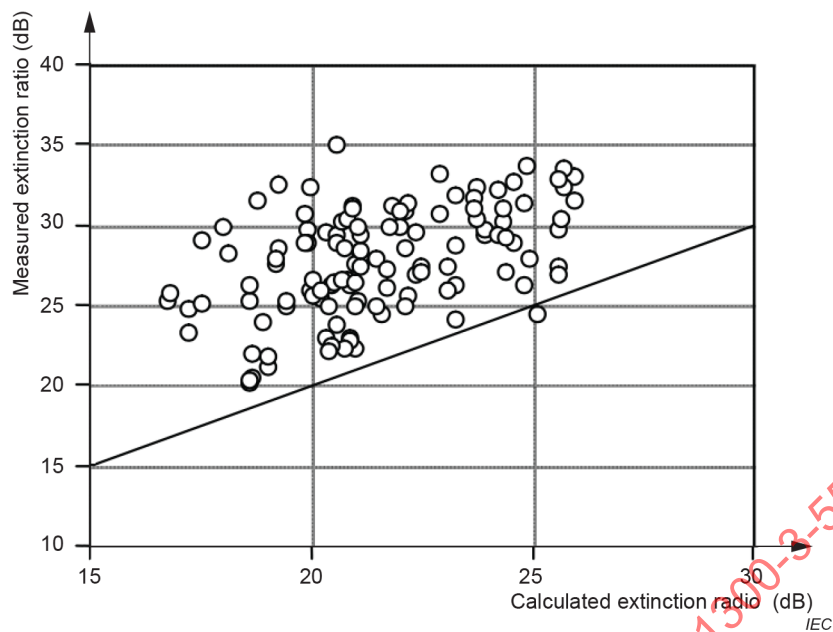


Figure C.1 – Calculated extinction ratio versus measured values

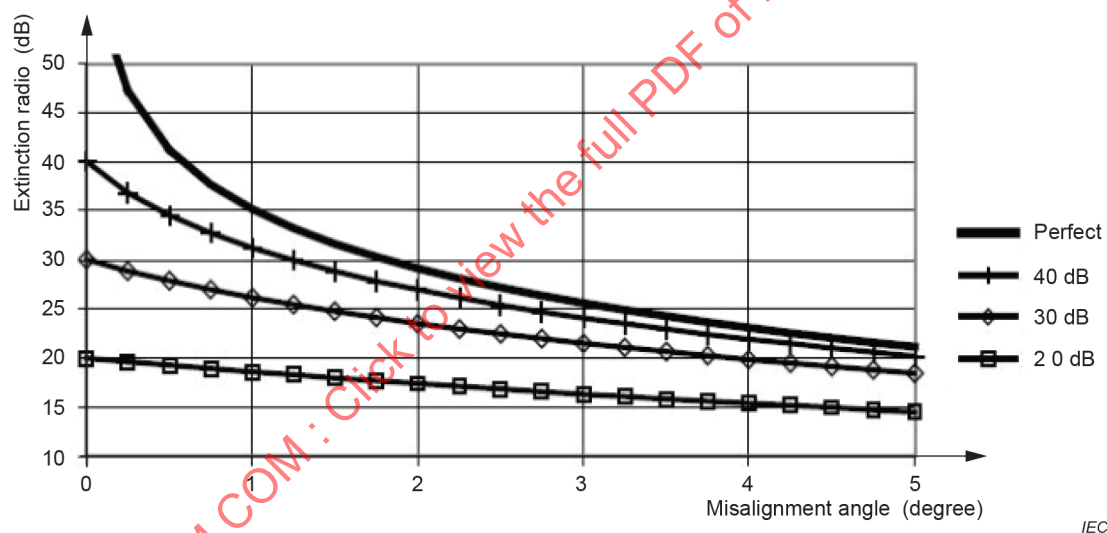


Figure C.2 – Calculated extinction ratio for a connection of two PM fibre sections

Bibliography

- [1] NAGASE, R. and MITACHI, S. MU-type PANDA fibre connector. In Proc. SOFM (Symposium of Optical Fibre Measurement) 96, pp. 53-56, 1996
 - [2] YOKOHAMA, I., NODA, J. and OKAMOTO, K., IEEE J. Lightwave Tech., Vol. LT-5, No. 7, pp. 910-915, 1987
 - [3] LU, Yu, et al. High Stability Polarization-Maintaining Connector, NFOEC, Orlando, FL, September 8, 2003, pp. 79-83
 - [4] IEC 60793-1-60, *Optical fibres – Part 1-60, Measurement methods and test procedures – Beat length*
 - [5] IEC 60793-1-61, *Optical fibres – Part 1-61, Measurement methods and test procedures – Polarisation crosstalk*
 - [6] IEC 60874-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification*
 - [7] IEC TR 61282-4, *Fibre optic communication system design guides – Part 4: Accommodation and utilization of non-linear effects*
 - [8] IEC TS 62538, *Categorization of optical devices*
 - [9] IEC 61300-3-24, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-24: Examinations and measurements – Keying accuracy of optical connectors for polarization maintaining fibre*
 - [10] IEC 61300-3-40, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-40: Examinations and measurements – Extinction ratio of a polarization maintaining (pm) fibre pigtailed connector*
-

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Termes, définitions et termes abrégés	33
3.1 Termes et définitions	33
3.2 Termes abrégés	34
4 Description générale.....	34
5 Principes de mesure	35
6 Appareillages	35
6.1 Généralités	35
6.2 Méthode A (approche sans référence)	35
6.2.1 Généralités	35
6.2.2 Source de lumière	36
6.2.3 Polariseur et analyseur	37
6.2.4 Dépolariseur	37
6.2.5 Optique de couplage de l'entrée et de la sortie	37
6.2.6 Système de détection de puissance	37
6.2.7 Supports mécaniques	38
6.2.8 Embase des connecteurs de référence	38
6.2.9 PM-DUT	38
6.3 Méthode B (approche comparative).....	38
6.3.1 Généralités	38
6.3.2 Source de lumière	39
6.3.3 Polariseur, lames de propagation et analyseur	39
6.3.4 Câble de référence	40
6.3.5 Optique de couplage.....	40
6.3.6 Système de détection de puissance	40
6.3.7 Supports mécaniques	40
6.3.8 Embase des connecteurs de référence	40
6.3.9 PM-DUT	40
7 Procédures de mesure du PER.....	41
7.1 Généralités	41
7.2 Méthode A (approche sans référence)	41
7.2.1 Généralités	41
7.2.2 Préparation de la mesure.....	41
7.2.3 Mesure du rapport d'extinction de polarisation	42
7.3 Méthode B (approche comparative).....	43
7.3.1 Généralités	43
7.3.2 Préparation de la mesure.....	43
7.3.3 Mesure du rapport d'extinction de polarisation	45
8 Procédures de mesure de la précision du détrompeur mécanique.....	45
8.1 Généralités	45
8.2 Méthode A (approche sans référence)	45
8.2.1 Généralités	45
8.2.2 Préparation de la mesure.....	45

8.2.3	Mesure du décalage angulaire Δ du détrompeur mécanique de référence	46
8.3	Méthode B (approche comparative).....	46
8.3.1	Généralités	46
8.3.2	Préparation de la mesure.....	46
8.3.3	Mesure du décalage angulaire Δ du détrompeur mécanique de référence	47
9	Détails à spécifier	47
Annexe A (informative)	Génération d'états linéaires de polarisation	48
A.1	Généralités	48
A.2	Polariseur – lame quart d'onde – Polariseur.....	48
A.3	Polariseur – lame demi-onde	48
Annexe B (informative)	Précision du détrompage pour une fibre PM	50
Annexe C (informative)	Rapport d'extinction calculé par rapport aux valeurs mesurées	52
Bibliographie		54
Figure 1	Appareillage d'essai pour les mesures du rapport d'extinction de polarisation et la détermination de l'erreur d'alignement angulaire par rapport au détrompeur mécanique de référence	36
Figure 2	Appareillage d'essai pour les mesures du rapport d'extinction de polarisation et la détermination de l'erreur d'alignement angulaire par rapport au détrompeur mécanique de référence, en utilisant une référence	39
Figure 3	Courbe typique de transmission de puissance en aval de l'analyseur	43
Figure 4	Représentation schématique initiale pour la préparation de la mesure, conformément à la méthode B	44
Figure 5	Exemples d'erreurs d'alignement angulaire relatives entre l'axe principal de la fibre, l'axe du détrompeur mécanique de référence, l'axe de l'embase de référence et l'orientation de l'analyseur	46
Figure A.1	Installation 1 permettant la génération d'un SOP linéaire d'orientation arbitraire et d'intensité constante	48
Figure A.2	Installation 2 permettant la génération d'un SOP linéaire d'orientation arbitraire et d'intensité constante	49
Figure B.1	Position relative du détrompeur mécanique de référence	50
Figure B.2	Position relative du détrompeur mécanique de référence, des axes géométriques et des axes optiques, dans le cas d'une fibre PM Panda.....	51
Figure B.3	Position relative du détrompeur mécanique de référence, des axes géométriques et des axes optiques, dans le cas d'une fibre Bow-tie	51
Figure C.1	Rapport d'extinction calculé par rapport aux valeurs mesurées.....	53
Figure C.2	Rapport d'extinction calculé pour un raccordement de deux sections de fibre PM	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS FIBRONIQUES – PROCÉDURES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-55: Examens et mesures – Rapport d'extinction de polarisation et précision du détrompage des composants optiques passifs maintenant la polarisation

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61300-3-55 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.

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

FDIS	Rapport de vote
86B/4276/FDIS	86B/4290/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 internationale.

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61300, publiées sous le titre général *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-55:2020

INTRODUCTION

Le présent document reprend, en l'étendant, le contenu de l'IEC 61300-3-24 et de l'IEC 61300-3-40.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-55:2020

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS FIBRONIQUES – PROCÉDURES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-55: Examens et mesures – Rapport d'extinction de polarisation et précision du détrompage des composants optiques passifs maintenant la polarisation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61300 donne les méthodes pour mesurer le rapport d'extinction de polarisation (PER) des composants optiques unimodaux maintenant la polarisation (PM) basés sur des fibres PM. Le présent document donne également les méthodes pour détecter l'orientation, en entrée et en sortie, des axes principaux des composants PM, ainsi que les méthodes permettant d'estimer la précision du détrompage, c'est-à-dire l'erreur d'alignement angulaire entre les axes principaux et le détrompeur mécanique de référence, s'ils sont présents.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

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

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

3.1.1

état principal de polarisation

PSP

état de polarisation (SOP) qui se propage sans altération dans un milieu optiquement anisotrope

Note 1 à l'article: Egalement connu sous l'appellation «polarisation en mode propre».

3.1.2

rapport d'extinction de polarisation

PER

fraction de la puissance d'un PSP s'échappant vers l'axe orthogonal lors de sa propagation le long du composant maintenant la polarisation

3.2 Termes abrégés

Terme	Description
DUT	Dispositif soumis à essai (Device Under Test)
HWP	Lame demi-onde (Half Wave Plate)
PER	Rapport d'extinction de polarisation (Polarisation Extinction Ratio)
PM	Maintenant la polarisation (Polarisation Maintaining)
PSP	Etat principal de polarisation (Principal State of Polarisation)
QWP	Lame quart d'onde (Quarter Wave Plate)
SLD	Diode superluminescente (Super Luminescent Diode)
SMF	Fibre unimodale (Single Mode Fibre)
SOP	Etat de polarisation (State Of Polarisation)

4 Description générale

Un composant PM est un système physique pouvant retenir un SOP d'entrée spécifique sans l'altérer, tandis que le faisceau lumineux le traverse. Dans les systèmes linéairement biréfringents, ces SOP correspondent à deux polarisations linéaires, également appelées PSP, dont la direction de polarisation est parallèle aux deux axes principaux de l'élément PM.

Si, dans l'idéal, les deux états principaux de polarisation (PSP) des composants PM se propagent découplés et sans altération, dans la réalité, ils peuvent échanger de l'énergie, ce qui entraîne une variation effective par rapport au SOP initial. L'origine de telles variations par rapport au comportement idéal peut être:

- intrinsèque, et imputable à des imperfections dans la structure du matériau de guidage optique; ou
- extrinsèque, et liée à des variations mécaniques (contraintes), électriques ou thermiques appliquées au composant PM, ou à une partie de celui-ci.

La capacité d'un composant PM à maintenir précisément ses PSP est quantifiée par le PER. Le présent document définit les méthodes de mesure basées sur le couplage de puissance entre les deux PSP nominaux dans un système linéairement biréfringent, lorsqu'un faisceau lumineux à polarisation linéaire incohérente est injecté dans le composant PM soumis à essai (ci-après dénommé le PM-DUT).

Lorsqu'un composant PM consiste en une concaténation de plusieurs sous-éléments PM distincts, les performances globales du système sont fortement influencées par le degré de précision de l'alignement des axes optiques des différents sous-éléments, au niveau des points d'interconnexion. Comme les connecteurs à fibres optiques se situent le plus souvent au niveau de telles jonctions, il est de la première importance d'évaluer et de s'assurer que leurs mécanismes de détrompage de référence sont correctement alignés avec les axes principaux de la fibre encapsulée, de sorte que les PSP puissent continuer à se propager sans altération. Les méthodes permettant de déterminer une telle erreur d'alignement angulaire sont également décrites. Elles s'appuient sur les mêmes montages que ceux utilisés par les méthodes proposées pour la caractérisation des performances de PER.

Le présent document décrit deux méthodes pour la mesure des performances de PER et de la précision du détrompage: une méthode sans référence (méthode A) et une méthode comparative (méthode B). La comparaison des résultats obtenus avec les deux méthodes doit s'effectuer avec précaution, car les valeurs PER mesurées font référence à deux configurations distinctes. Des informations supplémentaires sur la précision du détrompage des fibres PM sont données à l'Annexe B.

5 Principes de mesure

La méthode A ainsi que la méthode B s'appuient sur la procédure d'essai à polarisation croisée, qui apprécie les performances PM d'un PM-DUT linéairement biréfringent en évaluant le rapport entre la puissance des composants à polarisation linéaire, orientée le long des deux axes principaux sortant du composant optique, et la puissance d'entrée couplée dans le PM-DUT.

L'un des prérequis à cette procédure de mesure est que la réponse en polarisation du composant à soumettre à essai soit stationnaire, c'est-à-dire que les performances de polarisation ne sont pas activement influencées ni modifiées par des facteurs externes (électriques, mécaniques, thermiques ou autres, tels que des manipulations des fibres et des connecteurs) pendant le processus de caractérisation. Cette exigence permet de faire la distinction entre la procédure à polariseurs croisés et une approche de mesure en variante, dans laquelle le couplage de puissance entre PSP est évalué via une intervention externe dynamique (mécanique ou thermique) et la détection de l'évolution du SOP de sortie instantané. Cette dernière approche, également appelée méthode «en ligne», se base sur des conditions expérimentales fondamentalement différentes, et selon l'interprétation des données obtenues, elle peut conduire à des résultats différents ou non homogènes par rapport à ceux obtenus avec la procédure à polariseurs croisés.

Pour une évaluation correcte des performances PM, la procédure d'essai à polariseurs croisés exige qu'un faisceau lumineux à polarisation linéaire incohérente, dont la polarisation correspond à l'un des axes principaux de l'entrée, soit couplé au niveau de l'entrée du PM-DUT.

Les performances de polarisation du PM-DUT sont calculées à partir des puissances transmises, transportées par les deux polarisations linéaires orientées le long des deux axes principaux du composant soumis à essai.

L'orientation des axes optiques de sortie du PM-DUT est dérivée de l'orientation de l'analyseur, après que le polariseur et l'analyseur ont été ajustés sur une valeur absolue minimale pour la transmission de puissance.

6 Appareillages

6.1 Généralités

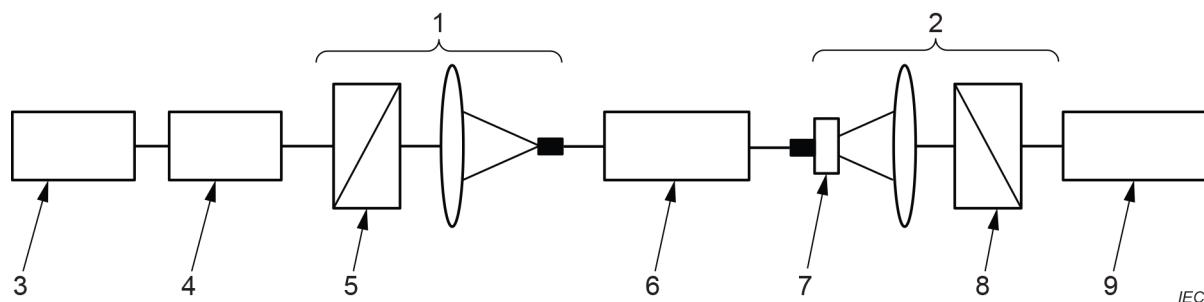
Bien qu'ils se basent sur les mêmes principes physiques, les montages expérimentaux utilisés pour la méthode A et la méthode B diffèrent notamment dans la préparation du SOP d'entrée à injecter dans le PM-DUT.

6.2 Méthode A (approche sans référence)

6.2.1 Généralités

La méthode A est une procédure de caractérisation sans référence et sans contact, qui n'est pas limitée par les contraintes imposées par la présence de câbles de référence, de connecteurs de référence, et de leur dépendance à la longueur d'onde. Cette procédure est donc généralement appropriée pour les PM-DUT présentant des valeurs PER élevées, ou pour les mesures exigeant un degré de précision supérieur. Les mesures ne sont pas influencées par la précision de l'orientation entre les axes optiques de la fibre et le détrompeur mécanique de référence des connecteurs du PM-DUT. Il s'agit de la méthode de mesure à privilégier pour évaluer le PER.

L'appareillage d'essai, destiné aux mesures du rapport d'extinction de polarisation et à la détermination de l'erreur d'alignement angulaire par rapport au détrompeur mécanique de référence, peut s'apparenter à la représentation schématique donnée à la Figure 1.



Légende

- 1 système optique de couplage d'entrée
- 2 système optique de couplage de sortie
- 3 source de lumière incohérente
- 4 dépolariseur
- 5 polariseur linéaire
- 6 PM-DUT
- 7 embase de référence
- 8 analyseur linéaire
- 9 détecteur de puissance

Figure 1 – Appareillage d'essai pour les mesures du rapport d'extinction de polarisation et la détermination de l'erreur d'alignement angulaire par rapport au détrompeur mécanique de référence

6.2.2 Source de lumière

Afin de supprimer un quelconque effet d'interférence entre les composants à polarisation linéaire orientés le long des deux axes principaux du PM-DUT, la source de lumière doit présenter une incohérence suffisante. La longueur de cohérence l_c de la source doit respecter la contrainte suivante:

$$l_c < \frac{1}{10} \frac{L}{L_B} \lambda \quad (1)$$

où

L est la longueur du PM-DUT;

L_B est la longueur de battement du PSP;

λ est la longueur d'onde centrale de la source.

NOTE Si L_B ne peut pas être déterminée d'une autre manière, se référer à l'IEC 60793-1-60.

Dans la Formule (1), l'homogénéité des unités doit être respectée.

Pour les PM-DUT présentant une longueur typique de quelques mètres, soumis à essai à $\lambda = 1\,550\text{ nm}$, la Formule (1) exige une longueur de cohérence inférieure à approximativement 1 mm, ou une largeur de bande de la source à 3 dB supérieure à environ 10 nm, ces deux exigences étant équivalentes.

Pour réduire le plus possible les imprécisions pouvant découler de la présence d'une source de lumière qui n'est pas strictement guidée dans la fibre PM, un maximum de 0,1 % de la puissance optique émise doit se situer au-dessous de la longueur d'onde de coupure du PM-DUT.

Il est également nécessaire que la puissance optique injectée dans le PM-DUT, et donc la puissance émise par la source de lumière incohérente, soit stable pendant la durée de la mesure. Afin d'obtenir une incertitude de mesure du PER de ± 1 dB, les variations de la puissance couplée doivent rester inférieures à 5 %.

La puissance couplée dans le PM-DUT doit rester inférieure au seuil pour les effets de la propagation non linéaire qui, pour des composants à base de silice conventionnels, est de l'ordre de 10 mW dans le domaine spectral situé approximativement entre 700 nm et 1 650 nm (voir l'IEC TR 61282-4).

Les diodes électroluminescentes (DEL) ou les diodes superluminescentes (SLD) sont des exemples recommandés de sources de lumière incohérentes. Il convient de porter attention aux sources de Fabry-Perot, dont le spectre moyenné dans le temps peut sembler suffisamment large, mais dont le spectre instantané est substantiellement plus étroit.

6.2.3 Polariseur et analyseur

Les propriétés de filtrage combinées du polariseur et de l'analyseur doivent fournir une extinction totale au moins 10 fois supérieure au PER maximal attendu lors des mesures avec le PM-DUT. Les prismes de Glan-Thompson présentant une extinction d'au moins 50 dB constituent des candidats recommandés.

Il doit être veillé à positionner le polariseur ainsi que l'analyseur perpendiculairement au faisceau lumineux. Le faisceau collimaté doit respecter l'angle d'admission des deux éléments polarisants pendant la mesure.

Comme il est nécessaire que les deux dispositifs présentent un alignement angulaire selon les axes principaux du PM-DUT, le polariseur et l'analyseur sont souvent montés dans des plateaux tournants. La résolution angulaire du positionnement doit permettre une précision absolue meilleure que $\pm 0,5^\circ$.

6.2.4 Dépolariseur

En présence d'une source partiellement polarisée, il peut être nécessaire d'introduire un élément dépolarisant afin d'éviter les oscillations de la puissance couplée, lorsque le polariseur tourne par rapport au PM-DUT. Comme décrit à l'Annexe A, le dépolariseur peut être remplacé par des éléments optiques supplémentaires, tels qu'une combinaison de lames de propagation, qui génèrent un faisceau lumineux à polarisation circulaire face au polariseur. D'autres variantes sont possibles et acceptables, sous réserve qu'un SOP linéaire avec rapport d'extinction élevé soit disponible au niveau de l'entrée du PM-DUT, et que l'orientation de ce SOP soit parallèle à l'un des deux axes optiques principaux du PM-DUT.

6.2.5 Optique de couplage de l'entrée et de la sortie

L'extinction combinée de tous les éléments optiques le long du trajet optique entre le polariseur et l'analyseur doit être supérieure d'au moins 10 dB au PER attendu pour la mesure dans le PM-DUT.

Il doit être veillé à éviter les réflexions parasites, qui peuvent être dépolarisées et couplées dans le PM-DUT ou dans le système de détection de puissance.

6.2.6 Système de détection de puissance

Le système de détection de puissance se compose de plusieurs parties. La réponse du photodétecteur, dans la plage de longueurs d'onde pertinente, doit être indépendante de la polarisation et homogène sur toute la surface active, et sur l'ensemble du spectre d'émission de la source de lumière. En outre, la surface active doit être suffisamment large pour capturer en permanence l'intégralité de la puissance optique sortant du PM-DUT. La plage dynamique du détecteur, qui peut se composer du wattmètre et éventuellement d'un système

complémentaire de détection synchrone, doit être plus large que celle définie par les puissances maximale et minimale observables pendant les mesures. Le système complet de détection de puissance doit être linéaire, en respectant une tolérance de ± 1 % sur une échelle linéaire, pour l'ensemble de la plage dynamique.

6.2.7 Supports mécaniques

Le PM-DUT doit être maintenu en place à l'aide de fixations mécaniques, qui n'induisent aucune contrainte pouvant interférer avec les propriétés PM du PM-DUT. L'installation mécanique doit également présenter une stabilité suffisante pour éviter une quelconque oscillation supérieure à ± 1 % de la puissance couplée dans l'élément PM soumis à essai.

6.2.8 Embase des connecteurs de référence

Si le PM-DUT inclut des connecteurs d'entrée ou de sortie, l'embase de référence fournit un support pour le raccordement de la sortie. L'embase doit présenter de faibles tolérances mécaniques, afin de réduire le plus possible le jeu rotationnel de l'axe, entre le détrompeur mécanique de référence et sa partie correspondante sur l'embase. Il convient que l'orientation de l'embase par rapport à l'axe de l'analyseur respecte une tolérance de précision de $\pm 0,5^\circ$.

6.2.9 PM-DUT

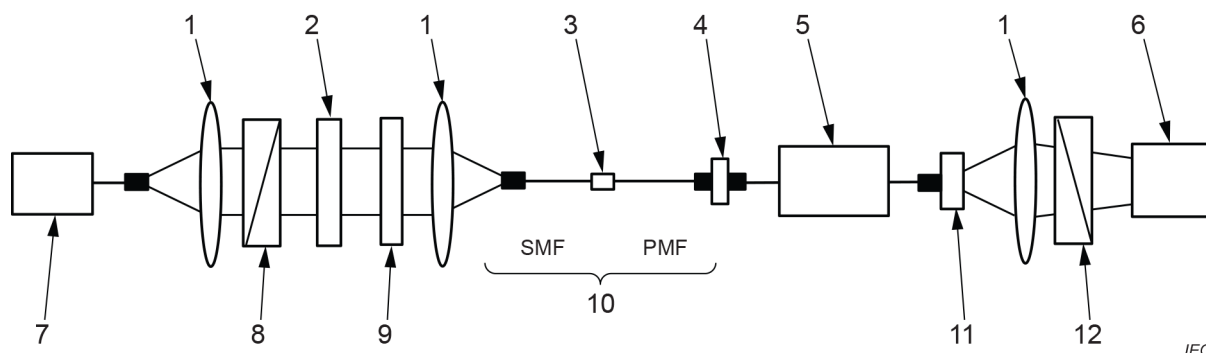
Les propriétés de biréfringence linéaire du PM-DUT doivent être stationnaires pendant la procédure de mesure. Cela signifie que la biréfringence du PM-DUT reste inchangée pendant la mesure, de sorte que les deux PSP linéaires orthogonaux puissent toujours être considérés comme étant constants.

6.3 Méthode B (approche comparative)

6.3.1 Généralités

La méthode B s'appuie sur une mesure comparative, dans laquelle les performances de PER du PM-DUT sont évaluées par rapport à un câble de référence connu, composé d'une fibre PM étalonnée associée à un connecteur étalonné (voir 6.2.4). Le PER du PM-DUT découle de la mesure d'un montage comprenant le PM-DUT, la référence et la connexion entre ces deux dispositifs. La précision de cette méthode est donc couplée à la qualité de la référence et à la précision de l'alignement mécanique entre les axes optiques de la fibre et le détrompeur mécanique de référence, pour la référence ainsi que les PM-DUT. La méthode B peut être utilisée pour caractériser les PM-DUT dont les performances PM sont sensiblement inférieures à celles de la référence, ou bien elle est appropriée pour caractériser les PM-DUT pour lesquels les prérequis de la méthode A ne peuvent pas être respectés (par exemple lorsque le faisceau lumineux guidé par la gaine ne peut pas être supprimé de manière satisfaisante).

L'appareillage d'essai peut s'apparenter à la représentation schématique donnée à la Figure 2. Les éléments supplémentaires de l'appareillage d'essai par rapport à l'appareillage de la méthode A sont nécessaires pour permettre les mesures des contacts par rapport à un câble de référence.



Légende

- 1 optique de couplage
- 2 QWP
- 3 jonction temporaire
- 4 raccord d'accouplement
- 5 PM-DUT
- 6 détecteur de puissance
- 7 source de lumière incohérente
- 8 polariseur linéaire
- 9 HWP
- 10 câble de référence
- 11 embase de référence
- 12 analyseur linéaire

Figure 2 – Appareillage d'essai pour les mesures du rapport d'extinction de polarisation et la détermination de l'erreur d'alignement angulaire par rapport au détrompeur mécanique de référence, en utilisant une référence

6.3.2 Source de lumière

Pour la source de lumière incohérente, les mêmes exigences que celles décrites en 6.2.2 s'appliquent.

6.3.3 Polariseur, lames de propagation et analyseur

L'ensemble d'entrée composé d'un polariseur linéaire, d'une lame quart d'onde (QWP) et d'une lame demi-onde (HWP) est l'une des configurations possibles parmi différentes configurations, et est nécessaire à la préparation du SOP initial. Ce dernier est déterminé de telle sorte que lors de la propagation via le câble de référence, il parvienne avec une polarisation linéaire et aligné parallèlement au détrompeur mécanique de référence du connecteur de sortie du câble de référence.

NOTE Comme le câble de référence peut contenir une portion de fibre unimodale (SMF) normalisée, il est possible que l'état de polarisation de l'entrée couplé dans le câble de référence ne soit pas linéaire.

En outre, en raison de la dépendance à la longueur d'onde de la QWP et de la HWP, celles-ci doivent être compatibles avec la longueur d'onde de fonctionnement de la source et du PM-DUT. Si les éléments décrits jusqu'alors s'appuient typiquement sur des composants optiques de volume, la même fonctionnalité peut être atteinte à travers des éléments à base de fibre optique, ou une combinaison de composants de volume et de composants fibroniques.

Les exigences supplémentaires, telles qu'elles sont énumérées en 6.2.3, s'appliquent.

6.3.4 Câble de référence

L'objet du câble de référence est d'assurer une répartition de l'intensité des modes qui soit compatible avec le PM-DUT, afin de maximiser le couplage de puissance entre les cœurs des deux fibres, et de réduire le plus possible la dissipation de puissance dans la gaine de la fibre du PM-DUT. Le câble de référence peut se composer de deux portions de fibre: une section de fibre conventionnelle, suivie d'une section de fibre PM. Les deux portions peuvent être connectées via une jonction temporaire, dont l'objet est d'assurer l'interchangeabilité de différentes portions PM, selon les exigences du PM-DUT, sans affecter l'alignement du couplage de l'entrée.

NOTE Le câble de référence peut également consister en une seule et même portion de câble PM.

Un extracteur de modes de gaine peut être inclus le long du câble de référence afin de s'assurer qu'aucune portion préjudiciable du faisceau lumineux ne reste piégée dans la gaine, au niveau de la sortie de la référence.

La sortie du câble de référence doit être munie d'un connecteur fibronique, dont le détrompeur mécanique de référence est aligné sur l'axe optique de la fibre encapsulée. L'erreur d'alignement angulaire entre ces deux axes doit être connue, ou elle doit être déterminée conformément à 8.2.3.

Le connecteur de sortie du câble de référence doit être relié à un raccord d'accouplement, caractérisé par un jeu rotationnel minimal entre le détrompeur mécanique de référence du connecteur et la partie correspondante du raccord d'accouplement (voir par exemple la représentation au centre de la Figure 4).

La section PM du câble de référence peut être caractérisée conformément à la méthode A.

6.3.5 Optique de couplage

L'extinction combinée de tous les éléments optiques le long du trajet optique entre le polariseur et l'analyseur doit être au moins 10 fois supérieure au PER attendu pour la mesure dans le PM-DUT.

Il doit être veillé à éviter les réflexions parasites, qui peuvent être dépolarisées et couplées dans le DUT ou dans le système de détection de puissance.

6.3.6 Système de détection de puissance

Exigences identiques à celles de 6.2.6.

6.3.7 Supports mécaniques

Exigences identiques à celles de 6.2.7.

6.3.8 Embase des connecteurs de référence

Exigences identiques à celles de 6.2.8.

6.3.9 PM-DUT

Exigences identiques à celles de 6.2.9.

7 Procédures de mesure du PER

7.1 Généralités

La méthode A ainsi que la méthode B s'appuient sur les mêmes principes généraux lorsqu'il s'agit d'évaluer les performances de PER d'un PM-DUT. Les quatre éléments essentiels sont les suivants:

- a) une source de lumière incohérente à large bande, centrée sur la longueur d'onde souhaitée;
- b) un SOP linéaire avec rapport d'extinction élevé, aligné sur l'un des axes principaux du PM-DUT;
- c) un analyseur linéaire rotatif à rapport d'extinction élevé, pour filtrer le faisceau lumineux de la sortie;
- d) un système de détection de puissance offrant une réponse linéaire sur une plage dynamique étendue.

Les valeurs PER sont appréciées en comparant les grandeurs de puissance optique au niveau de la sortie du PM-DUT associée aux deux PSP. L'Annexe C donne des informations supplémentaires.

7.2 Méthode A (approche sans référence)

7.2.1 Généralités

L'évaluation du PER se compose d'une étape de préparation de la mesure, suivie de la mesure du PER à proprement parler.

7.2.2 Préparation de la mesure

Avant de placer le PM-DUT dans le montage de mesure représenté dans l'exemple de la Figure 1, s'assurer que les interfaces optiques de son entrée et de sa sortie sont dans un état de propreté approprié, plus particulièrement au niveau du cœur. Un manquement à cette condition peut entraîner des résultats non homogènes et non reproductibles.

Lorsque le PM-DUT est en place, sans qu'aucun faisceau lumineux ne soit encore injecté, consigner la valeur de puissance lue sur le système de détection, P_{zero} . Il convient de veiller à éviter qu'un quelconque faisceau lumineux parasite ne frappe la photodiode.

Le faisceau en entrée, l'optique de couplage d'entrée et le PM-DUT doivent être montés de façon à éviter l'excitation d'ordre supérieur ou des modes de gaine au niveau de l'entrée du PM-DUT. Dès lors que cela est possible, il convient d'utiliser des techniques d'extraction de modes sans perturber la propagation des deux PSP. Si l'excitation d'ordre supérieur ou les modes de gaine constituent une limitation de la précision de la mesure, envisager de passer à la méthode B, décrite en 7.3.

Ajuster le polariseur de sorte que la polarisation de l'entrée soit approximativement parallèle à l'axe principal souhaité du PM-DUT. Faire pivoter l'analyseur pour réduire le plus possible la puissance transmise à la photodiode. Ajuster de manière itérative le polariseur et l'analyseur, jusqu'à ce que la valeur lue sur le système de détection atteigne une valeur minimale absolue. La configuration résultante est que la polarisation de l'entrée est parallèle à l'un des axes principaux du PM-DUT et que l'analyseur est aligné sur l'axe orthogonal.

Pour éviter que la mesure ne soit affectée par le bruit du système de détection, la plus faible valeur de puissance lue, utilisée pour déterminer le PER, doit être supérieure d'au moins 10 dB à P_{zero} . Vérifier que cette valeur minimale de puissance lue ne varie pas en fonction de la température ou de la disposition du PM-DUT dans le montage. Un manquement à cette dernière contrainte peut signifier une cohérence résiduelle excessive de la source.

7.2.3 Mesure du rapport d'extinction de polarisation

Sans modifier l'alignement du polariseur obtenu conformément aux étapes décrites en 7.2.2, consigner les valeurs de puissance transmise tandis que l'analyseur effectue une rotation complète sur 360°. Il convient que la résolution de la rotation angulaire soit suffisante pour permettre l'adaptation précise d'une fonction $\sin^2$ aux données mesurées. La précision de l'adaptation doit être telle que la position des valeurs extrêmes de la courbe soit déterminée avec une précision meilleure que 0,5°. Si nécessaire, étendre le balayage angulaire de sorte que deux valeurs maximales de puissance et deux valeurs minimales de puissance soient clairement visibles, comme représenté à la Figure 3. La valeur du PER (désignée par le symbole Δ_{PER} dans les paragraphes suivants) peut ensuite être calculée en respectant les conditions suivantes:

- a) vérifier que la valeur maximale de transmission et la valeur minimale de transmission sont distantes de $180^\circ \pm 1^\circ$;
- b) vérifier que les valeurs voisines de transmission, maximale et minimale, sont distantes de $90^\circ \pm 1^\circ$;
- c) vérifier que les valeurs maximales (minimales) sont identiques, à ± 1 dB;

Des écarts par rapport aux trois conditions ci-dessus peuvent révéler des imprécisions dans l'alignement des composants optiques le long du trajet optique. Cela peut également induire des incertitudes supplémentaires dans les valeurs mesurées.

- d) définir P_{max} comme étant la valeur moyenne des deux valeurs maximales de transmission (sur une base linéaire);
- e) définir P_{min} comme étant la valeur moyenne des deux valeurs minimales de transmission (sur une base linéaire);
- f) calculer la valeur Δ_{PER} de l'ensemble du PM-DUT à partir de la Formule (2):

$$\Delta_{\text{PER}} [\text{dB}] = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{max}} [\text{W}]}{P_{\text{min}} [\text{W}]} \right) \quad (2)$$

En général, les ondulations ou d'autres écarts par rapport à la courbe sinusoïdale de la Figure 3 peuvent indiquer la présence d'anomalies dans le montage de caractérisation. Ces anomalies peuvent être la conséquence d'une largeur de bande insuffisante de la source de lumière, ou elles peuvent indiquer la présence de réflexions non désirées au sein du système.

En outre, la courbe mesurée représentée à la Figure 3 doit rester substantiellement identique si la mesure est répétée en modifiant la disposition du PM-DUT, sous réserve que l'orientation relative du polariseur et de l'analyseur, par rapport à l'entrée et à la sortie du PM-DUT, reste inchangée.

La valeur PER mesurée doit rester substantiellement identique si la mesure est répétée en injectant la polarisation orthogonale au niveau de l'entrée du PM-DUT.

Des écarts par rapport à ces comportements attendus peuvent indiquer la présence d'anomalies dans le montage de caractérisation ou au niveau du PM-DUT.

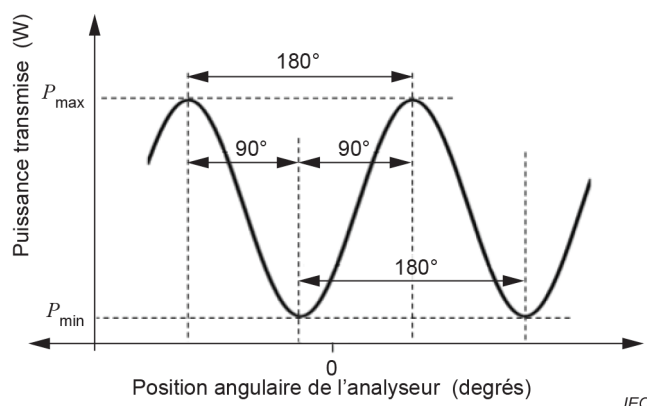


Figure 3 – Courbe typique de transmission de puissance en aval de l'analyseur

7.3 Méthode B (approche comparative)

7.3.1 Généralités

L'évaluation du PER se compose d'une étape de préparation de la mesure, suivie de la mesure du PER à proprement parler.

7.3.2 Préparation de la mesure

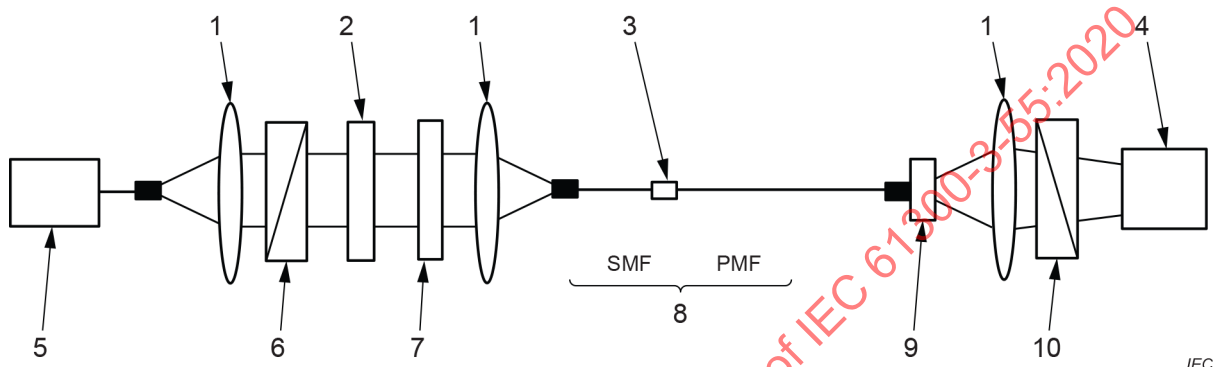
Avant de placer le PM-DUT dans le montage de mesure représenté dans l'exemple de la Figure 2, s'assurer que les interfaces optiques de son entrée et de sa sortie sont dans un état de propreté approprié, plus particulièrement au niveau du cœur. Un manquement à cette condition peut entraîner des résultats non homogènes et non reproductibles.

Tout en bloquant la sortie du faisceau lumineux depuis la source, consigner la valeur de puissance lue par le système de détection P_{zero} . Il convient de veiller à éviter qu'un quelconque faisceau lumineux parasite ne frappe la photodiode.

Un SOP linéaire doit ensuite être configuré à la sortie du câble de référence. Pendant la procédure suivante, d'extrêmes précautions doivent être prises afin de ne pas perturber mécaniquement ni thermiquement la section SMF du câble de référence (le cas échéant). Placer le connecteur de sortie dans l'embase de référence, face à l'analyseur, comme représenté à la Figure 4, puis procéder comme suit.

- Retirer l'analyseur et vérifier que la valeur de puissance lue sur le détecteur ne fluctue pas de plus de 5 % lors de la rotation du polariseur et des lames de propagation. Cela garantit le couplage dans le câble de référence d'une grandeur de puissance constante. Un manquement à cette condition peut rallonger sensiblement la procédure d'alignement décrite dans les étapes suivantes. Une fois la vérification effectuée et concluante, remettre l'analyseur en place.
- Les lames de propagation et l'analyseur étant disposés selon un alignement rotationnel arbitraire, faire tourner le polariseur afin de maximiser la transmission de puissance sur le détecteur.
- Ajuster l'analyseur pour réduire le plus possible la transmission de puissance sur le détecteur.
- Ajuster la QWP pour réduire le plus possible la transmission de puissance sur le détecteur.
- Ajuster la HWP pour réduire le plus possible la transmission de puissance sur le détecteur.
- Répéter les étapes c) à e) jusqu'à ce que la valeur lue sur le détecteur atteigne une valeur minimale absolue. Consigner cette valeur comme étant $P_{\text{initial}}^{\text{min}}$ (W). Pour éviter que la mesure ne soit altérée par le bruit du système de détection, dans la configuration finale, $P_{\text{initial}}^{\text{min}}$ doit être supérieure d'au moins 10 dB à P_{zero} .

- g) Tout en soumettant la portion PM du câble de référence à des contraintes modérées de flexion et de torsion, vérifier que la valeur de puissance lue ne fluctue pas de plus de $\pm 10\%$. Si ce n'est pas le cas, soit la cohérence résiduelle de la source est excessive, soit la polarisation d'entrée dans le câble de référence n'est pas correctement définie. Si ce dernier cas se présente, la procédure d'alignement doit être répétée à partir du point b).
- h) Faire tourner l'analyseur sur 90° . Il convient que la transmission maximale de puissance dans le détecteur se produise avec une tolérance de rotation de l'analyseur de $\pm 1^\circ$. Si tel est le cas, consigner la valeur lue sur le détecteur comme étant $P_{\text{initial}}^{\text{max}}$ (W). Pour améliorer la précision de la mesure, les procédures décrites en 7.2.2 peuvent être appliquées.
- i) Calculer la valeur PER_{initial} à partir de la Formule (2).



Légende

- 1 optique de couplage
- 2 QWP
- 3 jonction temporaire
- 4 détecteur de puissance
- 5 source de lumière incohérente
- 6 polariseur linéaire
- 7 HWP
- 8 câble de référence
- 9 embase de référence
- 10 analyseur linéaire

Figure 4 – Représentation schématique initiale pour la préparation de la mesure, conformément à la méthode B

La réalisation des étapes ci-dessus garantit que la polarisation d'entrée dans le câble de référence est définie de sorte que la polarisation de sortie présente une linéarité maximale.

Retirer le connecteur de sortie du câble de référence de l'embase de référence, face à l'analyseur, et le brancher sur le raccord d'accouplement PM.

Ces procédures doivent être répétées chaque fois que les conditions d'environnement évoluent, c'est-à-dire à chaque variation de la température ou de la disposition (de la portion SM) du câble de référence, car le SOP de sortie, à la sortie du câble de référence, et donc la valeur PER_{initial} , peuvent avoir été modifiés.