

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre optic active components and devices – Test and measurement procedures –

Part 4: Relative intensity noise using a time-domain optical detection system

Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Procédures d'essais et de mesures –

Partie 4: Intensité relative du bruit en utilisant un système de détection optique dans le domaine temporel

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62150-4:2009



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre optic active components and devices – Test and measurement
procedures –**

Part 4: Relative intensity noise using a time-domain optical detection system

**Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Procédures d'essais et de
mesures –**

**Partie 4: Intensité relative du bruit en utilisant un système de détection optique
dans le domaine temporel**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

N

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-1778-8

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

CONTENTS

FOREWORD	3
INTRODUCTION	5
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviations	7
3.1 Terms and definitions	7
3.2 Abbreviations	7
4 Apparatus	8
4.1 General	8
4.2 Time-domain detection system	8
4.3 Polarization controller	8
4.4 Optical coupler	9
4.5 Variable optical attenuator	9
4.6 Fixed reflector	9
4.7 Modulation source	9
4.8 Low-pass filter	9
5 Test procedure	9
5.1 Return loss calibration (optional)	9
5.2 RIN measurement – Direct method	9
5.2.1 General	9
5.2.2 Procedure	10
5.3 RIN_{OMA} measurement – Direct method	11
5.3.1 General	11
5.3.2 Procedure	11
5.4 RIN and RIN_{OMA} measurement – Using signal processing	11
5.4.1 General	11
5.4.2 Procedure	11
6 Test results	12
Annex A (informative) Background on laser intensity noise	13
Bibliography	14
Figure 1 – Equipment setup for RIN measurement	8
Figure 2 – Diagram for measuring RIN and RIN_{OMA}	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES –
TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –****Part 4: Relative intensity noise using a time-domain
optical detection system**

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.

International Standard IEC 62150-4 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This bilingual version (2014-08) corresponds to the English version, published in 2009-11.

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

FDIS	Report on voting
86C/918/FDIS	86C/931/RVD

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

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

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

A list of all the parts in the IEC 62150 series, under the general title *Fibre optic active components and devices – Test and measurement procedures*, can be found on the IEC website.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62150-4:2009

INTRODUCTION

Laser intensity noise can be one of the limiting factors in the transmission of analogue or digital signals. It can reduce the signal-to-noise ratio and increase the bit error rate, therefore degrading system performance. Laser intensity noise can vary significantly depending on the properties of the laser and back reflections. In order to optimize communication links, it is essential to accurately characterize the laser intensity noise, compare it with the signal strength, and if necessary allow an appropriate power budget.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of a patent concerning the FFT method for separating noise and deterministic signals given in 5.4.2.

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from:

Agilent Technologies
1400 Fountain Grove Parkway
Santa Rosa, CA 95404

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62150-4:2009

FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES – TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –

Part 4: Relative intensity noise using a time-domain optical detection system

1 Scope

This part of IEC 62150 specifies test and measurement procedures for relative intensity noise (RIN). It applies to lasers, laser transmitters, and the transmitter portion of transceivers. This procedure examines whether the device or module satisfies the appropriate performance specification. The procedure is applicable to single longitudinal mode (SLM). An optional section of the procedure presents a controlled return loss to the device-under-test, but is only applicable to devices coupled to SMF.

The method described in this standard, using a time-domain detection system, provides a single value for RIN that averages the noise over the transmission bandwidth. The measurement is made on a modulated laser capturing the RIN value under normal operating conditions. It also measures RIN_{OMA} , an alternative definition, as described in IEEE 802.3-2005.

An alternative RIN measurement method uses a photoreceiver and electrical spectrum analyzer and provides RIN vs. electrical frequency. This method provides a RIN value averaged over particular electrical band determined by a filter. For a filter bandwidth and characteristic that duplicates the filtering in a transmission system, this technique provides a result that is appropriate to determine the noise for such a system.

This method is based on the measurement of total intensity noise including and does attempt to subtract the effects of thermal and shot noise.

Background on laser intensity noise is given in Annex A.

2 Normative references

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

IEC 61280-2-2, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 2-2: Digital systems – Optical eye pattern, waveform and extinction ratio measurement*

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

IEC 62007-2, *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications – Part 2: Measuring methods*

IEEE 802.3TM-2005, *Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*

ITU-T Recommendation G.957, *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*

3 Terms, definitions and abbreviations

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

3.1 Terms and definitions

3.1.1

intersymbol interference

distortion of the received signal, which is manifested in the temporal spreading and consequent overlap of individual pulses to the degree that the receiver cannot reliably distinguish between changes of state, i.e., between individual signal elements

3.1.2

optical modulation amplitude

difference of the power in the “1” level to the power in the “0” level on a digital transmission signal

3.1.3

relative intensity noise

ratio of the mean-square optical intensity fluctuations over a specified frequency range, normalized to a 1-Hz bandwidth, to the square of the average optical power

$$RIN = \frac{\langle \Delta P_N^2 \rangle}{P_1^2 B_N} \quad RIN_{dB} = 10 \log_{10} RIN \quad (1)$$

where

$\langle P_N^2 \rangle$ is the mean-square optical intensity fluctuations;

B_N is the measurement noise equivalent bandwidth;

P_1 is the optical power.

NOTE 1 The optical power, P_1 , is derived from a measurement of photocurrent and includes means to calibrate non-ideal photodetector parameters including dark current and frequency response.

NOTE 2 The noise equivalent bandwidth of a filter is such that it would pass the same total noise power as a rectangular passband that has the same area as the actual filter, and the height of which is the same as the height of the actual filter at its centre wavelength.

3.1.4

RIN_{OMA}

ratio of the photodetected electrical noise power, N , normalized in a 1-Hz bandwidth to the optical modulation amplitude, P_{MOD} , of a square-wave modulated laser source

$$RIN_{OMA} = \frac{\langle \Delta P_N^2 \rangle}{P_{MOD} B_N} \quad (RIN_{OMA})_{dB} = 10 \log_{10} RIN_{OMA} \quad (2)$$

3.2 Abbreviations

FFT	fast Fourier transform
ISI	inter-symbol interference
MPI	multipath interference
OMA	optical modulation amplitude
PRBS	pseudo-random binary sequence
RIN	relative intensity noise
SLM	single longitudinal mode
SMF	single mode fibre
VOA	variable optical attenuator

4 Apparatus

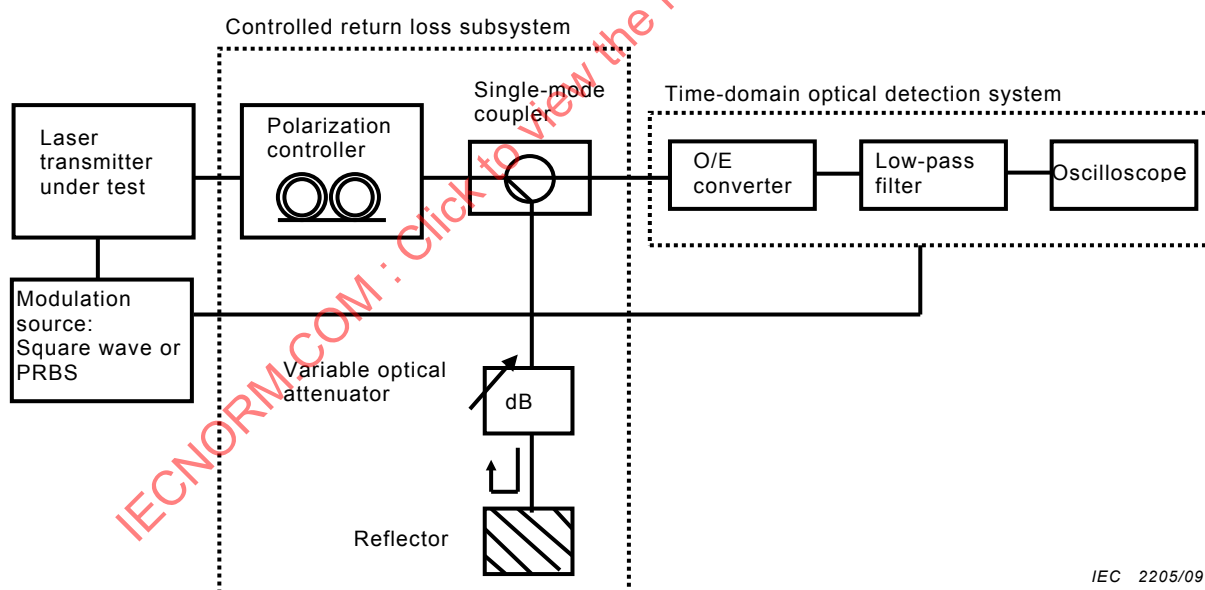
4.1 General

The primary components of the measurement system are shown in Figure 1. The controlled return loss subsystem consists of a polarization controller, single-mode coupler, variable optical attenuator and fixed reflector. This clause is required to present a variable return loss to the transmitter-under-test and is only applicable to devices coupled to single-mode fibre. The modulation source enables digital modulation for the laser transmitter and a trigger for the time-domain detection system. Details of the elements are given in the following subclauses.

4.2 Time-domain detection system

The time-domain optical detection system displays the intensity of the optical waveform as a function of time. The optical detection system is comprised primarily of an optical-to-electrical (O/E) converter, a linear-phase low-pass filter and an oscilloscope. The detection system is shown in Figure 2 and a complete description of the equipment is given in IEC 61280-2-2. Included in this apparatus are means for calibration so that the dark current and frequency response of the photodetector are removed. Methods for calibrating the O/E converter are described in IEC 62007-2. The combined frequency response of the O/E converter and filter are designed to meet the requirements in ITU-T Recommendation G.957 for the particular transmission rate.

The input to the time-domain optical system is single-mode. The wavelength range of the O/E converter is compatible with the wavelength of the device under test.



IEC 2205/09

Figure 1 – Equipment setup for *RIN* measurement

Care must be taken to eliminate reflection between the variable return loss subsystem and the laser that cause multipath interference (MPI) and convert phase noise to intensity noise.

4.3 Polarization controller

This device shall be able to convert any state of polarization of a signal to any other state of polarization. The polarization controller may consist of an all-fibre polarization controller or a quarter-wave plate rotatable by a minimum of 90 degrees followed by a half-wave plate rotatable by a minimum of 180 degrees. It is a SMF device.

4.4 Optical coupler

The optical coupler is a 3-dB, 2 X 2 device. It shall have an insertion loss lower than 3,5 dB and a directivity greater than 60 dB. Its input connectors shall have return loss greater than 60 dB. The polarization dependent loss of the optical coupler shall be less than 0,5 dB. It is a SMF device with a wavelength range compatible with the device under test.

4.5 Variable optical attenuator

The variable optical attenuator (VOA) shall be capable of attenuation in steps less than or equal to 1 dB in order to set the appropriate return loss to the laser transmitter under test. It is a SMF device with a wavelength range compatible with the device under test.

4.6 Fixed reflector

The fixed reflector is a highly reflective mirror to reflect the power back into the system. It is a SMF device with a wavelength range compatible with the device under test.

4.7 Modulation source

The modulation sources shall be capable of providing a pseudo random binary sequence (PRBS) and a square-wave pattern to the system consistent with the signal format (pulse shape, amplitude, etc.) required at the system input electrical interface of the laser transmitter.

4.8 Low-pass filter

The filter should have a linear phase response at frequencies up to and somewhat beyond the filter's –3 dB bandwidth. If the phase response is linear (implying that the group delay is constant) up to frequencies of high attenuation, slight variations in filter bandwidths should not significantly affect the measurement. Refer to IEC 61280-2-2 and ITU-T Recommendation G.957 for more detail on the low-pass filter.

5 Test procedure

5.1 Return loss calibration (optional)

This procedure shall be carried out as follows:

- With reference to Figure 1, connect return loss apparatus as described in IEC 61300-3-6 in place of the DUT.
- Measure and record the return loss while varying the setting of the VOA.
- The result is a table of return loss vs. VOA settings.

NOTE Return loss calibration is necessary if the performance specification requires a RIN value for a particular return loss presented to the device under test.

5.2 RIN measurement – Direct method

5.2.1 General

This method requires square-wave modulation of the laser transmitter with a period sufficiently long such that intersymbol interference is negligible and only the random (Gaussian) parts of the levels are measured. The square wave period is at least five “1”s followed by five “0”s at the system transmission rate.

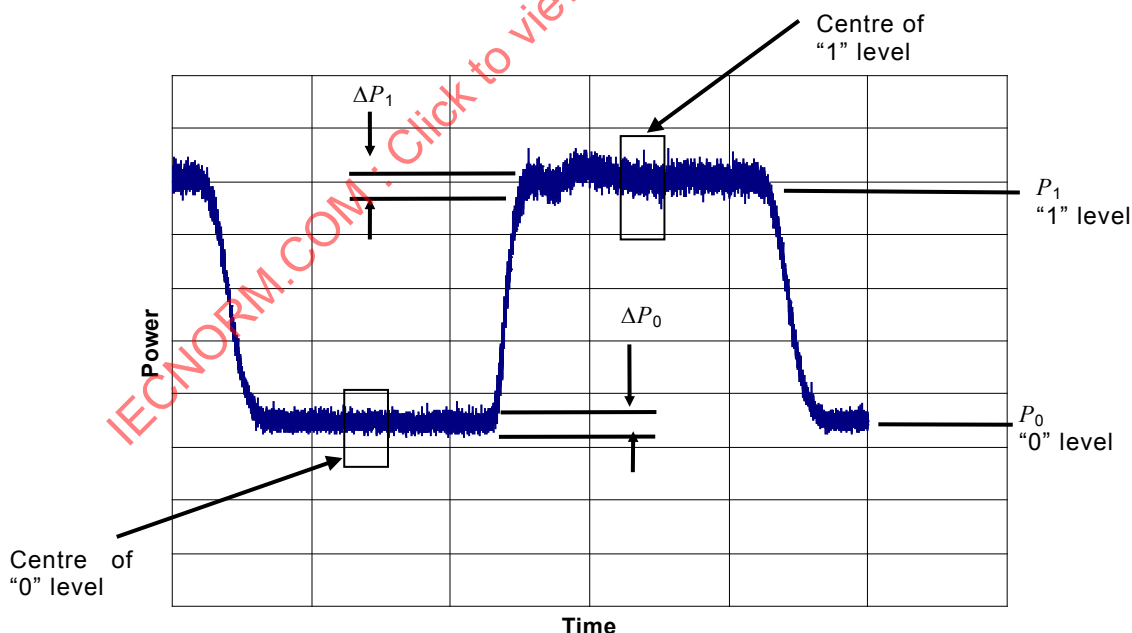
If the performance specification does not require measurement for a particular return loss, steps 5.2.2 f) and g) are omitted.

5.2.2 Procedure

This procedure shall be carried out as follows:

- Set up equipment as shown in Figure 1.
- Select a low-pass filter bandwidth that is appropriate for the transmission rate. Guidance on the selection of the filter bandwidth is provided in IEC 61280-2-2 and ITU-T Recommendation G.957.
- With no input to the time-domain detection system, measure the photodetector dark current. The time-domain detection will subtract the dark current from the photocurrent measured in the steps below.
- Connect the laser transmitter and turn the modulation on. Use a square wave with a period of at least 5 “1”s followed by 5 “0”s at the system transmission rate.
- Set the trigger and amplitude settings on the time-domain optical detection system to achieve a stable eye pattern as in Figure 2.
- Adjust the VOA to achieve the required return loss at the laser transmitter port.
- Adjust the polarization controller to maximize the noise on the “1” level.
- Measure the rms value of the noise on the “1” level, ΔP_1 . This value is obtained by analyzing the data over the centre 20 % of the signal as shown in Figure 2. The noise value is the standard deviation and is equivalent to the rms value.
- Measure the average value of “1” level, P_1 , over the centre 20 % of the signal as shown in Figure 2.
- Calculate RIN from Equation (1) by squaring the value of ΔP_N measured in h) and P_1 measured in i). The value for B_N is the filter bandwidth set in b).

NOTE The low-pass filter bandwidth is typically given as the –3 dB bandwidth, which constitutes a reasonable approximation of the noise equivalent bandwidth.



IEC 2206/09

Figure 2 – Diagram for measuring RIN and RIN_{OMA}

5.3 RIN_{OMA} measurement – Direct method

5.3.1 General

This method requires square-wave modulation of the laser transmitter with a period sufficiently long such that intersymbol interference is negligible and only the random (Gaussian) parts of the levels are measured. The square wave period is at least 5 “1”s followed by 5 “0”s at the system transmission rate.

If the performance specification does not require measurement for a particular return loss, steps 5.2.2 f) and 5.2.2 g) are omitted.

5.3.2 Procedure

This procedure shall be carried out as follows:

- Follow steps 5.2.2 a) through 5.2.2 i).
- Measure the average value of “1” level, P_1 , over the centre 20 % of the signal as shown in Figure 1.
- Measure the rms value of the noise on the “0” level, ΔP_0 . This value is obtained by analyzing the data at the centre of the signal as shown in Figure 2. The standard deviation is equivalent to the rms value.
- Calculate the optical modulation amplitude, P_{MOD} .

$$P_{MOD} = P_1 - P_0 \quad (3)$$

- Calculate $\langle \Delta P_N^2 \rangle$.

$$\langle \Delta P_N^2 \rangle = \left(\frac{\Delta P_1 + \Delta P_0}{2} \right)^2 \quad (4)$$

- Calculate RIN_{OMA} from Equation (2).

5.4 RIN and RIN_{OMA} measurement – Using signal processing

5.4.1 General

It is sometimes not possible to modulate the laser transmitter with a square wave as described in 5.2.2 c), but instead, the modulation is a PRBS. In that case the “0” and “1” levels consist of two components: (1) the random (Gaussian) component that is required for the RIN and RIN_{OMA} calculations and (2) a deterministic component due to ISI. In this case, signal analysis is required separate the random component from the deterministic component.

If the performance specification does not require measurement for a particular return loss, steps 5.2.2 f) and 5.2.2 g) are omitted.

5.4.2 Procedure

This procedure shall be carried out as follows:

- Follow steps 5.2.2 a) through 5.2.2 i).
- If measuring RIN_{OMA} , also follow steps 5.3.2 b) through 5.3.2 f).
- To obtain the power and noise values for the calculations, measure the pattern repeatedly and acquire histograms of the “0” and “1” levels. Fit the histogram data to a dual-Dirac model in order to separate random and deterministic components. Use only the random components to derive P_1 , P_0 , ΔP_1 , and ΔP_0 . Alternatively, the “0” and “1” levels can be processed through an FFT because they are repetitively sampled. The

random component is separated by removing the spectral peaks and integrating the remainder.

6 Test results

The following information shall be reported for each test:

- data rate;
- low-pass filter bandwidth;
- return loss presented to laser transmitter (if required);
- RIN and RIN_{OMA} values.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62150-4:2009

Annex A (informative)

Background on laser intensity noise

In a receiver, laser intensity fluctuations can create noise that exceeds the thermal noise of the load impedance and/or the shot noise of the photodetector. It therefore can become a limiting factor for the power budget of an optical link. If so, then careful characterization of such fluctuations becomes essential to optimize system performance.

Intensity fluctuations come primarily from the spectral properties of a laser. At very low power levels a laser emits mostly spontaneous emission, which, similar to the light coming from an LED, covers a range of wavelengths. Above its lasing threshold, a laser emits mostly stimulated emission and only a small amount of spontaneous emission. The stimulated emission is concentrated at or around one wavelength and contains most of the power used for sending information along an optical fibre. In a photodetector the stimulated emission interacts with any residual spontaneous emission, effectively creating noise that can be observed electrically. Photodetectors create an output current that is proportional to the optical power, which in turn is proportional to the square of the electric field. Because of this nonlinear relationship between optical field strength and photodetector current, photons with different optical frequencies create "beat signals."

The signal "beats" with the spontaneous emission and the spontaneous emission beats with itself. However, with today's semiconductor lasers and in the absence of optical amplifiers the spontaneous-spontaneous beat noise is much smaller than the signal-spontaneous beat noise and usually can be ignored. The amount of beat noise generated in the photodetector depends on the receiver's properties, particularly its bandwidth, and it matters only if it exceeds the noise in the electronics. Therefore, it makes more sense to characterize the effects of laser intensity fluctuations on the electrical signal after the optical/electrical (O/E) conversion.

Relative intensity noise (RIN) describes the contributions of the laser intensity fluctuations to the electrical noise in the receiver relative to the signal power observed electrically. In general, RIN is normalized to a 1-Hz bandwidth so that it becomes easier to compare laser intensity fluctuations when using receivers with different bandwidths.

Bibliography

Jitter Analysis: The dual-Dirac Model, RJ/DJ, and Q-Scale, Agilent Technologies, White Paper No. 5989-3206EN, 2005

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62150-4:2009

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62150-4:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION	19
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Termes, définitions et abréviations	21
3.1 Termes et définitions	21
3.2 Abréviations	22
4 Appareillage	22
4.1 Généralités	22
4.2 Système de détection dans le domaine temporel	22
4.3 Contrôleur de polarisation	23
4.4 Coupleur optique	23
4.5 Atténuateur optique variable	23
4.6 Réflecteur fixe	23
4.7 Source de modulation	24
4.8 Filtre passe-bas	24
5 Procédure d'essai	24
5.1 Etalonnage de l'affaiblissement de réflexion (facultatif)	24
5.2 Mesure de RIN - Méthode directe	24
5.2.1 Généralités	24
5.2.2 Procédure	24
5.3 Mesure de RIN_{OMA} - Méthode directe	25
5.3.1 Généralités	25
5.3.2 Procédure	26
5.4 Mesure de RIN et RIN_{OMA} – Par traitement du signal	26
5.4.1 Généralités	26
5.4.2 Procédure	26
6 Résultats de l'essai	26
Annexe A (informative) Informations contextuelles sur l'intensité du bruit d'un laser	28
Bibliographie	29
Figure 1 – Montage de l'équipement pour la mesure de la RIN	23
Figure 2 – Schéma de mesure de RIN et RIN_{OMA}	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS A FIBRES OPTIQUES –
PROCEDURES D'ESSAIS ET DE MESURES –****Partie 4: Intensité relative du bruit en utilisant un système de détection
optique dans le domaine temporel**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62150-4 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

La présente version bilingue (2014-08) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2009-11.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86C/918/FDIS et 86C/931/RVD.

Le rapport de vote 86C/931/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62150, publiées sous le titre général *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Procédures d'essais et de mesures*, est disponible sur site internet de la CEI.

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

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Il convient donc que les utilisateurs impriment ce document en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62150-4:2009

INTRODUCTION

L'intensité du bruit d'un laser peut être un facteur de limitation de la transmission des signaux analogiques ou numériques. Elle peut réduire le rapport signal/bruit et augmenter le taux d'erreur binaire, dégradant ainsi les performances du système. L'intensité du bruit d'un laser peut beaucoup varier avec les propriétés du laser et les réflexions arrières. Afin d'optimiser les liaisons de communication, il est essentiel de caractériser avec précision l'intensité du bruit du laser, de la comparer à l'intensité du signal et si nécessaire de permettre un bilan de puissance approprié.

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) attire l'attention sur le fait qu'il est revendiqué que la conformité à ce document peut impliquer l'utilisation d'un brevet portant sur la méthode FFT pour séparer le bruit des signaux déterministes donnée au paragraphe 5.4.2.

La CEI ne prend pas position sur l'évidence, la validité et la portée de ce brevet.

Le titulaire de ce brevet a assuré à la CEI qu'il est disposé à négocier les licences selon des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires avec les demandeurs du monde entier. La CEI conserve la déclaration correspondante du titulaire de ce brevet. Il est possible d'obtenir davantage d'informations à l'adresse suivante:

Agilent Technologies
1400 Fountain Grove Parkway
Santa Rosa, CA 95404

On attire l'attention sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété différents de ceux identifiés ci-dessus. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS A FIBRES OPTIQUES – PROCEDURES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 4: Intensité relative du bruit en utilisant un système de détection optique dans le domaine temporel

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62150 spécifie les procédures d'essais et de mesures pour l'intensité relative du bruit (RIN). Elle s'applique aux lasers, aux émetteurs lasers et à la partie émetteur des émetteurs/récepteurs. La présente procédure examine si le dispositif ou le module satisfait à la spécification de performances appropriée. La procédure est applicable aux lasers à mode longitudinal unique (SLM: *Single Longitudinal Mode*). Une section facultative de la procédure présente l'affaiblissement de réflexion contrôlé vers le dispositif en essai, mais elle s'applique uniquement aux dispositifs couplés à une fibre unimodale.

La méthode décrite dans la présente norme, utilisant un système de détection dans le domaine temporel, fournit une seule valeur pour l'intensité relative du bruit (RIN) qui donne la moyenne du bruit sur la largeur de la bande de transmission. La mesure est faite sur un laser modulé capturant la valeur RIN dans des conditions de fonctionnement normales. Elle mesure également RIN_{OMA} , une définition alternative, comme cela est décrit dans la norme IEEE 802.3-2005.

Une méthode de mesure alternative de l'intensité relative du bruit (RIN) utilise un photorécepteur et un analyseur de spectre électrique et donne RIN en fonction de la fréquence électrique. La présente méthode donne une valeur RIN moyennée sur une bande électrique particulière déterminée par un filtre. Pour une largeur de bande et des caractéristiques de filtre qui reproduisent le filtrage dans un système de transmission, cette technique donne un résultat permettant de déterminer le bruit pour un tel système.

La présente méthode est basée sur la mesure de l'intensité totale du bruit et tente de soustraire les effets du bruit thermique et du bruit de grenaille.

Les informations contextuelles sur l'intensité du bruit d'un laser sont données à l'annexe A.

2 Références normatives

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

CEI 61280-2-2, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Partie 2-2: Systèmes numériques – Mesure du diagramme de l'œil optique, de la forme d'onde et du taux d'extinction*

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

CEI 62007-2, *Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques – Partie 2: Méthodes de mesure*

IEEE 802.3™-2005, *Spécifications des couches physiques et des méthodes d'accès CSMA/CD (capteur de porteuse à accès multiple avec détection de collision)*

Recommandation UIT-T G.957, *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone.*

3 Termes, définitions et abréviations

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

3.1 Termes et définitions

3.1.1

brouillage intersymbole

déformation du signal reçu, qui se manifeste par la propagation dans le temps et le chevauchement conséquent d'impulsions individuelles à tel point que le récepteur ne peut pas distinguer de manière fiable les changements d'états, c'est à dire, les différents éléments du signal

3.1.2

amplitude de modulation optique

différence entre la puissance dans le niveau «1» et la puissance dans le niveau «0» sur un signal de transmission numérique

3.1.3

intensité relative du bruit

rapport entre la moyenne quadratique des fluctuations d'intensité optique, sur une plage de fréquences spécifiée, normalisée à une bande fréquentielle de 1 Hertz, et le carré de la puissance optique moyenne

$$RIN = \frac{\langle \Delta P_N^2 \rangle}{P_I^2 B_N} \quad RIN_{dB} = 10 \log_{10} RIN \quad (1)$$

où:

$\langle P_N^2 \rangle$ est la moyenne quadratique des fluctuations d'intensité optique;

B_N est la largeur de bande équivalente du bruit de mesure;

P_I est la puissance optique.

NOTE 1 La puissance optique, P_I , est dérivée d'une mesure de courant photoélectrique et inclut des moyens permettant d'étalonner des paramètres de détecteur photoélectrique non-idéaux comprenant le courant d'obscurité et la réponse en fréquence.

NOTE 2 La largeur de bande équivalente du bruit d'un filtre est telle qu'elle passerait la même puissance totale de bruit qu'une bande passante rectangulaire de même surface que le filtre réel, et dont la taille est identique à la taille du filtre réel à sa longueur d'onde centrale.

3.1.4

RIN_{OMA}

rapport entre la puissance du bruit électrique photodétecté, N , normalisée à une bande fréquentielle de 1 Hertz, et l'amplitude de la modulation optique, P_{MOD} , d'une source laser modulée en ondes carrées

$$RIN_{OMA} = \frac{\langle \Delta P_N^2 \rangle}{P_{MOD} B_N} \quad (RIN_{OMA})_{dB} = 10 \log_{10} RIN_{OMA} \quad (2)$$

3.2 Abréviations

FFT	fast Fourier transform - Transformée de Fourier rapide
ISI	inter-symbol interference -brouillage intersymbole
MPI	multipath interference - brouillage dû aux trajets multiples
OMA	optical modulation amplitude - amplitude de modulation optique
PRBS	pseudo-random binary sequence - séquence binaire pseudo-aléatoire
<i>RIN</i>	relative intensity noise - intensité relative du bruit
SLM	single longitudinal mode - mode longitudinal unique
SMF	single mode fibre - fibre unimodale
VOA	variable optical attenuator - atténuateur optique variable

4 Appareillage

4.1 Généralités

Les principaux composants du système de mesure sont représentés sur la figure 1. Le sous-système d'affaiblissement de réflexion contrôlé est constitué d'un contrôleur de polarisation, d'un coupleur unimodal, d'un atténuateur optique variable et d'un réflecteur fixe. Cet article sert à présenter un affaiblissement de réflexion variable vers l'émetteur en essai et il s'applique uniquement aux dispositifs couplés à une fibre unimodale. La source de modulation offre une modulation numérique à l'émetteur laser et sert de déclencheur au système de détection dans le domaine temporel. Des informations détaillées sur ces éléments sont présentées dans les paragraphes suivants.

4.2 Système de détection dans le domaine temporel

Le système de détection optique dans le domaine temporel montre l'intensité de la forme d'onde optique en fonction du temps. Le système de détection optique est principalement composé d'un convertisseur optique-électrique (O/E), d'un filtre passe-bas à phase linéaire et d'un oscilloscope. Le système de détection est représenté sur la Figure 2 et une description complète de l'équipement est présentée dans la CEI 61280-2-2. Cet appareil inclut des moyens d'étalonnage permettant de retirer le courant d'obscurité et la réponse en fréquence du détecteur photoélectrique. Des méthodes d'étalonnage du convertisseur O/E sont décrites dans la CEI 62007-2. La réponse en fréquence combinée du convertisseur O/E et du filtre est conçue pour être conforme aux exigences de la recommandation UIT-T G.957 pour le taux de transmission particulier.

L'entrée du système optique dans le domaine temporel est unimodale. La plage de longueurs d'onde du convertisseur O/E est compatible avec la longueur d'onde du dispositif en essai.

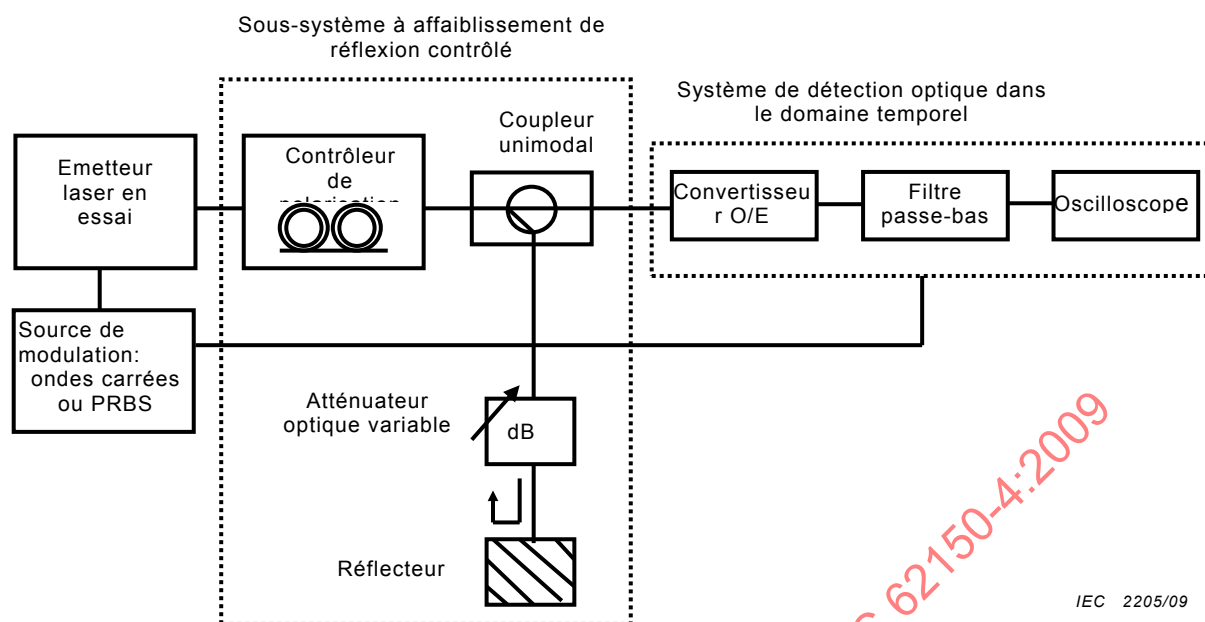


Figure 1 – Montage de l'équipement pour la mesure de la RIN

On doit éliminer avec soin les réflexions entre le sous-système d'affaiblissement de réflexion variable et le laser à l'origine du brouillage généré par les trajets multiples (MPI) et qui transforment le bruit de phase en intensité de bruit.

4.3 Contrôleur de polarisation

Ce dispositif doit être capable de convertir n'importe quel état de polarisation d'un signal en n'importe quel autre état de polarisation. Le contrôleur de polarisation peut être constitué d'un contrôleur de polarisation en fibre ou d'une plaque quart d'onde rotative de 90 degrés au minimum suivie d'une plaque demi-onde rotative de 180 degrés au minimum. Il s'agit d'un dispositif SMF.

4.4 Coupleur optique

Le coupleur optique est un dispositif 3 dB, 2 x 2. Sa perte d'insertion doit être inférieure à 3,5 dB et sa directivité supérieure à 60 dB. L'affaiblissement de réflexion de ses connecteurs d'entrée doit être supérieur à 60 dB. Les pertes dépendant de la polarisation du coupleur optique doivent être inférieures à 0,5 dB. Il s'agit d'un dispositif SMF de plage de longueurs d'onde compatible avec le dispositif en essai.

4.5 Atténuateur optique variable

L'atténuateur optique variable (VOA) doit être capable de produire une atténuation par pas inférieurs ou égaux à 1 dB afin de définir l'affaiblissement de réflexion approprié vers l'émetteur laser en essai. Il s'agit d'un dispositif SMF avec une plage de longueurs d'onde compatible avec le dispositif en essai.

4.6 Réflecteur fixe

Le réflecteur fixe est un miroir fortement réfléchissant pour réfléchir la puissance dans le système. Il s'agit d'un dispositif SMF avec une plage longueurs d'onde compatible avec le dispositif en essai.

4.7 Source de modulation

Les sources de modulation doivent être capables de fournir une séquence binaire pseudo aléatoire (PRBS) et des ondes carrées au système de manière cohérente avec le format du signal (forme d'impulsion, amplitude, etc.) requis au niveau de l'interface électrique d'entrée du système de l'émetteur laser.

4.8 Filtre passe-bas

Il convient que le filtre présente une réponse en phase linéaire à des fréquences allant jusqu'à et dépassant légèrement la largeur de bande à -3 dB du filtre. Si la réponse en phase est linéaire (ce qui implique que le retard du groupe est constant) jusqu'aux fréquences de haute atténuation, il convient que les légères variations des largeurs de bande du filtre n'affectent pas trop la mesure. Se référer à la CEI 61280-2-2 et à la recommandation UIT-T G.957 pour plus d'informations sur le filtre passe-bas.

5 Procédure d'essai

5.1 Etalonnage de l'affaiblissement de réflexion (facultatif)

Cette procédure doit être menée de la façon suivante:

- En se référant à la Figure 1, connecter l'appareil de mesure de l'affaiblissement de réflexion comme cela est décrit dans la CEI 61300-3-6 à la place du dispositif en essai.
- Mesurer et enregistrer l'affaiblissement de réflexion tout en faisant varier le réglage de l'atténuateur optique variable.
- Le résultat est présenté dans un tableau de l'affaiblissement de réflexion en fonction des réglages de l'atténuateur optique variable.

NOTE L'étalonnage de l'affaiblissement de réflexion est nécessaire si la spécification de performances requiert une valeur d'intensité relative du bruit (RIN) pour un affaiblissement de réflexion particulier présent au dispositif en essai.

5.2 Mesure de RIN - Méthode directe

5.2.1 Généralités

Cette méthode nécessite une modulation carrée de l'émetteur laser avec une période suffisamment longue pour que le brouillage intersymbole soit négligeable et seules les parties aléatoires (gaussiennes) des niveaux soient mesurées. La période des ondes carrées est constituée d'au moins cinq «1» suivis de cinq «0» à la cadence de transmission du système.

Si la spécification de performances ne requiert pas de mesure pour un affaiblissement de réflexion particulier, les étapes 5.2.2 f) et g) sont omises.

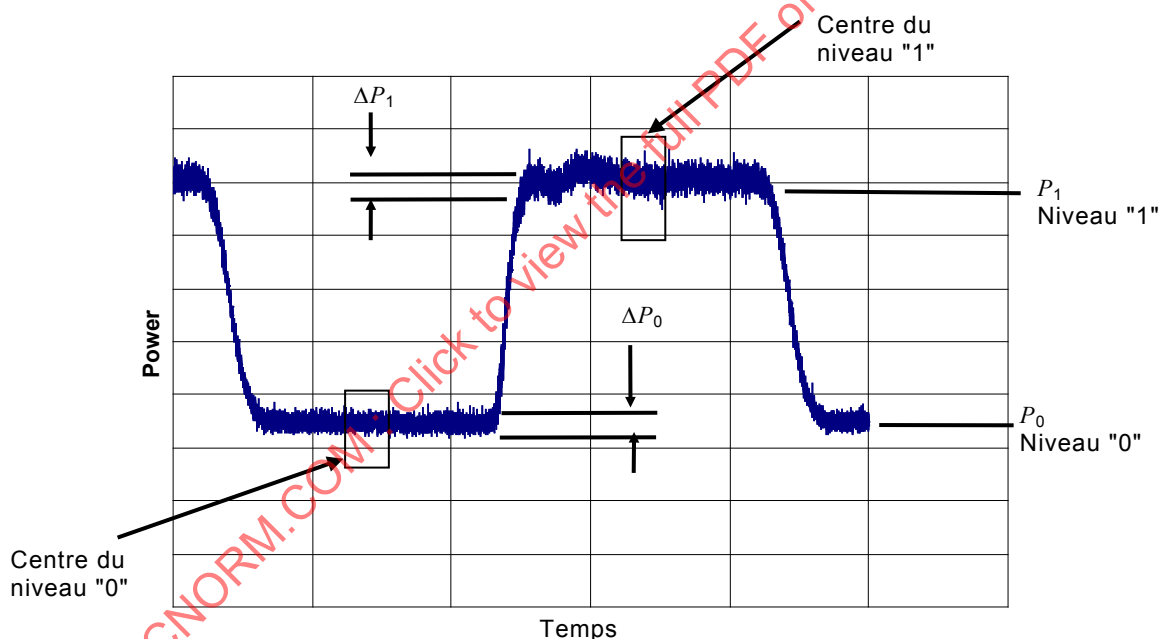
5.2.2 Procédure

Cette procédure doit être menée de la façon suivante:

- Monter l'équipement comme cela est représenté sur la Figure 1.
- Choisir pour le filtre passe-bas, une largeur de bande appropriée à la cadence de transmission. La CEI 61282-2-2 et la recommandation UIT-T G.957 fournissent des conseils sur le choix de la largeur de bande du filtre.
- Sans entrée vers le système de détection dans le domaine temporel, mesurer le courant d'obscurité du détecteur photoélectrique. La détection dans le domaine temporel soustraira le courant d'obscurité du courant photoélectrique mesuré dans les étapes ci-dessous.

- d) Connecter l'émetteur laser et mettre la modulation en marche. Utiliser une onde carrée dont la période vaut au moins cinq «1» suivis de cinq «0» à la cadence de transmission du système.
- e) Régler le déclencheur et l'amplitude sur le système de détection optique dans le domaine temporel pour obtenir un diagramme de l'œil stable comme sur la Figure 2.
- f) Ajuster l'atténuateur optique variable pour obtenir l'affaiblissement de réflexion requis au niveau du port de l'émetteur laser.
- g) Ajuster le contrôleur de polarisation pour rendre le bruit maximal sur le niveau «1».
- h) Mesurer la valeur efficace du bruit sur le niveau «1», ΔP_1 . Cette valeur est obtenue en analysant les données sur les 20 % du centre du signal comme cela est représenté sur la Figure 2. La valeur du bruit est l'écart type et est équivalente à la valeur efficace.
- i) Mesurer la valeur moyenne du niveau «1», P_1 , sur les 20% du centre du signal comme cela est représenté sur la Figure 2.
- j) Calculer l'intensité relative du bruit (RIN) à partir de l'équation (1) en élevant au carré la valeur ΔP_N mesurée en h) et P_1 mesurée en i). La valeur pour B_N est la largeur de bande du filtre définie en b).

NOTE La largeur de bande du filtre passe-bas est typiquement la largeur de bande à -3 dB, qui constitue une approximation raisonnable de la largeur de bande équivalente du bruit.



IEC 2206/09

Figure 2 – Schéma de mesure de RIN et RIN_{OMA}

5.3 Mesure de RIN_{OMA} - Méthode directe

5.3.1 Généralités

Cette méthode nécessite une modulation carrée de l'émetteur laser avec une période suffisamment longue pour que le brouillage intersymbole soit négligeable et seules les parties aléatoires (gaussiennes) des niveaux soient mesurées. La période des ondes carrées est constituée d'au moins cinq «1» suivis de cinq «0» à la cadence de transmission du système.

Si la spécification de performances ne requiert pas de mesure pour un affaiblissement de réflexion particulier, les étapes 5.2.2 f) et 5.2.2 g) sont omises.