

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Dynamic modules –

Part 5-2: Test methods – 1 x N fixed-grid WSS – Dynamic crosstalk measurement

Modules dynamiques –

Partie 5-2: Méthodes d'essai – Commutateurs sélectifs en longueur d'onde à grille fixe 1 x N – Mesure de diaphonie dynamique



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 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 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 - 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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions 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.

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.

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 - 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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions 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.

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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Dynamic modules –

Part 5-2: Test methods – 1 x N fixed-grid WSS – Dynamic crosstalk measurement

Modules dynamiques –

Partie 5-2: Méthodes d'essai – Commutateurs sélectifs en longueur d'onde à grille fixe 1 x N – Mesure de diaphonie dynamique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.01 33.180.99

ISBN 978-2-8322-5267-3

**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 abbreviated terms	6
3.1 Basic terms.....	6
3.2 Performance parameter terms.....	8
3.3 Abbreviated terms.....	9
4 Apparatus.....	10
4.1 Test set-up	10
4.2 Light source	10
4.2.1 Tuneable laser source (TLS).....	10
4.2.2 Broadband light source and tuneable filter.....	11
4.3 Device under test.....	11
4.4 Detector.....	12
4.4.1 Optical power meter (OPM)	12
4.4.2 OE converter and oscilloscope	12
5 Measurement condition.....	13
5.1 General conditions.....	13
5.2 Recommendations on selections of a branching port and channel.....	13
6 Procedure.....	13
6.1 Preparation.....	13
6.2 Measurement.....	14
6.2.1 Measurement of input power and insertion loss of DUT	14
6.2.2 Measurement of noise power for dynamic crosstalk	14
6.2.3 Measurement of noise power for different channel crosstalk	14
6.2.4 Measurement of noise power for same channel crosstalk	14
7 Example of transient characteristics of noise power.....	15
8 Calculation	17
9 Measurement report	19
Bibliography.....	21
Figure 1 – Noise observed in port during conducting port switching in 1 x N WSS.....	9
Figure 2 – Test set-up to measure dynamic crosstalk.....	10
Figure 3 – Transient characteristics for measurement of different channel dynamic crosstalk	16
Figure 4 – Transient characteristics for measurement of same channel dynamic crosstalk	17
Table 1 – Example of template for measurement results for different channel dynamic crosstalk	19
Table 2 – Example of summary of crosstalk measurement	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DYNAMIC MODULES –**Part 5-2: Test methods – 1 x N fixed-grid WSS –
Dynamic crosstalk measurement**

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 62343-5-2 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

CDV	Report on voting
86C/1449/CDV	86C/1480/RVC

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 62343 series, published under the general title *Dynamic modules*, 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.

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

INTRODUCTION

Dynamic crosstalk is attributed to both channel crosstalk (due to same wavelength and/or other wavelengths) and port isolation. It is predicted to change during port switching operations and is a significant performance issue studied and summarized in IEC TR 62343-6-9 for $1 \times N$ ($N \geq 3$) wavelength selective switches (WSSs).

It was revealed that dynamic crosstalk exists in actual $1 \times N$ ($N \geq 3$) WSSs in IEC TR 62343-6-9 and predicted that it would influence transmission properties to some extent when a specific channel passes through the WSS.

This document standardizes the measurement method of dynamic crosstalk of $1 \times N$ ($N \geq 3$) WSSs.

This document is based on OITDA DM 01 from the Optoelectronic Industry and Technology Development Association (OITDA).

DYNAMIC MODULES –

Part 5-2: Test methods – 1 x N fixed-grid WSS – Dynamic crosstalk measurement

1 Scope

This part of IEC 62343 describes the measurement methods of dynamic crosstalk during port switching for 1 x N fixed-grid wavelength selective switches (WSSs).

The objective of this document is to establish a standard test method for different-channel dynamic crosstalk and same-channel dynamic crosstalk that occur when a particular optical channel signal is switched to the specific branching port against a common port in ITU-T 50 GHz and 100 GHz fixed grid 1 x N ($N \geq 3$) WSSs.

2 Normative references

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

IEC 61300-3-29, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-29: Examinations and measurements – Spectral transfer characteristics of DWDM devices*

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

IEC 62343, *Dynamic modules – General and guidance*

IEC TS 62538, *Categorization of optical devices*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC TR 61931, IEC 62343, IEC TS 62538, ISO/IEC Guide 99, and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use 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 Basic terms

3.1.1

fixed grid

grid where the frequency of channel spacings of WSSs having a port configuration of 1 x N ($N \geq 2$) is predetermined for all channels and not variable

3.1.2

port pair

combination of one input port and one arbitrary output port among N ports, as for a WSS having a port configuration of $1 \times N$ ($N \geq 2$)

Note 1 to entry: It is also valid when the WSS is used as an $N \times 1$ port configuration. In this case, the port pair is defined as a combination of one arbitrary input port among N ports and one output port, as for the WSS having a port configuration of $N \times 1$ ($N \geq 2$).

3.1.3

conducting port pair

two ports, i and j , between which transfer coefficient, t_{ij} , which is defined in IEC TS 62627-09, is nominally greater than zero

Note 1 to entry: The conducting port pair is defined at a specific switching state and a specified wavelength.

3.1.4

isolated port pair

two ports, i and j , between which transfer coefficient, t_{ij} , which is defined in IEC TS 62627-09, is nominally zero, and logarithmic transfer coefficient, a_{ij} , which is defined in IEC TS 62627-09, is nominally infinite

Note 1 to entry: The isolated port pair is defined at a specific switching state and a specified wavelength.

3.1.5

attenuating port pair

two ports, i and j , between which transfer coefficient, t_{ij} , which is defined in IEC TS 62627-09, is nominally greater than zero and smaller than the insertion loss

Note 1 to entry: The attenuating port pair is defined at a specific switching state and a specified wavelength.

3.1.6

conducting channel

channel intended to be conducted at the specific conducting port pair

3.1.7

isolated channel

channel intended to be isolated at the specific conducting port pair

3.1.8

common port

port for the "1" side, not for the " N " side, with a WSS having a port configuration of $1 \times N$ ($N \geq 2$)

3.1.9

branching port

port for the " N " side, not for the "1" side, with a WSS having a port configuration of $1 \times N$ ($N \geq 2$)

3.1.10

static state

state when the conducting port pair, isolated port pair and attenuating port pair are not under switching and/or attenuating operation, and the optical power is kept within 10 % in linear scale at any intended conduction port pair

3.1.11

dynamic state

state when at least one conducting port pair, isolated port pair or attenuating port pair is under switching and/or attenuating operation, and the optical power varies more than 10 % in linear scale at a specific intended conduction port pair in this state

3.2 Performance parameter terms

3.2.1

crosstalk

ratio of the transfer coefficient of the power to be isolated to the transfer coefficient for the power to be conducted for an output port

Note 1 to entry: Crosstalk is generally a negative value expressed in dB.

Note 2 to entry: For fibre optic filters and WDM devices, crosstalk is defined for one port pair at two or more different wavelengths (channels).

Note 3 to entry: For fibre optic switches, crosstalk is defined for two or more port pairs at one wavelength.

Note 4 to entry: Crosstalk for a passive optical device (component) is generally the maximum value of crosstalks for all port pairs defining crosstalks.

Note 5 to entry: For WSSs, crosstalk is defined for two or more port pairs at two or more different wavelengths (channels).

[SOURCE: IEC TS 62627-09:2016, 3.4.10, modified — Note 5 has been added.]

3.2.2

static crosstalk

crosstalk in a static state for a $1 \times N$ ($N \geq 2$) WSS, specified by the unintended signal transmission ratio divided by the intended signal transmission ratio

Note 1 to entry: Static crosstalk is generally a negative value expressed in dB.

Note 2 to entry: Two types of static crosstalk are defined: different channel static crosstalk and same channel static crosstalk.

3.2.3

different channel static crosstalk

static crosstalk, specified by the ratio of the isolated channel power divided by the conducting channel power in the same conducting port pair, when the input channel power in the isolated channel and conducting channel is the same

Note 1 to entry: Different channel static crosstalk is generally a negative value expressed in dB.

3.2.4

same channel static crosstalk

static crosstalk, specified by the ratio of the channel power in the isolated port pair divided by the channel power in the conducting port pair, when the input channel power in the isolated port pair and the conducting port pair are the same

Note 1 to entry: Same channel static crosstalk is generally a negative value expressed in dB.

3.2.5

dynamic crosstalk

transient crosstalk

crosstalk attributed to both channel crosstalk (due to the same wavelength and/or other wavelengths) and port isolation, predicted to change during the switching operation in the WSS module

Note 1 to entry: Dynamic crosstalk is generally a negative value expressed in dB.

Note 2 to entry: Two types of dynamic crosstalk are defined: different channel dynamic crosstalk and same channel dynamic crosstalk.

Note 3 to entry: Dynamic crosstalk is applied to $1 \times N$ ($N \geq 3$) WSSs.

[SOURCE: IEC 62343-3-3:2014, 3.15, modified — The term "dynamic crosstalk" has been added as a first preferred term, and the note to entry has been replaced by three new notes.]

3.2.6

different channel dynamic crosstalk

optical power ratio of the isolated channel power divided by the conducting channel power in the selected output port, when the input power of the conducting channel and the isolated channel are the same

Note 1 to entry: Different channel dynamic crosstalk is generally a negative value expressed in dB.

Note 2 to entry: Signal leakage of the blue isolated channel in port 2 is the noise component for the red conducting channel signal in port 2 for the demultiplexing WSSs shown in Figure 1 a).

Note 3 to entry: Different channel dynamic crosstalk is applied to $1 \times N$ ($N \geq 3$) WSSs.

3.2.7

same channel dynamic crosstalk

optical power ratio of the isolated channel power in the isolated port pair divided by the conducting channel power in the conducting port pair, when the channel power in the input port of the conducting port pair and the channel power in the input port of the isolated port pair are the same

Note 1 to entry: Same channel dynamic crosstalk is applied to $1 \times N$ ($N \geq 3$) WSSs.

Note 2 to entry: Same channel dynamic crosstalk is generally a negative value expressed in dB.

Note 3 to entry: Red coloured signals in ports 1 and N are the noise components for the red signal in port 2, when the conducting port pair for the blue signal is switched from port 1 to N in the multiplexing WSS shown in Figure 1 b). All red signals in the isolated port pairs will be noise components. However, same channel dynamic crosstalk is defined by the ratio of the optical loss between the conducting port pair and an isolated port pair.

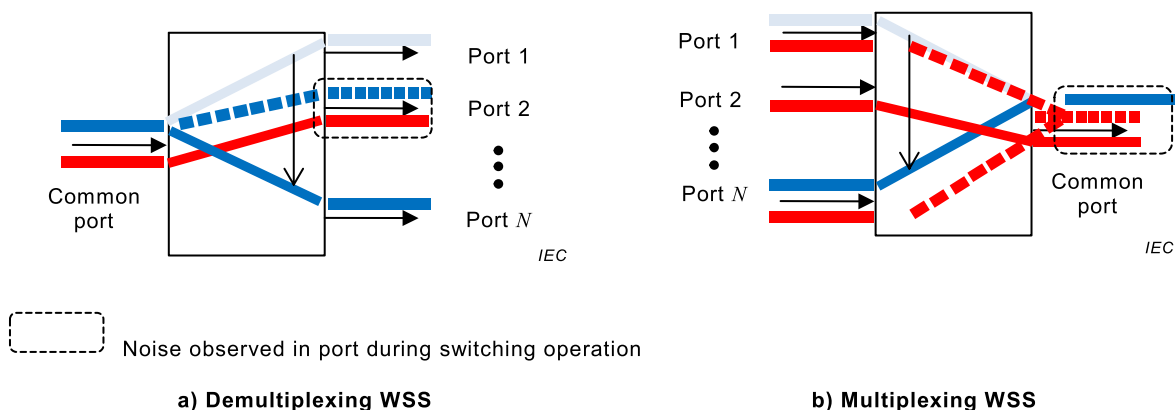


Figure 1 – Noise observed in port during conducting port switching in $1 \times N$ WSS

3.3 Abbreviated terms

ASE	amplified spontaneous emission
DLP	digital light processor
ITU-T	International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector
LC	liquid crystal
LCOS	liquid crystal on silicon
LED	light emitting diode
MEMS	micro-electro-mechanical system
OE	optical-to-electrical
OPM	optical power meter
RBD	reference branching device
TJ	temporary joint
TLS	tuneable laser source
WSS	wavelength selective switch

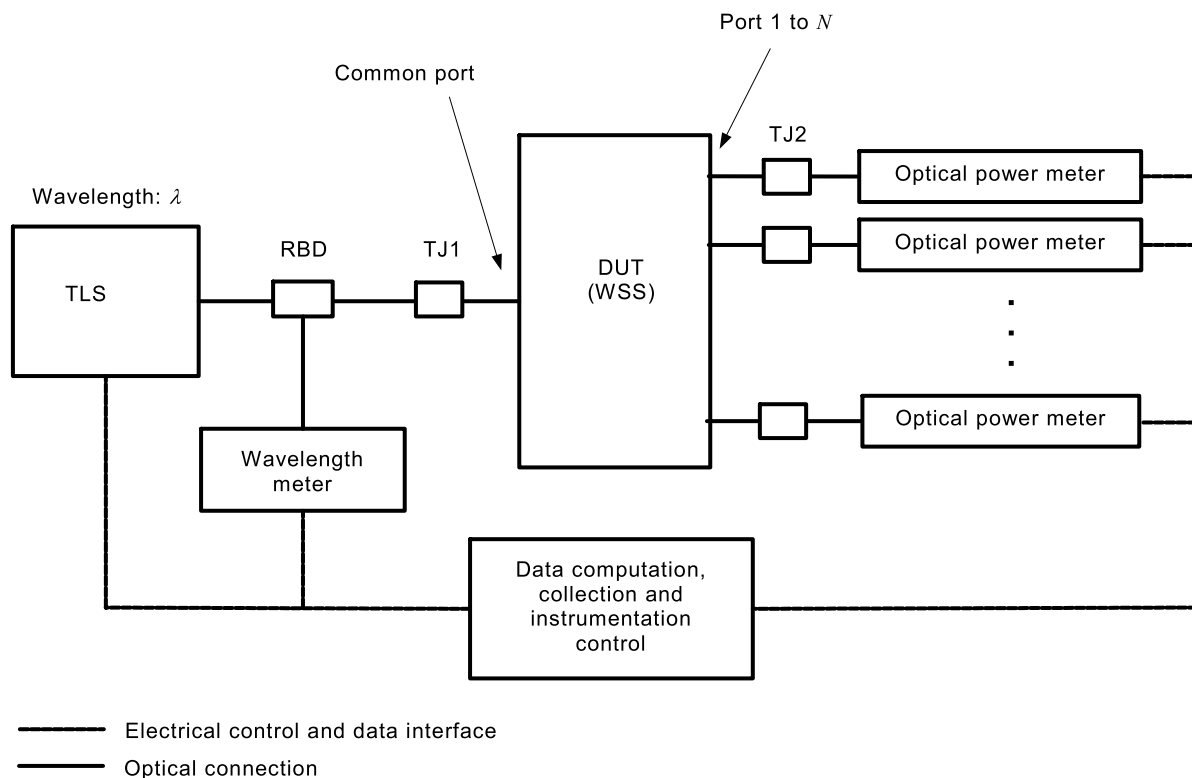
4 Apparatus

4.1 Test set-up

The test set-up consists of a light source, i.e. tuneable laser source (TLS) or broadband light source, detector, i.e. optical power meter (OPM) or OE converter, and other equipment. An example of the measurement set-up for measurement of the noise power to obtain the dynamic crosstalk is given in Figure 2. The light of wavelength λ is input into the common port of the WSS as a device under test (DUT) using TLS. Optical power, which is output from all branching ports 1 to N , is measured simultaneously and continuously with a multi-port OPM connected to each branching port. All apparatus are connected by the temporary joint (TJ). If necessary, the wavelength meter with a reference branching device (RBD) may be used. Power variation during switching of the the conducting port of the WSS is measured with the OPM and recorded.

Figure 1 shows noise power that influences the different channel dynamic crosstalk is generated in the case where the WSS is used as a demultiplexer, and noise power that influences the same channel crosstalk is generated in the case where the WSS is used as a multiplexer. However, optical noise power to measure both dynamic crosstalks is measured with the test set-up shown in Figure 2, because the WSS is bidirectional.

In this test set-up, not only optical noise power in dynamic state but also optical noise power in static state before and after switching the conducting port can be measured.



IEC

Figure 2 – Test set-up to measure dynamic crosstalk

4.2 Light source

4.2.1 Tuneable laser source (TLS)

The wavelength range of the TLS should be wider than the signal wavelength range of the DUT. Optical output of the TLS should be more than 10 dB higher than the sum of the minimum sensitivity of the optical detector, insertion loss of the test set-up [reference branching device (RBD) and temporary joints (TJs)], insertion loss of the DUT and the absolute value of measured dynamic crosstalk.

The side mode suppression ratio and signal to total source spontaneous emission ratio of the TLS should be more than 10 dB higher than the absolute value of measured dynamic crosstalk. For example, when the expected minimum value of dynamic crosstalk on the DUT is –40 dB, the signal to total source spontaneous emission of the TLS should be more than 50 dB. When the signal to total source spontaneous emission ratio of the TLS is insufficient, an appropriate tracking filter should be placed behind the TLS.

In the case of an ITU-T 50 GHz and 100 GHz fixed grid, the wavelength accuracy of the TLS should be within ± 10 pm and ± 20 pm, respectively. When the wavelength accuracy is insufficient, the output wavelength should be monitored by a wavelength meter and calibrated when necessary.

The spectral width of the TLS should be narrow enough for the pass band of the WSS. Less than 10 % of pass band is desirable.

In order to remove the influence of polarization dependent loss of the WSS, a polarization scrambler shall be placed after the TLS. The polarization scrambler shall have a speed fast enough (more than 10 times is desirable) than the averaging time of the detector.

4.2.2 Broadband light source and tuneable filter

A substitute system for the TLS is a test set-up that combines a broadband light source and tuneable filter.

The broadband light source should be an LED or light source that is depolarized and has a wide ASE spectrum. The spectrum of the light source should be wider than the signal wavelength range of the DUT.

A tuneable filter is used to set the wavelength to be measured. The wavelength range of the tuneable filter should be wider than the operating wavelength range of the DUT.

The accuracy of the centre wavelength of the tuneable filter should be within ± 10 pm. The tuneable filter has a pass band that is narrow enough compared to that of the WSS (less than 10 % of the pass band is desirable) and wavelength isolation of more than 50 dB between the pass band and the stop band.

The optical output power generated by combining the broadband light source and tuneable filter should be more than 10 dB higher than the sum of the minimum sensitivity of the optical detector, insertion loss of the test set-up (RBD and TJs), insertion loss of the DUT and absolute value of the measured dynamic crosstalk.

4.3 Device under test

The driving engine of the WSS is one of the following:

- one dimensional arrayed MEMS mirror that uses MEMS technology;
- two dimensional arrayed MEMS mirrors that use a digital light processor (DLP);
- one dimensional arrayed LC element that uses LC technology;
- two dimensional arrayed LCOS element;
- hybrid technology combining MEMS and LC.

There are two types of WSS: one that provides an electronic switching signal and the other which does not. In the former case, the switching signal can be used as a synchronizing (trigger) signal for the instrumentation. In the latter case, the optical output signal of the output port can be used as an external trigger.

4.4 Detector

4.4.1 Optical power meter (OPM)

The OPM should have more than two input channels that can be triggered simultaneously and a wavelength range of the optical detector that is wider than the operating wavelength range of the DUT.

Also, the OPM should have a minimum sensitivity that is more than 10 dB lower than the value of removing the sum of the insertion loss of the test set-up (RBD and TJs), insertion loss of the DUT and absolute value of the measured dynamic crosstalk from the optical output of the light source. For example, when the optical power of the light source is 0 dBm, the insertion loss of the set-up is 5 dB and the insertion loss of the WSS is 5 dB, the minimum sensitivity of the OPM should be less than –60 dBm in order to make the measurement range of dynamic crosstalk less than –40 dB.

When measuring noise power in a dynamic state, the OPM that has a measurement dynamic range of more than 50 dB on a single range should be used because it is necessary to measure continuously the variation of optical power of more than 40 dB, which is generated within about one second. Generally, the OPM has a measurement dynamic range of about 30 dB on a single range.

Sometimes, when measuring variation of optical power that is larger than the measurement dynamic range in a single range, the maximum value of noise power in the dynamic state cannot be measured, because the switching measurement range needs about 100 ms. Linearity of the OPM sensitivity influences the measurement uncertainty of dynamic crosstalk.

The averaging time should be set less than 25 μ s when the OPM measures transient response during switching of the conducting port of the WSS. It is desirable that the OPM has sufficient memory length to acquire variation of noise power in the dynamic state and can acquire data before and after switching the conducting port of the WSS automatically by detecting the variation of optical power during switching of the conducting port with the software function.

4.4.2 OE converter and oscilloscope

A substitute system for the OPM is equipment that combines an OE converter and an oscilloscope.

The OE converter has a wider wavelength range than the operating signal wavelength range of the DUT. The OE converter should have a minimum sensitivity that is more than 10 dB lower than the value of removing the sum of insertion loss of the test set-up (RBD and TJs), insertion loss of the WSS and absolute value of measured dynamic crosstalk from the optical output of the light source.

The OE converter and oscilloscope should have enough high frequency response to measure transient response during switching of the conducting port of the WSS. Frequency bandwidth of more than 100 kHz is desirable.

Linearity of the OE converter sensitivity influences the measurement uncertainty of dynamic crosstalk.

The oscilloscope should have more than two input channels that can be triggered simultaneously and sufficient memory length to acquire variation of noise power in a dynamic state.

When measuring the DUT of the output switching signal, it is desirable that the switching signal is used as a trigger signal for the oscilloscope.

5 Measurement condition

5.1 General conditions

Measurement conditions of the optical power of noise terms in a dynamic state are as follows, unless otherwise specified in the relevant specification.

- a) Measurement environmental condition, input power, applied electric voltage and current shall be within the specification defined by the DUT.
- b) Measurement time resolution and measurement sampling points shall be determined by the specification and device principle of the DUT, including port switching time, static crosstalk and dynamic crosstalk.
- c) Measurement conditions, including the spectral linewidth of the TLS and the wavelength accuracy to ITU-T grid centre wavelength shall be determined by the specification and the device principle of the DUT, including the spectral pass band.
- d) The optical power of the noise at a branching port is measured in a dynamic state. It is a combination from an initial state to a final state during port switching. Power is measured in the channel of conducting port pairs determined by the port number of the DUT, the ITU-T fixed grid channel spacing, channels and the channel frequency range.

5.2 Recommendations on selections of a branching port and channel

The noise measured at a branching port transitions from the initial state to the final state during port switching. Optical power including the desirable optical power (signal) and the undesirable optical power (noise) are measured at as many as possible conducting port pairs to evaluate port and channel dependencies for dynamic crosstalk.

For example, in the case of a 1 x 9 WSS of C-band, ITU-T 100 GHz fixed grid 40 channels, which are most commonly used in the industry, the possible combinations of conducting port pairs and channels are 72 states in 2 ports from a selection of 9 ports and 1 560 states in channels. Since the measurement of all of these states is not realistic in limited time, a switching conducting port pair, branching port measured noise ports, and channels measured optical powers at a conducting port pair and the other noise ports should be determined by the following steps.

- a) Two channels of a switching conducting port pair and noise ports should be selected to be adjacent channels.
- b) The adjacent channels should be maximum, minimum, and centre channels.
- c) In a combination of a switching conducting port pair, maximum and minimum branching ports (e.g. 1 x 9 WSS, a branching port 1 and port 9) should be selected with consideration of the physical port configuration and internal optics. In the case where a common port and all branching ports are aligned in a plane, a switching conducting port pair should be selected so that large noise terms of dynamic crosstalk are detected.

6 Procedure

6.1 Preparation

Prepare OPMs or OE converters for the number of branching ports of the DUT. When the temperature dependency is to be measured, the DUT shall be placed in the chamber. Connect the optical input and output ports of the DUT to the measurement equipment with optical fibre. Connect the electrical terminals of the power supply and control of the DUT to the measurement equipment with electric cable. Measurement shall be started after the DUT is turned on and the internal temperature of the DUT reaches a stable state. The DUT should be turned on earlier than the warming-up time defined in the relevant specification, such as the product specification.

6.2 Measurement

6.2.1 Measurement of input power and insertion loss of DUT

Before measuring noise power during switching, measure the optical power launched into the DUT and the insertion loss of the DUT. Measure the optical power for all channels where dynamic crosstalk is to be measured. Measure the insertion loss by the method defined in IEC 61300-3-29. Measure the insertion loss for all channels and all port pairs of the common port and the branching port where the noise power is to be measured during switching. Notice that the insertion loss of one port pair is different between channels.

6.2.2 Measurement of noise power for dynamic crosstalk

As shown in Figure 2, the common port shall be connected to the light source. Connect all branching ports to OPMs or OE converters. The procedure for noise power measurement for different channel crosstalk is explained in 6.2.3. The procedure for noise power measurement for same channel crosstalk is explained in 6.2.4. Measure the noise power for intended combinations of the following parameters:

- the branching port to be measured;
- the combination of branching ports before and after switching;
- the signal channel;
- the noise channel.

6.2.3 Measurement of noise power for different channel crosstalk

The measurement procedure is as follows.

- a) All branching ports shall be set to the blocking state for all channels.
- b) Input the optical signal of channel s to the common port, and connect the common port to branching port i for channel s .
- c) Switch the conducting port of the common port from branching port i to branching port j . During this switching, measure the output power of channel s for all branching ports.

6.2.4 Measurement of noise power for same channel crosstalk

The measurement procedure is as follows.

- a) All branching ports shall be set to the blocking state for all channels.
- b) Input the optical signal of channel r (with the frequency of f_r) to the common port.
- c) Switch the conducting port of the common port from branching port i to branching port j for channel s (with the frequency of f_s , $s \neq r$). During this switching, measure the output power of channel r for all branching ports.

Although channel r may be selected from (channel number – 1) choices other than channel s , the maximum crosstalk is generally measured when channel r is adjacent to channel s . Therefore, as explained in 5.2, channel r should be selected to satisfy the following conditions in accordance with the fixed grid of the DUT defined in the product specification:

- $f_r = f_s \pm 100$ GHz for an ITU-T 100 GHz-fixed grid;
- $f_r = f_s \pm 50$ GHz for an ITU-T 50 GHz-fixed grid.

7 Example of transient characteristics of noise power

An example of transient characteristics of noise power is shown in Figure 3 for different channel crosstalk and Figure 4 for same channel crosstalk..

NOTE IEC TR 62343-6-9 describes the measurement results of dynamic crosstalk for WSSs.

Figure 3 shows the optical power changing of channel s for branching port i , branching port j and branching port k , when the signal of channel s is incident on the common port, and the conducting port of the common port is switched from branching port i to branching port j for channel s . The two vertical dotted lines are the starting time and the completion time of switching, respectively. The time before the starting time and after the completion time of switching is in static state; from the starting time to completion time it is in dynamic state. The subscript "i", the superscript "s" and the superscript "(s:i,j)" indicate the branching port, the channel of measurement, and switching the conducting port from the branching port i to the branching port j for the channel s , respectively. The optical power from the branching port i before switching $P_i^{s,(s:i,j)}(t)$ ($t \leq t_1$) is not equal to the optical power from branching port j after switching $P_j^{s,(s:i,j)}(t)$ ($t \geq t_2$), because the insertion losses are different for the port pair, where, t_1 and t_2 show the starting time and the completion time for measurement.

The leakage power of channel s to the branching port is the noise power related to different channel crosstalk. Branching port 1, branching port 2 and branching port N in Figure 1 a) correspond to branching port i , branching port k and branching port j , respectively. The blue channel and the red channel in Figure 1 a) correspond to channel s and channel r , respectively. As the power for channel s is the noise of the signal power for channel r for branching port k , crosstalk is expressed as the difference between the noise power for the channel s , and the insertion loss between the common port and branching port k , IL_k^r . In Figure 3, crosstalk is expressed as the difference between the noise power for channel s , $P_k^{s,(s:i,j)}(t)$ and the subtraction of the incident power for channel s to the common port P^s from the insertion loss IL_k^r , $P^s - IL_k^r$, as the vertical axis is the optical power.

The maximum different channel crosstalk $\text{Max}[DXT_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t_1 \sim t_2}$ is calculated by the maximum optical power for channel s in dynamic state $\text{Max}[P_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t_1 \sim t_2}$.

By this measurement method, the number of the branching ports for which the noise power is measured related to different channel crosstalk is $N - 2$, except two branching ports, port i and port j , out of all branching ports N .

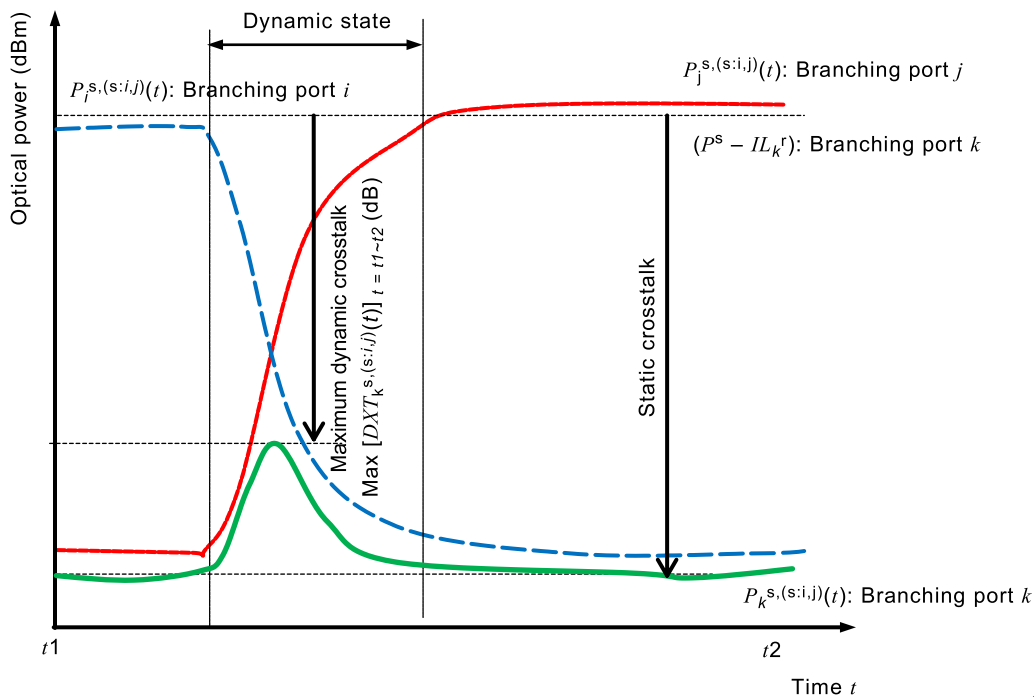
Figure 4 shows the optical power changing of channel r for branching port i , branching port j and branching port k . When the signal of channel r is incident to the common port, the conducting port for channel r is set to branching port h , and the conducting port of the common port for channel s is switched from branching port i to branching port j . The meanings of the superscript and subscript of quantity symbols are the same as that in Figure 3.

As explained in Figure 1b), the noise power is the leakage power for channel r from the branching port, which is the isolated port pair to the common port before and after the conducting port for channel s is switched. Therefore, same channel crosstalk is expressed as the difference between the noise power and insertion loss between the common port and branching port h , IL_h^r . In Figure 4, crosstalk is expressed as the difference between the noise power $P_h^{r,(s:i,j)}$ and the optical power from branching port h for channel r , as the vertical axis of Figure 4 is the optical power. The optical power for channel r from branching port h , $P_h^{r,(s:i,j)}$ is calculated as the difference between the incident optical power for channel r into the common port and the insertion loss between the common port and branching port h for channel r , $P^r - IL_h^r$.

The maximum same channel crosstalk $\text{Max}[SXT_{(k,h)}^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$ is calculated by the maximum optical power for channel r in the dynamic state $\text{Max}[P_h^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$.

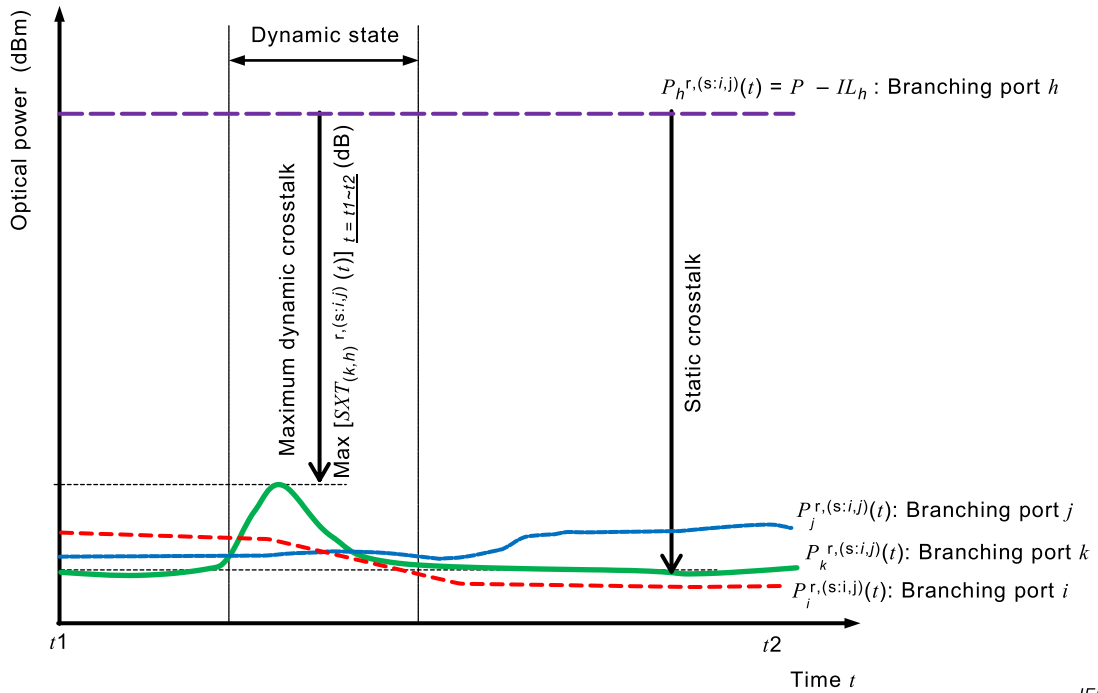
The optical power for channel r from branching port h is almost constant during switching. The optical power for channel r from branching port i before switching is the noise for calculating same channel static crosstalk. The optical power for channel r from branching port j after switching is the optical power for calculating same channel static crosstalk.

When conducting port h for channel r is port i ($h = i$), the number of branching ports for which the noise power is measured related to the same channel crosstalk is $N - 2$, except for two branching ports, port i and port j , out of the number of all branching ports N . When conducting port h is not branching port i and j , the number of branching ports for which the noise power is measured is $N - 3$.



IEC

Figure 3 – Transient characteristics for measurement of different channel dynamic crosstalk



IEC

Figure 4 – Transient characteristics for measurement of same channel dynamic crosstalk

8 Calculation

Calculate the optical loss for channel s between the common port and branching port k using Equation (1), the optical power for channel s from branching port k at time t , $P_k^{s,(s:i,j)}(t)$, and the incident optical power for channel s into common port P^s , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to port j .

$$A_k^{s,(s:i,j)}(t) = P^s - P_k^{s,(s:i,j)}(t) \quad (1)$$

where

$A_k^{s,(s:i,j)}(t)$ is the optical loss for channel s between the common port and branching port k at time t , when the conducting port is switched from branching port i to branching port j , in dB;

P^s is the incident optical power for channel s into the common port, in dBm;

$P_k^{s,(s:i,j)}(t)$ is the output optical power for channel s from branching port k at time t , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to branching port j , in dBm;

k $1 \sim N (\neq i, j)$.

Calculate the different channel dynamic crosstalk of channel s and channel r for branching port k , using Equation (2), the optical loss for channel s between the common port and branching port k , $A_k^{s,(s:i,j)}(t)$, and the insertion loss for channel r between the common port and branching port k , IL_k^r .

$$DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t) = IL_k^r - A_k^{s,(s:i,j)}(t) \quad (2)$$

where

- $DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t)$ is the different channel dynamic crosstalk of channel s and channel r for branching port k at time t , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to branching port j , in dB;
- IL_k^r is the insertion loss for channel r between the common port and branching port k , in dB;
- $A_k^{s,(s:i,j)}(t)$ is the optical loss for channel s between the common port and branching port k , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to branching port j , in dB;
- k $1 \sim N (\neq i, j)$.

Calculate the minimum optical loss for the channel s between the common port and branching port k , $\text{Min}[A_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$, and the maximum different channel dynamic crosstalk of channel s and channel r for branching port k , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to branching port j , $\text{Max}[DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$ from starting time $t = t1$ and completion time $t = t2$, by the maximum optical power of channel s for branching port k , $\text{Max}[P_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$.

Calculate the optical loss for channel r between the common port and branching port k , using Equation (3), the optical power for channel r from branching port k at time t , $P_k^{r,(s:i,j)}(t)$, and the incident optical power for channel r into the common port, P^r , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to port j .

$$A_k^{r,(s:i,j)}(t) = P^r - P_k^{r,(s:i,j)}(t) \quad (3)$$

where

- $A_k^{r,(s:i,j)}(t)$ is the optical loss for channel r between the common port and branching port k at time t , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to branching port j , in dB;
- P^r is the incident optical power for channel r into the common port, in dBm;
- $P_k^{r,(s:i,j)}(t)$ is the output optical power for channel r from branching port k at time t , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to branching port j , in dBm;
- k $1 \sim N (\neq i, j)$

Calculate the same channel dynamic crosstalk of channel r for branching port k and branching port h , using Equation (4), the optical loss for channel r between the common port and branching port h , $A_k^{r,(s:i,j)}(t)$, and the insertion loss for channel r between the common port and branching port h , IL_h^r .

$$SXT_{(k,h)}^{r,(s:i,j)}(t) = IL_h^r - A_k^{r,(s:i,j)}(t) \quad (4)$$

where

- $SXT_{(k,h)}^{r,(s:i,j)}(t)$ is the same channel dynamic crosstalk of channel r for branching port k and branching port h at time t , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to branching port j , in dB;
- IL_h^r is the insertion loss for channel r between the common port and branching port h , in dB;
- $A_k^{r,(s:i,j)}(t)$ is the optical loss for channel r between the common port and branching port k , when the conducting port for the channel s is switched from branching port i to branching port j , in dB;
- k $1 \sim N (\neq i, j)$;
- h $1 \sim N (\neq i \text{ or } \neq j)$.

Calculate the minimum optical loss for channel r between the common port and branching port k , $\text{Min}[A_k^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$, and the maximum same channel dynamic crosstalk of channel r for branching port k and branching port h , when the conducting port for channel s is switched from branching port i to branching port j , $\text{Max}[SXT_{(k,h)}^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$ from starting time $t = t1$ and completion time $t = t2$, by the maximum optical power of channel r for branching port k , $\text{Max}[P_k^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$.

Repeat the calculation for all the combinations of ports and channels defined in Clause 5, and measured in 6.2.

The combination for different channel dynamic crosstalk is as follows:

- branching ports i and j to be switched: $1\sim N$;
- branching port to be measured k : $1\sim N (\neq i, j)$;
- noise channel s and signal channel r : defined in Clause 5.

The combination for same channel dynamic crosstalk is as follows:

- branching ports i and j to be switched: $1\sim N$;
- branching port to be measured k : $1\sim N (\neq i, j)$;
- branching port for conducting the signal h : $1\sim N (\neq i \text{ or } \neq j)$;
- noise channel s and signal channel r : defined in Clause 5.

9 Measurement report

Table 1 shows an example of a template for the measurement results for different channel dynamic crosstalk.

As described in Clause 5 and Clause 8, measure the crosstalk for all combinations of ports and channels, then select the maximum crosstalk.

Table 1 – Example of template for measurement results for different channel dynamic crosstalk

i	j	k	s	r	P^s dBm	$\text{Max}[P_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$ dBm	$\text{Min}[A_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1}$ dB	IL_k^r dB	$\text{Max}[DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$ dB
1	2	3	Ch1	Ch2	-2,1	-50,3	48,2	3,6	-44,6
...
...
$\text{Max} \{ \text{Max} [DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2} \}_{i,j,k=1\sim N, (i\neq j, k\neq i,j), s,r = \text{all channels}, (s \neq r)}$									
Key $t1$ starting time for measurement $t2$ completion time for measurement NOTE Max [] and Min [] are the function of calculating the maximum value and minimum value for the condition of the subscript.									

Table 2 shows an example of the summary of crosstalk measurement.

Table 2 – Example of summary of crosstalk measurement

	Dynamic crosstalk	Static crosstalk
Maximum different channel crosstalk	–40 dB	–50 dB
Maximum same channel crosstalk	–50 dB	–55 dB

The following items shall be described in the measurement report, if required:

- type of light source;
- performance of light source (accuracy and stability of output power, spectral width, centre wavelength or centre frequency, and the accuracy and repeatability of the centre wavelength, state of polarization of output power, etc.);
- wavelength meter, if used, and the accuracy of wavelength;
- polarization scrambler, if used, and performance (velocity of changing the state of polarization);
- type of detector;
- performance of detector (minimum sensitivity, polarization dependent sensitivity, linearity, detecting wavelength range, averaging time, etc.);
- performance of DUT (driving engine, port configuration, channel frequency range, ITU-T grid spacing, insertion loss, pass band, etc.);
- measuring time resolution and the number of measurement points;
- optical loss of measurement set-up;
- measurement uncertainty;
- differences from this measurement method.

Bibliography

IEC 61300-3-50, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-50: Examinations and measurements – Crosstalk for optical spatial switches*

IEC 62343-3-3:2014, *Dynamic modules – Part 3-3: Performance specification templates – Wavelength selective switches*

IEC TR 62343-6-9, *Dynamic modules – Part 6-9: Design guide – Study of mechanisms and measurements of crosstalk in wavelength-selective switches*

IEC TS 62627-09:2016, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Vocabulary for passive optical devices*

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

OITDA DM 01, *Measurement methods of dynamic crosstalk for 1xN fixed-grid wavelength selective switches*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	23
INTRODUCTION.....	25
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	26
3 Termes, définitions et termes abrégés	26
3.1 Termes fondamentaux	27
3.2 Termes relatifs aux paramètres de performances.....	28
3.3 Termes abrégés.....	30
4 Appareillage	30
4.1 Montage d'essai.....	30
4.2 Source de rayonnement lumineux	31
4.2.1 Source laser accordable (TLS)	31
4.2.2 Source de rayonnement lumineux à large bande et filtre accordable.....	32
4.3 Dispositif en essai (DUT)	32
4.4 Détecteur	33
4.4.1 Appareil de mesure de la puissance optique (OPM).....	33
4.4.2 Convertisseur OE et oscilloscope	33
5 Conditions de mesure	34
5.1 Conditions générales	34
5.2 Recommandations sur le choix d'un port de couplage et d'un canal	34
6 Procédure.....	35
6.1 Préparation.....	35
6.2 Mesure	35
6.2.1 Mesure de la puissance d'entrée et de la perte d'insertion du DUT	35
6.2.2 Mesure de la puissance du bruit pour la diaphonie dynamique.....	35
6.2.3 Mesure de la puissance du bruit pour la diaphonie sur différents canaux	35
6.2.4 Mesure de la puissance du bruit pour la diaphonie sur un même canal	35
7 Exemple de caractéristiques transitoires de puissance du bruit	36
8 Calcul.....	38
9 Rapport de mesures	40
Bibliographie.....	42
Figure 1 – Bruit observé dans un port pendant la commutation d'un port en conduction dans un commutateur sélectif en longueur d'onde $1 \times N$	30
Figure 2 – Montage d'essai pour mesurer la diaphonie dynamique.....	31
Figure 3 – Caractéristiques transitoires pour la mesure de la diaphonie dynamique sur différents canaux	37
Figure 4 – Caractéristiques transitoires pour la mesure de la diaphonie dynamique sur un même canal	38
Tableau 1 – Exemple de modèle de présentation des résultats de mesures pour la diaphonie dynamique sur différents canaux	40
Tableau 2 – Exemple de résumé de mesure de la diaphonie	41

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MODULES DYNAMIQUES –

Partie 5-2: Méthodes d'essai – Commutateurs sélectifs en longueur d'onde à grille fixe 1 x N – Mesure de diaphonie dynamique

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 d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

La Norme internationale IEC 62343-5-2 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

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

CDV	Rapport de vote
86C/1449/CDV	86C/1480/RVC

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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62343, publiées sous le titre général *Modules dynamiques*, 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 à la publication recherchée. A cette date, le document sera

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

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

INTRODUCTION

La diaphonie dynamique est attribuée à la diaphonie sur des canaux (due à une même longueur d'onde et/ou à d'autres longueurs d'onde) et à l'isolement des ports. Il est prévu qu'elle varie pendant les opérations de commutation des ports et elle constitue un important problème de performance étudié et résumé dans l'IEC TR 62343-6-9 pour les commutateurs sélectifs en longueur d'onde $1 \times N$ ($N \geq 3$).

L'IEC TR 62343-6-9 indique que la diaphonie dynamique existe dans des commutateurs sélectifs en longueur d'onde $1 \times N$ ($N \geq 3$) réels et prévoit qu'elle influencerait les propriétés de transmission dans une certaine mesure lorsqu'un canal spécifique traverse le commutateur sélectif en longueur d'onde.

Le présent document normalise la méthode de mesure de diaphonie dynamique de commutateurs sélectifs en longueur d'onde $1 \times N$ ($N \geq 3$).

Le présent document est issu du document OITDA DM 01 de l'Optoelectronic Industry and Technology Development Association (OITDA).

MODULES DYNAMIQUES –

Partie 5-2: Méthodes d'essai – Commutateurs sélectifs en longueur d'onde à grille fixe 1 x N – Mesure de diaphonie dynamique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62343 décrit les méthodes de mesure de diaphonie dynamique pendant la commutation des ports pour les commutateurs sélectifs en longueur d'onde à grille fixe 1 x N.

Le présent document a pour but d'établir une méthode d'essai normalisée sur la diaphonie dynamique sur différents canaux et la diaphonie dynamique sur un même canal qui se produisent lorsque le signal d'un canal optique particulier est commuté sur le port de couplage spécifique par rapport à un port commun dans des commutateurs sélectifs en longueur d'onde à grille fixe 1 x N ($N \geq 3$) de 50 GHz et 100 GHz selon l'UIT-T.

2 Références normatives

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

IEC 61300-3-29, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-29: Examens et mesures – Caractéristiques de transfert spectral des dispositifs DWDM*

IEC TR 61931, *Fibres optiques – Terminologie*

IEC 62343, *Dynamic modules – General and guidance* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 62538, *Categorization of optical devices* (disponible en anglais seulement)

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

3 Termes, définitions et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC TR 61931, de l'IEC 62343, de l'IEC TS 62538, du Guide ISO/IEC 99, ainsi que les 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 Termes fondamentaux

3.1.1

grille fixe

grille où la fréquence des espacements entre canaux des commutateurs sélectifs en longueur d'onde ayant une configuration de ports $1 \times N$ ($N \geq 2$) est prédéterminée pour tous les canaux et ne varie pas

3.1.2

paire de ports

combinaison d'un port d'entrée et d'un port de sortie arbitraire parmi les N ports, comme pour un commutateur sélectif en longueur d'onde ayant une configuration de ports $1 \times N$ ($N \geq 2$)

Note 1 à l'article: Cette définition est également valide lorsque le commutateur sélectif en longueur d'onde est utilisé avec une configuration de ports $N \times 1$. Dans ce cas, une paire de ports est définie comme une combinaison d'un port d'entrée arbitraire parmi les N ports et d'un port de sortie, comme pour un commutateur sélectif en longueur d'onde ayant une configuration de ports $N \times 1$ ($N \geq 2$).

3.1.3

paire de ports en conduction

deux ports i et j entre lesquels le coefficient de transfert, t_{ij} , défini dans l'IEC TS 62627-09, a une valeur nominale supérieure à zéro

Note 1 à l'article: La paire de ports en conduction est définie à un état de commutation spécifique et à une longueur d'onde spécifiée.

3.1.4

paire de ports isolés

deux ports i et j entre lesquels le coefficient de transfert, t_{ij} , défini dans l'IEC TS 62627-09, a une valeur nominale égale à zéro et le coefficient de transfert logarithmique, a_{ij} , défini dans l'IEC TS 62627-09, a une valeur nominale infinie

Note 1 à l'article: La paire de ports isolés est définie à un état de commutation spécifique et à une longueur d'onde spécifiée.

3.1.5

paire de ports en affaiblissement

deux ports i et j entre lesquels le coefficient de transfert, t_{ij} , défini dans l'IEC TS 62627-09, a une valeur nominale supérieure à zéro et inférieure à la perte d'insertion

Note 1 à l'article: La paire de ports en affaiblissement est définie à un état de commutation spécifique et à une longueur d'onde spécifiée.

3.1.6

canal en conduction

canal destiné à être en conduction pour la paire de ports en conduction spécifique

3.1.7

canal isolé

canal destiné à être isolé pour la paire de ports en conduction spécifique

3.1.8

port commun

port pour le côté "1", pas pour le côté "N", avec un commutateur sélectif en longueur d'onde ayant une configuration de ports $1 \times N$ ($N \geq 2$)

3.1.9

port de couplage

port pour le côté "N", pas pour le côté "1", avec un commutateur sélectif en longueur d'onde ayant une configuration de ports $1 \times N$ ($N \geq 2$)

3.1.10

état statique

état dans lequel les paires de ports en conduction, les paires de ports isolés et les paires de ports en affaiblissement ne subit ni une opération de commutation ni une opération d'affaiblissement, et la puissance optique ne varie pas de plus de 10 % à l'échelle linéaire dans n'importe quelle paire de ports en conduction concernée

3.1.11

état dynamique

état dans lequel au moins une paire de ports en conduction, une paire de ports isolés ou une paire de ports en affaiblissement subit une opération de commutation et/ou d'affaiblissement, et la puissance optique varie de plus de 10 % à l'échelle linéaire dans une paire de ports en conduction spécifique dans cet état

3.2 Termes relatifs aux paramètres de performances

3.2.1

diaphonie

rapport du coefficient de transfert de la puissance à isoler au coefficient de transfert de la puissance à transporter pour un port de sortie

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

Note 2 à l'article: Pour les filtres fibroniques et les dispositifs à multiplexage par répartition en longueur d'onde, la diaphonie est définie pour une paire de ports à deux longueurs d'onde (canaux) ou plus.

Note 3 à l'article: Pour les commutateurs fibroniques, la diaphonie est définie pour deux paires de ports ou plus à une longueur d'onde.

Note 4 à l'article: La diaphonie pour un dispositif optique passif (composant) est généralement la valeur maximale des diaphonies pour toutes les paires de ports définissant des diaphonies.

Note 5 à l'article: Pour les commutateurs sélectifs en longueur d'onde, la diaphonie est définie pour deux paires de ports ou plus à deux longueurs d'onde (canaux) ou plus.

[SOURCE: IEC TS 62627-09:2016, 3.4.10, modifiée — La Note 5 a été ajoutée.]

3.2.2

diaphonie statique

diaphonie dans un état statique pour un commutateur sélectif en longueur d'onde $1 \times N$ ($N \geq 2$), spécifiée par le rapport de transmission de signal non prévu divisé par le rapport de transmission de signal prévu

Note 1 à l'article: La diaphonie statique est généralement une valeur négative exprimée en dB.

Note 2 à l'article: Deux types de diaphonies statiques sont définis: diaphonie statique sur différents canaux et diaphonie statique sur un même canal.

3.2.3

diaphonie statique sur différents canaux

diaphonie statique, spécifiée par le rapport de la puissance d'un canal isolé à la puissance d'un canal en conduction dans la même paire de ports en conduction, lorsque la puissance d'entrée dans le canal isolé et la puissance d'entrée dans le canal en conduction sont les mêmes

Note 1 à l'article: La diaphonie statique sur différents canaux est généralement une valeur négative exprimée en dB.

3.2.4

diaphonie statique sur un même canal

diaphonie statique, spécifiée par le rapport de la puissance d'un canal dans la paire de ports isolés à la puissance d'un canal dans la paire de ports en conduction, lorsque la puissance d'entrée du canal dans la paire de ports isolés et la puissance d'entrée du canal dans la paire de ports en conduction sont les mêmes

Note 1 à l'article: La diaphonie statique sur un même canal est généralement une valeur négative exprimée en dB.

3.2.5

diaphonie dynamique diaphonie transitoire

diaphonie attribuée à la diaphonie sur des canaux (due à une même longueur d'onde et/ou à d'autres longueurs d'onde) et à l'isolement des ports, prévue pour varier pendant une opération de commutation dans le module de commutateur sélectif en longueur d'onde

Note 1 à l'article: La diaphonie dynamique est généralement une valeur négative exprimée en dB.

Note 2 à l'article: Deux types de diaphonies dynamiques sont définis: diaphonie dynamique sur différents canaux et diaphonie dynamique sur un même canal.

Note 3 à l'article: La diaphonie dynamique est appliquée à des commutateurs sélectifs en longueur d'ondes $1 \times N$ ($N \geq 3$).

[SOURCE: IEC 62343-3-3:2014, 3.15, modifiée — Le terme "diaphonie dynamique" a été ajouté en tant que premier terme privilégié et la note à l'article a été remplacée par trois nouvelles notes.]

3.2.6

diaphonie dynamique sur différents canaux

rapport de la puissance optique d'un canal isolé à la puissance d'un canal en conduction dans le port de sortie choisi, lorsque la puissance d'entrée du canal en conduction et la puissance d'entrée du canal isolé sont les mêmes

Note 1 à l'article: La diaphonie dynamique sur différents canaux est généralement une valeur négative exprimée en dB.

Note 2 à l'article: Une fuite de signal du canal bleu isolé dans le port 2 est la composante du bruit pour le signal du canal rouge en conduction dans le port 2 pour des commutateurs sélectifs en longueur d'onde de démultiplexage représentés à la Figure 1 a).

Note 3 à l'article: La diaphonie dynamique sur différents canaux est appliquée à des commutateurs sélectifs en longueur d'ondes $1 \times N$ ($N \geq 3$).

3.2.7

diaphonie dynamique sur un même canal

rapport de la puissance optique d'un canal isolé dans la paire de ports isolés à la puissance d'un canal en conduction dans la paire de ports en conduction, lorsque la puissance du canal dans le port d'entrée de la paire de ports en conduction et la puissance du canal dans le port d'entrée de la paire de ports isolés sont les mêmes

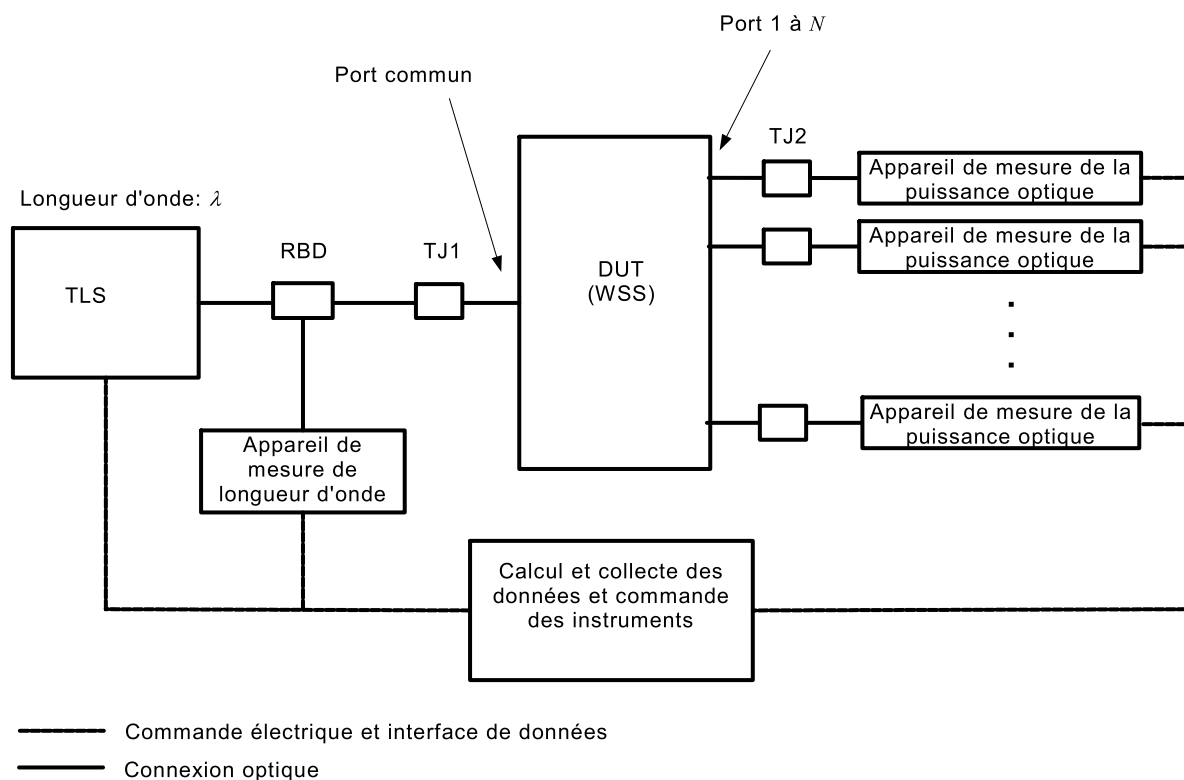
Note 1 à l'article: La diaphonie dynamique sur un même canal est appliquée à des commutateurs sélectifs en longueur d'ondes $1 \times N$ ($N \geq 3$).

Note 2 à l'article: La diaphonie dynamique sur un même canal est généralement une valeur négative exprimée en dB.

Note 3 à l'article: Les signaux de couleur rouge dans les ports 1 et N sont les composantes du bruit pour le signal rouge dans le port 2, lorsque la paire de ports en conduction pour le signal bleu passe du port 1 à N dans le commutateur sélectif en longueur d'onde de multiplexage représenté à Figure 1 b). Tous les signaux rouges dans les paires de ports isolés sont des composantes du bruit. Toutefois, la diaphonie dynamique sur un même canal est définie par le rapport de la perte optique entre la paire de ports en conduction et une paire de ports isolés.

La Figure 1 montre la puissance du bruit qui influence la diaphonie dynamique sur différents canaux générée dans le cas où le WSS est utilisé comme un démultiplexeur, et la puissance du bruit qui influence la même diaphonie sur un même canal générée dans le cas où le WSS est utilisé comme un multiplexeur. Toutefois, la puissance optique du bruit pour mesurer les deux diaphonies dynamiques est mesurée avec le montage d'essai représenté à la Figure 2, parce que le WSS est bidirectionnel.

Dans ce montage d'essai, non seulement la puissance optique du bruit dans l'état dynamique, mais aussi la puissance optique du bruit dans l'état statique avant et après la commutation du port en conduction peut être mesurée.



IEC

Figure 2 – Montage d'essai pour mesurer la diaphonie dynamique

4.2 Source de rayonnement lumineux

4.2.1 Source laser accordable (TLS)

Il convient que la plage de longueurs d'ondes de la TLS soit plus large que la plage de longueurs d'ondes des signaux du DUT. Il convient que la sortie optique de la TLS soit supérieure d'au moins 10 dB par rapport à la somme de la sensibilité minimale du détecteur optique, de la perte d'insertion du montage d'essai [coupleur de référence (RBD) et liaisons temporaires (TJ)], de la perte d'insertion du DUT et de la valeur absolue de la diaphonie dynamique mesurée.

Il convient que le taux de suppression des modes latéraux et le rapport entre le signal et l'émission spontanée de la source totale de la TLS soient supérieurs de 10 dB par rapport à la valeur absolue de la diaphonie dynamique mesurée. Par exemple, lorsque la valeur minimale prévue de diaphonie dynamique sur le DUT est -40 dB, il convient que le rapport entre le signal et l'émission spontanée de la source totale de la TLS soit supérieur à 50 dB. Lorsque le rapport entre le signal et l'émission spontanée de la source totale de la TLS est insuffisant, il convient de placer un filtre de cheminement approprié derrière la TLS.

Dans le cas d'une grille fixe de 50 GHz selon l'UIT-T et d'une grille fixe de 100 GHz selon l'UIT-T, il convient que la précision de la longueur d'onde de la TLS soit comprise entre ± 10 pm et ± 20 pm, respectivement. Lorsque la précision de la longueur d'onde est insuffisante, il convient que la longueur d'onde de sortie soit surveillée par un appareil de mesure de la longueur d'onde et étalonnée si nécessaire.

Il convient que la largeur spectrale de la TLS soit assez étroite pour la bande passante du WSS. Il est souhaitable qu'elle soit inférieure à 10 % de la bande passante.

Afin de s'affranchir de l'influence de la perte dépendant de la polarisation du WSS, un embrouilleur de polarisation doit être placé après la TLS. La vitesse de l'embrouilleur de polarisation doit être suffisante (plus de 10 fois est souhaitable) par rapport au temps d'intégration du détecteur.

4.2.2 Source de rayonnement lumineux à large bande et filtre accordable

Un système de remplacement pour la TLS est un montage d'essai qui combine une source de rayonnement lumineux à bande large et un filtre accordable.

Il convient que la source de rayonnement lumineux à bande large soit une LED ou une source de rayonnement lumineux dépolarisée et dont le spectre de l'émission spontanée amplifiée est large. Il convient que le spectre de la source de rayonnement lumineux soit plus large que la plage de longueurs d'ondes des signaux du DUT.

Un filtre accordable est utilisé pour régler la longueur d'onde à mesurer. Il convient que la plage de longueurs d'ondes du filtre accordable soit plus large que la plage de longueurs d'ondes de fonctionnement du DUT.

Il convient que la précision de la longueur d'onde centrale du filtre accordable soit de ± 10 pm. Le filtre accordable a une bande passante assez étroite par rapport à celle du WSS (moins de 10 % de la bande passante sont souhaitables) et un isolement de longueur d'onde de plus de 50 dB entre la bande passante et la bande d'arrêt.

Il convient que la puissance optique de sortie générée en combinant la source de rayonnement lumineux à bande large et le filtre accordable soit supérieure d'au moins 10 dB par rapport à la somme de la sensibilité minimale du détecteur optique, de la perte d'insertion du montage d'essai (RBD et TJ), de la perte d'insertion du DUT et de la valeur absolue de la diaphonie dynamique mesurée.

4.3 Dispositif en essai (DUT)

Le moteur d'excitation du WSS est l'un des suivants:

- un miroir MEMS disposé en matrice unidimensionnelle qui utilise la technologie des systèmes microélectromécanique (MEMS);
- des miroirs MEMS disposés en matrice bidimensionnelle qui utilisent un processeur de rayonnement lumineux numérique (DLP);
- un élément LC en matrice unidimensionnelle qui utilise la technologie des cristaux liquides (LC);
- un élément LCOS disposé en matrice bidimensionnelle;
- une technologie hybride combinant les MEMS et les LC.

Il existe deux types de WSS: un type fournit un signal de commutation électronique et l'autre pas. Dans le premier cas, le signal de commutation peut être utilisé comme signal de synchronisation (déclenchement) pour les instruments. Dans le deuxième cas, le signal optique de sortie du port de sortie peut être utilisé comme un déclenchement externe.

4.4 Détecteur

4.4.1 Appareil de mesure de la puissance optique (OPM)

Il convient que l'OPM ait plus de deux canaux d'entrée qui peuvent être déclenchés simultanément et une plage de longueurs d'ondes du détecteur optique plus large que la plage de longueurs d'ondes de fonctionnement du DUT.

De plus, il convient que la sensibilité minimale de l'OPM soit inférieure d'au moins 10 dB par rapport à la valeur résultant de l'opération consistant à soustraire de la sortie optique de la source de rayonnement lumineux, la somme de la perte d'insertion du montage d'essai (RBD et TJ), de la perte d'insertion du DUT et de la valeur absolue de la diaphonie dynamique mesurée. Par exemple, lorsque la puissance optique de la source de rayonnement lumineux est 0 dBm, la perte d'insertion du montage est 5 dB et la perte d'insertion du WSS est 5 dB, il convient que la sensibilité minimale de l'OPM soit inférieure à -60 dBm afin de rendre la plage de mesure de la diaphonie dynamique inférieure à -40 dB.

Pendant la mesure de la puissance du bruit dans un état dynamique, il convient d'utiliser l'OPM dont la plage de mesure dynamique est supérieure à 50 dB sur une plage simple, parce qu'il est nécessaire de mesurer en permanence la variation de puissance optique de plus de 40 dB générée en moins d'environ une seconde. Généralement, la plage de mesure dynamique de l'OPM est d'environ 30 dB sur une plage simple.

Parfois, pendant la mesure d'une variation de puissance optique supérieure à la plage de mesure dynamique dans une plage simple, la valeur maximale de la puissance du bruit dans l'état dynamique ne peut pas être mesurée parce que la plage de mesure de commutation dure environ 100 ms. La linéarité de la sensibilité de l'OPM influence l'incertitude de mesure de la diaphonie dynamique.

Il convient que le temps d'intégration soit réglé à moins de 25 μ s lorsque l'OPM mesure la réponse transitoire pendant la commutation du port en conduction du WSS. Il est souhaitable que la mémoire de l'OPM soit suffisamment longue pour acquérir la variation de puissance du bruit dans l'état dynamique et puisse acquérir des données avant et après la commutation du port en conduction du WSS automatiquement en détectant la variation de puissance optique pendant la commutation du port en conduction avec la fonction logicielle.

4.4.2 Convertisseur OE et oscilloscope

Un système de remplacement pour l'OPM est un équipement qui combine un convertisseur OE et un oscilloscope.

Le convertisseur OE a une plage de longueurs d'ondes plus large que la plage de longueurs d'ondes de fonctionnement de signal du DUT. Il convient que la sensibilité minimale du convertisseur OE soit inférieure d'au moins 10 dB par rapport à la valeur résultant de l'opération consistant à soustraire de la sortie optique de la source de rayonnement lumineux, la somme de la perte d'insertion du montage d'essai (RBD et TJ), de la perte d'insertion du WSS et de la valeur absolue de la diaphonie dynamique mesurée.

Il convient que la réponse fréquentielle du convertisseur OE et de l'oscilloscope soit assez grande pour mesurer la réponse transitoire pendant la commutation du port en conduction du WSS. Une largeur de bande de fréquences supérieure à 100 kHz est souhaitable.

La linéarité de la sensibilité du convertisseur OE influence l'incertitude de mesure de la diaphonie dynamique.

Il convient que l'oscilloscope ait plus de deux canaux d'entrée qui peuvent être déclenchés simultanément et une mémoire suffisamment longue pour acquérir la variation de puissance du bruit dans l'état dynamique.

Pendant la mesure du DUT du signal de commutation de sortie, il est souhaitable que le signal de commutation soit utilisé comme signal de déclenchement pour l'oscilloscope.

5 Conditions de mesure

5.1 Conditions générales

Les conditions de mesure de la puissance optique des termes relatifs au bruit dans un état dynamique sont les suivantes, sauf indication contraire dans la spécification applicable.

- a) Les conditions environnementales de mesure, la puissance d'entrée, la tension et le courant électriques appliqués doivent être conformes à la spécification définie pour le DUT.
- b) La résolution temporelle des mesures et les points d'échantillonnage des mesures doivent être déterminés par la spécification et le principe du DUT, y compris le temps de commutation du port, la diaphonie statique et la diaphonie dynamique.
- c) Les conditions de mesure, y compris la largeur de raie spectrale de la TLS et la précision de la longueur d'onde centrale d'une grille selon l'UIT-T doivent être déterminées par la spécification et le principe du DUT, y compris la bande passante spectrale.
- d) La puissance optique du bruit au niveau d'un port de couplage est mesurée dans un état dynamique. Il s'agit d'une combinaison d'un état initial à un état final pendant la commutation du port. La puissance est mesurée dans le canal des paires de ports en conduction déterminées par le nombre de ports du DUT, l'espacement entre canaux d'une grille fixe selon l'UIT-T, les canaux et la plage des fréquences des canaux.

5.2 Recommandations sur le choix d'un port de couplage et d'un canal

Le bruit mesuré au niveau d'un port de couplage passe de l'état initial à l'état final pendant la commutation de port. La puissance optique, incluant la puissance optique souhaitable (le signal) et la puissance optique indésirable (le bruit), est mesurée sur autant de paires de ports en conduction que possible afin d'évaluer les dépendances des ports et des canaux pour la diaphonie dynamique.

Par exemple, dans le cas d'un WSS 1 x 9 de bande C, 40 canaux à grille fixe de 100 GHz selon l'UIT-T, qui sont les plus fréquemment utilisés dans l'industrie, les combinaisons possibles de paires de ports en conduction et de canaux sont 72 états dans une sélection de 2 ports parmi 9 ports et 1 560 états dans les canaux. Puisque la mesure de tous ces états n'est pas réaliste en un temps limité, il convient de suivre les étapes suivantes pour déterminer une paire de ports en conduction qui commutent, des ports présentant du bruit mesuré sur un port de couplage et des puissances optiques mesurées sur des canaux au niveau d'une paire de ports en conduction et des autres ports de bruit.

- a) Il convient de choisir deux canaux adjacents d'une paire de ports en conduction qui commutent et de ports présentant du bruit.
- b) Il convient que les canaux adjacents soient des canaux maximaux, minimaux et centraux.
- c) Dans une combinaison d'une paire de ports en conduction qui commutent, il convient de choisir des ports de couplage maximaux et minimaux (par exemple un WSS 1 x 9, un port de couplage 1 et un port 9) en tenant compte de la configuration des ports physiques et du système optique interne. Dans le cas où un port commun et tous les ports de couplage sont alignés dans un plan, il convient de choisir une paire de ports en conduction qui commutent de sorte que les termes élevés relatifs au bruit de diaphonie dynamique soient détectés.

6 Procédure

6.1 Préparation

Préparer des OPM ou des convertisseurs OE pour le nombre de ports de couplage du DUT. Lorsque la dépendance à la température doit être mesurée, le DUT doit être placé dans l'enceinte. Connecter les ports optiques d'entrée et de sortie du DUT à l'appareil de mesure avec la fibre optique. Connecter les bornes électriques de l'alimentation et des commandes du DUT à l'appareil de mesure avec un câble électrique. La mesure doit commencer après la mise en marche du DUT et lorsque la température interne du DUT a atteint un état stable. Il convient que le DUT soit mis en marche avant la fin du préchauffage défini dans la spécification applicable, par exemple la spécification de produit.

6.2 Mesure

6.2.1 Mesure de la puissance d'entrée et de la perte d'insertion du DUT

Avant de mesurer la puissance du bruit pendant la commutation, mesurer la puissance optique injectée dans le DUT et la perte d'insertion du DUT. Mesurer la puissance optique pour tous les canaux où la diaphonie dynamique doit être mesurée. Mesurer la perte d'insertion par la méthode définie dans l'IEC 61300-3-29. Mesurer la perte d'insertion pour tous les canaux et toutes les paires de ports du port commun et du port de couplage où la puissance du bruit doit être mesurée pendant la commutation. Noter que la perte d'insertion d'une paire de ports est différente d'un canal à l'autre.

6.2.2 Mesure de la puissance du bruit pour la diaphonie dynamique

Comme cela est représenté à la Figure 2, le port commun doit être connecté à la source de rayonnement lumineux. Connecter tous les ports de couplage aux convertisseurs OE ou aux OPM. La procédure pour la mesure de la puissance du bruit pour la diaphonie sur différents canaux est expliquée en 6.2.3. La procédure pour la mesure de la puissance du bruit pour la diaphonie sur un même canal est expliquée en 6.2.4. Mesurer la puissance du bruit pour les combinaisons prévues des paramètres suivants:

- le port de couplage à mesurer;
- la combinaison des ports de couplage avant et après la commutation;
- le canal du signal;
- le canal du bruit.

6.2.3 Mesure de la puissance du bruit pour la diaphonie sur différents canaux

La procédure de mesure est la suivante.

- a) Tous les ports de couplage doivent être réglés sur l'état de blocage pour tous les canaux.
- b) Délivrer le signal optique du canal s au port commun et connecter le port commun au port de couplage i pour le canal s .
- c) Commuter le port en conduction du port commun depuis le port de couplage i vers le port de couplage j . Pendant cette commutation, mesurer la puissance de sortie du canal s pour tous les ports de couplage.

6.2.4 Mesure de la puissance du bruit pour la diaphonie sur un même canal

La procédure de mesure est la suivante.

- a) Tous les ports de couplage doivent être réglés sur l'état de blocage pour tous les canaux.
- b) Délivrer le signal optique du canal r (avec la fréquence f_r) au port commun.
- c) Commuter le port en conduction du port commun depuis le port de couplage i vers le port de couplage j pour le canal s (avec la fréquence f_s , $s \neq r$). Pendant cette commutation, mesurer la puissance de sortie du canal r pour tous les ports de couplage.

Bien que le canal r puisse être choisi parmi (nombre de canaux – 1) choix autres que le canal s , la diaphonie maximale est généralement mesurée lorsque le canal r est à côté du canal s . Par conséquent, comme expliqué en 5.2, il convient de choisir le canal r pour satisfaire aux conditions suivantes en fonction de la grille fixe du DUT définie dans la spécification de produit:

- $f_r = f_s \pm 100$ GHz pour une grille fixe de 100 GHz selon l'UIT-T;
- $f_r = f_s \pm 50$ GHz pour une grille fixe de 50 GHz selon l'UIT-T.

7 Exemple de caractéristiques transitoires de puissance du bruit

Un exemple de caractéristiques transitoires de la puissance du bruit est représenté à la Figure 3 pour la diaphonie sur différents canaux et à la Figure 4 pour la diaphonie sur un même canal.

NOTE L'IEC TR 62343-6-9 décrit le résultat de mesure de la diaphonie dynamique pour des WSS.

La Figure 3 représente la variation de puissance optique du canal s pour le port de couplage i , le port de couplage j et le port de couplage k , lorsque le signal du canal s est incident sur le port commun, et le port en conduction du port commun commute du port de couplage i au port de couplage j pour le canal s . Les deux lignes pointillées verticales représentent le début et la fin de la commutation. Avant le début et après la fin de la commutation, le système est à l'état statique. Entre le début et la fin de la commutation, le système est à l'état dynamique. L'indice "i", l'exposant "s" et l'exposant "(s:i, j)" indiquent le port de couplage, le canal de mesure, et la commutation du port en conduction du port de couplage i au port de couplage j pour le canal s , respectivement. La puissance optique du port de couplage i avant la commutation, $P_i^{s,(s:i,j)}(t)$ ($t \leq t1$), n'est pas égale à la puissance optique du port de couplage j après la commutation, $P_j^{s,(s:i,j)}(t)$ ($t \geq t2$), parce que les pertes d'insertion sont différentes pour la paire de ports, où $t1$ et $t2$ représentent l'instant de début et l'instant de fin de la mesure.

La puissance de fuite du canal s dans le port de couplage est la puissance du bruit liée à la diaphonie sur différents canaux. Le port de couplage 1, le port de couplage 2 et le port de couplage N dans la Figure 1 a) correspondent au port de couplage i , au port de couplage k et au port de couplage j , respectivement. Le canal bleu et le canal rouge dans la Figure 1 a) correspondent au canal s et au canal r , respectivement. Puisque la puissance pour le canal s est le bruit de la puissance du signal pour le canal r pour le port de couplage k , la diaphonie est exprimée comme la différence entre la puissance du bruit pour le canal s et la perte d'insertion entre le port commun et le port de couplage k , IL_k^r . A la Figure 3, la diaphonie est exprimée comme la différence entre la puissance du bruit pour le canal s , $P_k^{s,(s:i,j)}(t)$ et la soustraction de la puissance incidente pour le canal s au port commun P^s de la perte d'insertion IL_k^r , $P^s - IL_k^r$, car l'axe vertical est la puissance optique.

La diaphonie maximale sur différents canaux, $\text{Max}[DXT_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$, est calculée par la puissance optique maximale pour le canal s à l'état dynamique, $\text{Max}[P_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$.

Avec cette méthode de mesure, le nombre de ports de couplage pour lesquels la puissance du bruit est mesurée en fonction de la diaphonie sur différents canaux est $N - 2$, à l'exception de deux ports de couplage, le port i et le port j , parmi les N ports de couplage.

La Figure 4 représente la variation de puissance optique du canal r pour le port de couplage i , le port de couplage j et le port de couplage k . Lorsque le signal du canal r est incident sur le port commun, le port en conduction pour le canal r est réglé sur le port de couplage h , et le port en conduction du port commun pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j . Les indices et les exposants ont les mêmes significations que dans la Figure 3.

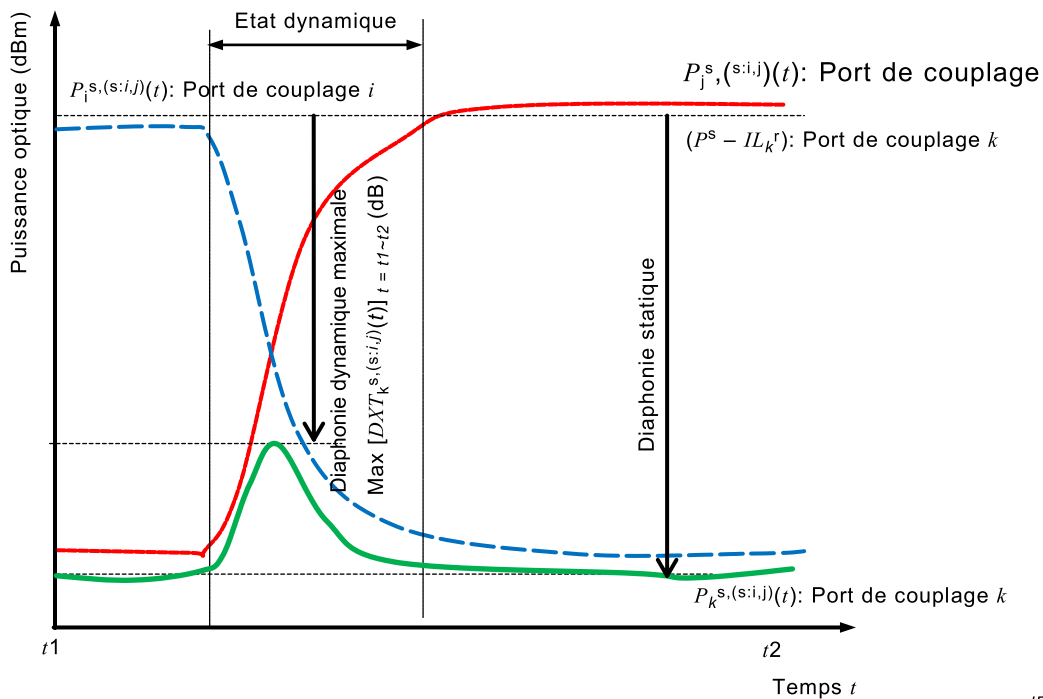
Comme cela est expliqué à la Figure 1 b), la puissance du bruit est la puissance de fuite pour le canal r du port de couplage, qui est la paire de ports isolés au port commun avant et après que le port en conduction pour le canal s commute. Par conséquent, la diaphonie sur un même canal est exprimée comme la différence entre la puissance du bruit et la perte

d'insertion entre le port commun et le port de couplage h , IL_h^r . A la Figure 4, la diaphonie est exprimée comme la différence entre la puissance du bruit $P_h^{r,(s:i,j)}$ et la puissance optique du port de couplage h pour le canal r , car l'axe vertical de la Figure 4 est la puissance optique. La puissance optique pour le canal r du port de couplage h , $P_h^{r,(s:i,j)}$, est calculée comme la différence entre la puissance optique incidente pour le canal r dans le port commun et la perte d'insertion entre le port commun et le port de couplage h pour le canal r , $P^r - IL_h^r$.

La diaphonie maximale sur un même canal, $\text{Max}[SXT_{(k,h)}^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$, est calculée par la puissance optique maximale pour le canal r à l'état dynamique, $\text{Max}[P_h^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1\sim t2}$.

La puissance optique pour le canal r du port de couplage h est presque constante pendant la commutation. La puissance optique pour le canal r du port de couplage i avant la commutation est le bruit pour calculer la diaphonie statique sur un même canal. La puissance optique pour le canal r du port de couplage j après la commutation est la puissance optique pour calculer la diaphonie statique sur un même canal.

Lorsque le port en conduction h pour le canal r est le port i ($h = i$), le nombre de ports de couplage pour lesquels la puissance du bruit est mesurée en fonction de la diaphonie sur un même canal est $N - 2$, à l'exception de deux ports de couplage, le port i et le port j , parmi les N ports de couplage. Lorsque le port en conduction h n'est pas le port de couplage i ou j , le nombre de ports de couplage pour lesquels la puissance du bruit est mesurée est $N - 3$.



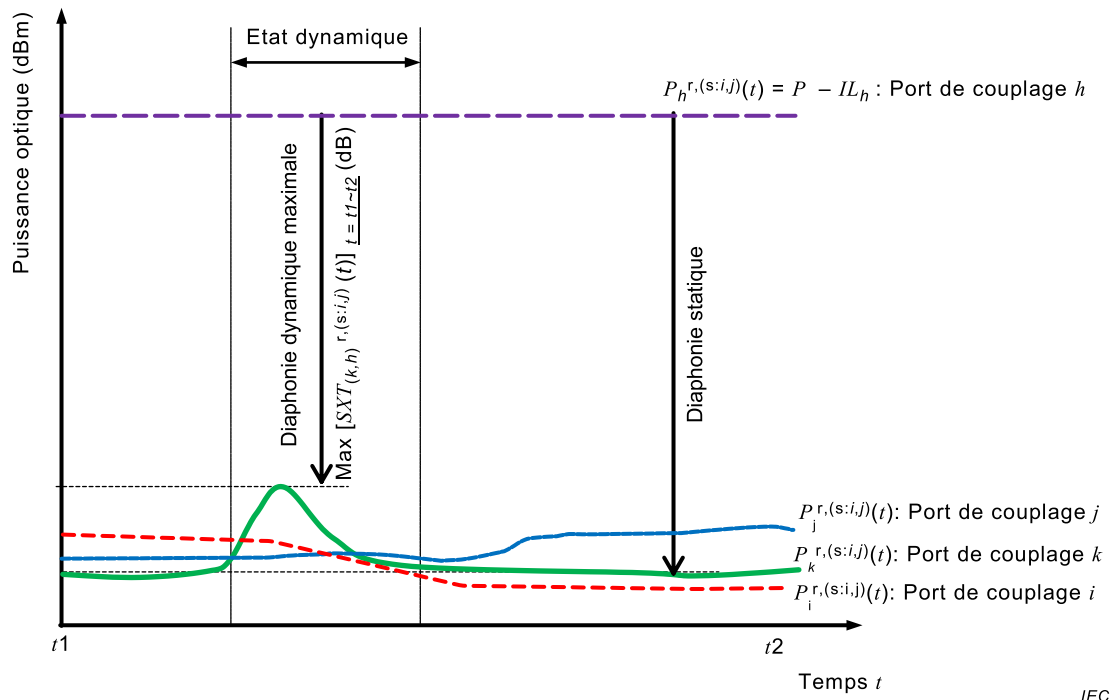


Figure 4 – Caractéristiques transitoires pour la mesure de la diaphonie dynamique sur un même canal

8 Calcul

Calculer la perte optique pour le canal s entre le port commun et le port de couplage k en utilisant l'Equation (1), la puissance optique pour le canal s du port de couplage k à l'instant t , $P_k^{r,(s:i,j)}(t)$, et la puissance optique incidente pour le canal s dans le port commun P^s , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port j .

$$A_k^{s,(s:i,j)}(t) = P^s - P_k^{r,(s:i,j)}(t) \tag{1}$$

où

$A_k^{s,(s:i,j)}(t)$ est la perte optique pour le canal s entre le port commun et le port de couplage k à l'instant t , lorsque le port en conduction commute du port de couplage i au port de couplage j , en dB;

P^s est la puissance optique incidente pour le canal s dans le port commun, en dBm;

$P_k^{r,(s:i,j)}(t)$ est la puissance optique de sortie pour le canal s du port de couplage k à l'instant t , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , en dBm;

k $1 \sim N (\neq i, j)$.

Calculer la diaphonie dynamique sur différents canaux du canal s et du canal r pour le port de couplage k en utilisant l'Equation (2), la perte optique pour le canal s entre le port commun et le port de couplage k , $A_k^{s,(s:i,j)}(t)$, et la perte d'insertion pour le canal r entre le port commun et le port de couplage k , IL_k^r .

$$DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t) = IL_k^r - A_k^{s,(s:i,j)}(t) \tag{2}$$

où

$DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t)$ est la diaphonie dynamique sur différents canaux du canal s et du canal r pour le port de couplage k à l'instant t , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , en dB;

IL_k^r est la perte d'insertion pour le canal r entre le port commun et le port de couplage k , en dB;

$A_k^{s,(s:i,j)}(t)$ est la perte optique pour le canal s entre le port commun et le port de couplage k , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , en dB;

k $1 \sim N (\neq i, j)$.

Calculer la perte optique minimale pour le canal s entre le port commun et le port de couplage k , $\text{Min}[A_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$, et la diaphonie dynamique maximale sur différents canaux du canal s et du canal r pour le port de couplage k , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , $\text{Max}[DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$, de l'instant de début $t = t1$ à l'instant de fin $t = t2$, par la puissance optique maximale du canal s pour le port de couplage k , $\text{Max}[P_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$.

Calculer la perte optique pour le canal r entre le port commun et le port de couplage k en utilisant l'Equation (3), la puissance optique pour le canal r du port de couplage k à l'instant t , $P_k^{r,(s:i,j)}(t)$, et la puissance optique incidente pour le canal r dans le port commun P^r , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port j .

$$A_k^{r,(s:i,j)}(t) = P^r - P_k^{r,(s:i,j)}(t) \quad (3)$$

où

$A_k^{r,(s:i,j)}(t)$ est la perte optique pour le canal r entre le port commun et le port de couplage k à l'instant t , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , en dB;

P^r est la puissance optique incidente pour le canal r dans le port commun, en dBm;

$P_k^{r,(s:i,j)}(t)$ est la puissance optique de sortie pour le canal r du port de couplage k à l'instant t , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , en dBm;

k $1 \sim N (\neq i, j)$

Calculer la diaphonie dynamique sur un même canal pour le canal r pour le port de couplage k et le port de couplage h en utilisant l'Equation (4), la perte optique pour le canal r entre le port commun et le port de couplage h , $A_k^{r,(s:i,j)}(t)$, et la perte d'insertion pour le canal r entre le port commun et le port de couplage h , IL_h^r .

$$SXT_{(k,h)}^{r,(s:i,j)}(t) = IL_h^r - A_k^{r,(s:i,j)}(t) \quad (4)$$

où

$SXT_{(k,h)}^{r,(s:i,j)}(t)$ est la diaphonie dynamique sur un même canal pour le canal r pour le port de couplage k et le port de couplage h à l'instant t , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , en dB;

IL_h^r est la perte d'insertion pour le canal r entre le port commun et le port de couplage h , en dB;

$A_k^{r,(s:i,j)}(t)$ est la perte optique pour le canal r entre le port commun et le port de couplage k , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , en dB;

k $1 \sim N (\neq i, j)$;

h $1 \sim N (\neq i \text{ ou } \neq j)$.

Calculer la perte optique minimale pour le canal r entre le port commun et le port de couplage k , $\text{Min}[A_k^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$, et la diaphonie dynamique maximale sur un même canal pour le canal r pour le port de couplage k et le port de couplage h , lorsque le port en conduction pour le canal s commute du port de couplage i au port de couplage j , $\text{Max}[SXT_{(k,h)}^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$, de l'instant de début $t = t1$ à l'instant de fin $t = t2$, par la puissance optique maximale du canal r pour le port de couplage k , $\text{Max}[P_k^{r,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$.

Répéter le calcul pour toutes les combinaisons de ports et de canaux définis à l'Article 5, et mesurés en 6.2.

La combinaison pour une diaphonie dynamique sur différents canaux est la suivante:

- ports de couplage i et j à commuter: $1 \sim N$;
- port de couplage à mesurer k : $1 \sim N (\neq i, j)$;
- canal de bruit s et canal de signal r : définis à l'Article 5.

La combinaison pour une diaphonie dynamique sur un même canal est la suivante:

- ports de couplage i et j à commuter: $1 \sim N$;
- port de couplage à mesurer k : $1 \sim N (\neq i, j)$;
- port de couplage pour transporter le signal h : $1 \sim N (\neq i \text{ ou } \neq j)$;
- canal de bruit s et canal de signal r : définis à l'Article 5.

9 Rapport de mesures

Le Tableau 1 est un exemple de modèle de présentation des résultats de mesures pour la diaphonie dynamique sur différents canaux.

Comme cela est décrit à l'Article 5 et à l'Article 8, mesurer la diaphonie pour toutes les combinaisons de ports et de canaux, puis choisir la diaphonie maximale.

Tableau 1 – Exemple de modèle de présentation des résultats de mesures pour la diaphonie dynamique sur différents canaux

i	j	k	s	r	P^s dBm	$\text{Max}[P_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$ dBm	$\text{Min}[A_k^{s,(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$ dB	IL_k^r dB	$\text{Max}[DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2}$ dB
1	2	3	Ch1	Ch2	-2,1	-50,3	48,2	3,6	-44,6
...
...
$\text{Max} \{ \text{Max} [DXT_k^{(s,r),(s:i,j)}(t)]_{t=t1 \sim t2} \}_{i,j,k=1 \sim N, (i \neq j, k \neq i,j), s,r = \text{tous les canaux}, (s \neq r)}$									
Légende									
$t1$ instant de début de la mesure									
$t2$ instant de fin de la mesure									
NOTE Max[] et Min[] sont les fonctions de calcul de la valeur maximale et de la valeur minimale pour la condition de l'indice.									

Le Tableau 2 est un exemple de résumé de mesure de la diaphonie.

Tableau 2 – Exemple de résumé de mesure de la diaphonie

	Diaphonie dynamique	Diaphonie statique
Diaphonie totale sur différents canaux	–40 dB	–50 dB
Diaphonie maximale sur un même canal	–50 dB	–55 dB

Les éléments suivants doivent être décrits dans le rapport de mesure, si cela est exigé:

- le type de source de rayonnement lumineux;
- les performances de la source de rayonnement lumineux (précision et stabilité de la puissance de sortie, de la largeur spectrale, de la longueur d'onde centrale ou de la fréquence centrale, et la précision et la répétabilité de la longueur d'onde centrale, de l'état de polarisation de la puissance de sortie, etc.);
- un appareil de mesure de la longueur d'onde, le cas échéant, et la précision de la longueur d'onde;
- un embrouilleur de polarisation, le cas échéant, et les performances (vitesse de changement d'état de polarisation);
- le type de détecteur;
- les performances du détecteur (sensibilité minimale, sensibilité dépendant de la polarisation, linéarité, plage de longueurs d'onde de détection, temps d'intégration, etc.);
- les performances du DUT (moteur d'excitation, configuration des ports, plage de fréquences du canal, espacement de grille selon l'UIT-T, perte d'insertion, bande passante, etc.);
- la résolution temporelle des mesures et le nombre de points de mesure;
- les pertes optiques du montage de mesure;
- les incertitudes de mesure;
- les différences par rapport à cette méthode de mesure.

Bibliographie

IEC 61300-3-50, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-50: Examens et mesures – Diaphonie relative aux commutateurs spatiaux optiques*

IEC 62343-3-3:2014, *Modules dynamiques – Partie 3-3: Modèles de spécification de performance – Commutateurs sélectifs en longueur d'onde*

IEC TR 62343-6-9, *Dynamic modules – Part 6-9: Design guide – Study of mechanisms and measurements of crosstalk in wavelength-selective switches* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 62627-09:2016, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Vocabulary for passive optical devices* (disponible en anglais seulement)

ITU-T G.694.1, *Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid* (disponible en anglais seulement)

OITDA DM 01, *Measurement methods of dynamic crosstalk for 1xN fixed-grid wavelength selective switches* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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