

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61280-2-2

Première édition
First edition
1998-11

**Procédures d'essai de base des sous-systèmes
de télécommunication à fibres optiques –**

**Partie 2-2:
Procédures d'essai des systèmes numériques –
Mesure du diagramme oculaire, de la forme d'onde
et du taux d'extinction**

**Fibre optic communication subsystem basic test
procedures –**

**Part 2-2:
Test procedures for digital systems –
Optical eye pattern, waveform,
and extinction ratio**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61280-2-2:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61280-2-2

Première édition
First edition
1998-11

**Procédures d'essai de base des sous-systèmes
de télécommunication à fibres optiques –**

**Partie 2-2:
Procédures d'essai des systèmes numériques –
Mesure du diagramme oculaire, de la forme d'onde
et du taux d'extinction**

**Fibre optic communication subsystem basic test
procedures –**

**Part 2-2:
Test procedures for digital systems –
Optical eye pattern, waveform,
and extinction ratio**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	6
2 Référence normative	6
3 Appareillage	6
3.1 Système de détection optique temporel	6
3.2 Système de synchronisation de l'oscilloscope	14
3.3 Générateur de combinaison d'impulsions.....	14
3.4 Mesureur de puissance optique	14
3.5 Affaiblisseur optique.....	14
3.6 Câble de liaison	14
4 Echantillon d'essai	16
5 Procédure	16
5.1 Méthode 1: Mesure de forme d'onde de base	16
5.2 Méthode 2: Autre méthode de mesure d'extinction utilisant le fonction histogramme	18
5.3 Méthode 3: Autre méthode de mesure d'extinction utilisant le mesureur de puissance optique	20
6 Calculs.....	22
6.1 Méthode 1: Mesure de la forme d'onde de base	22
6.2 Méthode 2: Autre méthode de mesure d'extinction utilisant la fonction histogramme	26
6.3 Méthode 3: Autre méthode de mesure d'extinction utilisant le mesureur de puissance optique	26
7 Résultat d'essai.....	28
7.1 Informations requises.....	28
7.2 Informations disponibles.....	28
7.3 Informations concernant la spécification	28
Figure 1 – Configuration de mesure du diagramme oculaire, de la forme d'onde et du taux d'extinction.....	30
Figure 2 – Système de détection optique temporel.....	32
Figure 3 – Illustration des paramètres du diagramme oculaire	34
Figure 4 – Exemple de diagramme oculaire mesuré avec un filtre passe-bas 0,75/T	36
Figure 5 – Exemple de diagramme oculaire mesuré avec un filtre passe-bas 3,0/T	38
Figure 6 – Illustration d'un histogramme vertical de suite de mots.....	40
Figure A.1 – Système de synchronisation de l'oscilloscope.....	42
Annexe A (informative) Système de synchronisation de l'oscilloscope	42
Annexe B (informative) Bibliographie	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative reference.....	7
3 Apparatus	7
3.1 Time-domain optical detection system	7
3.2 Oscilloscope synchronization system.....	15
3.3 Pulse pattern generator	15
3.4 Optical power meter	15
3.5 Optical attenuator.....	15
3.6 Jumper cable	15
4 Test sample	17
5 Procedure	17
5.1 Method 1: Basic waveform measurement	17
5.2 Method 2: Alternative extinction measurement method using the histogram function.....	19
5.3 Method 3: Alternative extinction measurement method using the optical power meter	21
6 Calculation.....	23
6.1 Method 1: Basic waveform measurement	23
6.2 Method 2: Alternative extinction measurement method using the histogram function.....	27
6.3 Method 3: Alternative extinction measurement method using the optical power meter	27
7 Test result.....	29
7.1 Required information.....	29
7.2 Available information.....	29
7.3 Specification information	29
Figure 1 – Optical eye pattern, waveform and extinction ratio measurement configuration	31
Figure 2 – Time-domain optical detection system	33
Figure 3 – Illustration of eye pattern parameters.....	35
Figure 4 – Example of eye pattern measured with $0,75/T$ low-pass filter.....	37
Figure 5 – Example of eye pattern measured with $3,0/T$ low-pass filter	39
Figure 6 – Illustration of word pattern vertical domain histogram.....	41
Figure A.1 – Oscilloscope synchronization system	43
Annex A (informative) Oscilloscope synchronization system	43
Annex B (informative) Bibliography	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ESSAI DE BASE DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION À FIBRES OPTIQUES –

Partie 2-2: Procédures d'essai des systèmes numériques – Mesure du diagramme oculaire, de la forme d'onde et du taux d'extinction

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61280-2-2 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/219/FDIS	86C/226RVD

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

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM
BASIC TEST PROCEDURES –****Part 2-2: Test procedures for digital systems –****Optical eye pattern, waveform, and extinction ratio**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61280-2-2 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86C/219FDIS	86C/226/RVD

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

Annexes A and B are for information only.

PROCÉDURES D'ESSAI DE BASE DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION À FIBRES OPTIQUES –

Partie 2-2: Procédures d'essai des systèmes numériques –

Mesure du diagramme oculaire, de la forme d'onde et du taux d'extinction

1 Domaine d'application et objet

L'objet de la présente partie de la CEI 61280 est de décrire une procédure d'essai pour mesurer le diagramme oculaire, les paramètres de forme d'onde tels que le temps de montée, le temps de descente, le dépassement et le taux d'extinction. La forme d'onde peut également être soumise à des essais de conformité à l'aide d'un masque de forme d'onde prédéterminé.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61280. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61280 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

UIT-T G.957:1995, *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone*

3 Appareillage

Les principaux composants du système de mesure sont le photodétecteur, le filtre passe-bas, l'oscilloscope et le mesureur de puissance optique, comme il est indiqué à la figure 1.

3.1 Système de détection optique temporel

Le système de détection optique temporel présente l'intensité de la forme d'onde optique comme une fonction du temps. Le système de détection optique est principalement constitué d'un convertisseur optique/électrique (O/E), d'un filtre passe-bas en phase linéaire et d'un oscilloscope. Le système de détection est présenté à la figure 2. Des descriptions plus complètes du matériel sont données dans les paragraphes suivants.

3.1.1 Convertisseur optique/électrique (O/E):

Le convertisseur O/E type est une photodiode rapide, suivie d'une amplification électrique. Le convertisseur O/E est équipé d'un connecteur optique approprié permettant la connexion au point d'interface optique, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un câble de liaison optique.

Il faut que le convertisseur O/E (y compris toute amplification facultative suivant le convertisseur O/E) soit à même de reproduire la forme d'onde optique avec une fidélité suffisante pour assurer une mesure significative. Des spécifications précises sont exclues du fait de la large gamme d'applications possibles, mais des lignes directrices générales sont indiquées ci-après:

- a) gamme de longueurs d'onde acceptable en entrée, adéquate pour l'application prévue;

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM BASIC TEST PROCEDURES –

Part 2-2: Test procedures for digital systems –

Optical eye pattern, waveform, and extinction ratio

1 Scope and object

The purpose of this part of IEC 61280 is to describe a test procedure to measure the eye pattern and waveform parameters such as rise time, fall time, overshoot, and extinction ratio. Alternatively, the waveform may be tested for compliance with a predetermined waveform mask.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions, which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61280. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61280 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ITU-T G.957:1995, *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*

3 Apparatus

The primary components of the measurement system are a photodetector, a low-pass filter, an oscilloscope, and an optical power meter, as shown in figure 1.

3.1 Time-domain optical detection system

The time-domain optical detection system displays the intensity of the optical waveform as a function of time. The optical detection system is comprised primarily of an optical-to-electrical (O/E) converter, a linear-phase low-pass filter, and an oscilloscope. The detection system is shown in figure 2. More complete descriptions of the equipment are listed in the following subclauses.

3.1.1 Optical-to-electrical (O/E) converter

The O/E converter is typically a high-speed photodiode, followed by electrical amplification. The O/E converter is equipped with an appropriate optical connector to allow connection to the optical interface point, either directly or via an optical jumper cable.

The O/E converter (including any optional amplification following the O/E converter) shall be able to reproduce the optical waveform with sufficient fidelity to ensure a meaningful measurement. Precise specifications are precluded by the large variety of possible implementations, but general guidelines are as follows:

- a) acceptable input wavelength range, adequate to cover the intended application;

- b) facteur de réflexion optique à l'entrée, suffisamment faible pour éviter une réflexion excessive en retour dans l'émetteur mesuré;

Prenons l'exemple d'un émetteur optique tolérant, d'après la spécification, un facteur de réflexion maximal de -24 dB. Si le facteur de réflexion d'entrée du convertisseur O/E est de -30 dB, le convertisseur peut être directement connecté à l'émetteur. Cependant, si le facteur de réflexion d'entrée du convertisseur O/E est de -14 dB, valeur commune, le facteur de réflexion effectif peut être ramené à -24 dB (ou moins) en insérant soit un isolateur optique, soit un affaiblisseur à faible facteur de réflexion, de 5 dB (ou plus), entre l'émetteur et le convertisseur O/E.

- c) sensibilité, adaptée pour produire un affichage lisible sur l'oscilloscope;

Prenons l'exemple de la mesure d'un flux de données optiques sans retour à zéro (NRZ) avec une puissance optique moyenne de -15 dBm. Si la sensibilité de l'oscilloscope est de 10 mV par division, une sensibilité de 790 V/W est nécessaire afin de produire un affichage de 50 mV crête à crête (c'est-à-dire, cinq divisions crête à crête).

- d) puissance optique équivalente de bruit, suffisamment faible pour permettre un affichage mesurable avec précision sur l'oscilloscope;

Prenons l'exemple de la mesure d'un flux de données optiques sans retour à zéro (NRZ) avec une puissance optique moyenne de -15 dBm. Si la largeur de bande de bruit effective du système de mesure est de 470 MHz, et si la valeur efficace du bruit affichée est inférieure à 5 % de la hauteur crête à crête du diagramme oculaire, il faut que la puissance optique équivalente de bruit soit de $145 \text{ pW Hz}^{-1/2}$ ou moins.

- e) fréquence de coupure inférieure (-3 dB), 0 Hz;

Le couplage en courant continu est nécessaire pour deux raisons. Premièrement, les mesures du taux d'extinction ne peuvent pas être réalisées avec suffisamment de précision autrement. Deuxièmement, si l'on utilise un couplage en courant alternatif, les composantes spectrales de faible fréquence du signal mesuré (en dessous de la fréquence de coupure inférieure du convertisseur O/E) sont susceptibles de provoquer une distorsion significative par une modulation d'amplitude de la forme d'onde détectée.

- f) fréquence de coupure supérieure (-3 dB), supérieure à la largeur de bande du filtre passe-bas après le convertisseur O/E;

Afin d'assurer la reproductibilité et la précision, un filtre passe-bas de caractéristiques connues est inséré dans le trajet du signal avant l'oscilloscope. Il convient que ce filtre à lui seul détermine avant toute la largeur de bande effective du système.

- g) réponse transitoire, il convient que le dépassement positif, négatif et les autres anomalies de forme d'onde soient mineurs afin de ne pas gêner la mesure

Il convient que le filtre passe-bas suivant le convertisseur O/E détermine principalement la réponse transitoire du système.

- h) pertes par réflexion électriques de sortie, suffisamment importantes pour éliminer de manière adaptée les réflexions du filtre passe-bas suivant le convertisseur O/E, de 0 Hz à une fréquence nettement supérieure à la largeur de bande du filtre passe-bas;

Une mesure temporelle peut être très imprécise s'il existe des réflexions multiples significatives. De nombreux filtres passe-bas, passifs, à faibles pertes, outre le fait d'être réfléchissants dans la bande atténuée, présentent des réponses en fréquence fortement dépendantes des impédances de terminaison en entrée et en sortie. Une valeur minimale de 15 dB est recommandée pour les pertes par réflexion lorsque des filtres passe-bas passifs sont employés après le convertisseur O/E. Les pertes par réflexion effectives de sortie du convertisseur O/E peuvent être améliorées avec des affaiblisseurs électriques en ligne, aux dépens de niveaux de signal réduits. Finalement, la spécification des pertes par réflexion s'étend au courant continu; autrement, il survient un décalage en courant continu au niveau de la forme d'onde, ce qui provoque une erreur de mesure du taux d'extinction.

- b) input optical reflectance, low enough to avoid excessive back-reflection into the transmitter being measured;

For example, assume that an optical transmitter is specified to tolerate –24 dB reflectance maximum. If the input reflectance of the O/E converter is –30 dB, the converter can be directly connected to the transmitter. If, however, the input reflectance of the O/E converter is –14 dB, a common value, the effective reflectance can be lowered to –24 dB (or less) by inserting either an optical isolator or a low-reflectance attenuator of 5 dB (or more) between the transmitter and the O/E converter.

- c) responsivity, adequate to produce a readable display on the oscilloscope;

For example, assume that a non-return-to-zero (NRZ) optical data stream with an average optical power of –15 dBm is to be measured. If the sensitivity of the oscilloscope is 10 mV per division, a responsivity of 790 V/W is required in order to produce a display of 50 mV peak-to-peak (that is, five divisions peak-to-peak).

- d) optical noise-equivalent power, low enough to result in an accurately measurable display on the oscilloscope;

For example, assume that a non-return-to-zero (NRZ) optical data stream with an average optical power of –15 dBm is to be measured. If the effective noise bandwidth of the measurement system is 470 MHz, and if the displayed root-mean-square noise is to be less than 5 % of the eye pattern peak-to-peak height, the optical noise-equivalent power shall be $145 \text{ pW Hz}^{-1/2}$ or less.

- e) lower cut-off (–3 dB) frequency, 0 Hz;

DC coupling is necessary for two reasons. First, extinction ratio measurements cannot otherwise be performed with sufficient accuracy. Second, if AC-coupling is used, low-frequency spectral components of the measured signal (below the lower cut-off frequency of the O/E converter) may cause significant distortion via amplitude modulation of the detected waveform.

- f) upper cut-off (–3 dB) frequency, greater than the bandwidth of the low-pass filter following the O/E converter;

In order to ensure repeatability and accuracy, a low-pass filter of known characteristics is inserted in the signal path before the oscilloscope. This filter alone should primarily determine the effective system bandwidth.

- g) transient response, overshoot, undershoot, and other waveform aberrations should be minor so as not to interfere with the measurement;

The low-pass filter following the O/E converter should primarily determine the system transient response.

- h) output electrical return loss, high enough, so that reflections from the low-pass filter following the O/E converter are adequately suppressed, from 0 Hz to a frequency significantly greater than the bandwidth of the low-pass filter;

A time-domain measurement may be very inaccurate if significant multiple reflections are present. Many passive, low-loss, low-pass filters, in addition to being reflective in the stop band, have frequency responses that are strongly dependent on the termination impedances at the input and output. A minimum value of 15 dB for the return loss is recommended when passive low-pass filters are employed following the O/E converter. The effective output return loss of the O/E converter may be improved with in-line electrical attenuators, at the expense of reduced signal levels. Finally, the return loss specification extends to d.c., since otherwise, a d.c. shift in the waveform will occur, causing extinction ratio measurements to be in error.

3.1.2 Séparateur de signal résistif (facultatif)

S'il faut dériver le signal de déclenchement pour l'oscilloscope de la forme d'onde optique elle-même, il est nécessaire d'effectuer un prélèvement à un certain point du trajet du signal. Un séparateur de signal résistif (diviseur de puissance) à l'emplacement indiqué à la figure 2 fournit une branche à partir de laquelle il est possible de dériver le signal de déclenchement.

3.1.3 Filtre passe-bas en phase linéaire

Généralement, un des principaux objectifs de la mesure du diagramme oculaire consiste à vérifier certaines prescriptions de caractéristiques fonctionnelles telles que le temps de montée, le temps de descente, le dépassement, etc. Si la largeur de bande du système de mesure est beaucoup plus importante que nécessaire, des détails de haute fréquence (probablement non significatifs) relatifs à la forme d'onde tendent à embrouiller les mesures souhaitées. De même, étant donné que des montages de mesure différents présenteraient des largeurs de bande différentes, la reproductibilité entre les montages serait pratiquement impossible à obtenir.

Afin d'assurer la reproductibilité et la précision, un filtre passe-bas de caractéristiques connues est inséré dans le trajet du signal avant l'oscilloscope. Il convient que ce filtre à lui seul détermine principalement la largeur de bande effective du système. La largeur de bande du filtre passe-bas est déterminée par le type de mesure réalisée. Il convient d'indiquer explicitement la largeur de bande et les caractéristiques de la fonction de transfert du filtre passe-bas dans le document spécifiant les paramètres de forme d'onde optique.

Un type de mesure de diagramme oculaire simule effectivement le signal résultant à la sortie d'un récepteur optique à débit binaire spécifique. Ce type de récepteur, de façon typique, possède une largeur de bande quelque peu inférieure à la fréquence d'horloge. Pour ce type de mesure, une largeur de bande de filtre passe-bas -3 dB de $0,75/T$ (où T est l'intervalle binaire, en secondes, du signal d'information) est souvent utilisée. Le diagramme oculaire résultant est comparé à un «masque» afin de vérifier qu'il est conforme à la spécification.

Un type de mesure de diagramme oculaire différent implique la mesure du temps de montée, du temps de descente, de la largeur d'impulsion et d'autres paramètres temporels d'une unité d'émission optique. Pour ce type de mesure, il faut que la largeur de bande du système soit supérieure à celle décrite ci-dessus. Il est nécessaire que la largeur de bande de -3 dB du filtre passe-bas dans ce cas soit suffisamment grande pour permettre la vérification des temps de montée et de descente maximaux (par exemple, un tiers d'un intervalle binaire), mais suffisamment réduite pour éliminer des détails peu importants relatifs à la forme d'onde à haute fréquence. Une largeur de bande de filtre passe-bas de $3,0/T$ est une valeur de compromis typique pour ce type de mesure.

Quel que soit le type de mesure de diagramme oculaire, il convient que le filtre ait une réponse en phase linéaire pour des fréquences atteignant et dépassant quelque peu la largeur de bande de -3 dB du filtre. Si la réponse en phase est linéaire (impliquant ainsi un retard de groupe constant) jusqu'à des fréquences de fort affaiblissement, il convient que de faibles variations au niveau des largeurs de bande de filtre n'influencent pas les mesures de forme d'onde de façon significative (voir le tableau 1).

Exemple de spécifications de filtre passe-bas pour un filtre de $0,75/T$:

- impédance caractéristique: valeur nominale 50Ω ;
- largeur de bande -3 dB: $0,75/T$, Hz;
- type de filtre: Bessel-Thomson du quatrième ordre.

3.1.2 Resistive signal splitter (optional)

If the trigger signal for the oscilloscope is to be derived from the optical waveform itself, it is necessary to tap into the signal path at some point. A resistive signal splitter (power divider) at the location indicated in figure 2 provides a branch from which to derive the trigger signal.

3.1.3 Linear-phase low-pass filter

Generally, one of the primary purposes of measuring the optical eye pattern is to verify certain performance requirements such as rise and fall time, overshoot, etc. If the measurement system bandwidth is much greater than needed, high frequency (and probably insignificant) details of the waveform will tend to obscure the desired measurement. Also, since different measurement setups would have different bandwidths, repeatability between setups would be almost impossible to achieve.

In order to ensure repeatability and accuracy, a low-pass filter of known characteristics is inserted in the signal path prior to the oscilloscope. This filter alone should primarily determine the effective system bandwidth. The type of measurement being performed determines the bandwidth of the low-pass filter. The bandwidth and transfer function characteristics of the low-pass filter should be explicitly stated in the detail specifications.

One type of eye pattern measurement effectively simulates the signal that would result at the output of a bit-rate-specific optical receiver. This type of receiver typically has a bandwidth that is somewhat less than the clock frequency. For this type of measurement, a low-pass filter of –3 dB bandwidth of $0,75/T$ (where T is the bit interval, in seconds, of the data signal) is often used. The resulting eye pattern is compared to a "mask" to verify compliance with specification.

A different type of eye pattern measurement involves measuring the rise time, fall time, pulse width, and other time-domain parameters of an optical transmitter unit. For this type of measurement, the system bandwidth shall be greater than described above. The –3 dB bandwidth of the low-pass filter in this case needs to be high enough to allow verification of maximum rise and fall times (for example, one-third of a bit intervals), but low enough to eliminate unimportant high-frequency waveform details. A low-pass filter bandwidth of $3,0/T$ is a typical compromise value for this type of measurement.

Regardless of the type of eye pattern measurement, the filter should have a linear phase response at frequencies up to and somewhat beyond the filter –3 dB bandwidth. If the phase response is linear (implying that the group delay is constant) up to frequencies of high attenuation, slight variations in filter bandwidths should not significantly affect the waveform measurements (see table 1).

Example low-pass filter specifications for a $0,75/T$ filter are as follows:

- characteristic impedance: 50 Ω nominal;
- –3 dB bandwidth: $0,75/T$, Hz;
- filter type: fourth-order Bessel-Thomson.

Tableau 1 – Caractéristiques de réponse en fréquence

Fréquence divisée par le débit binaire	Affaiblissement nominal dB	Tolérance d'affaiblissement dB	Distorsion maximale du retard de groupe s
0,15	0,1	0,3	–
0,30	0,4	0,3	–
0,45	1,0	0,3	–
0,60	1,9	0,3	0,0027
0,75	3,0	0,3	0,0087
0,90	4,5	0,3	0,0257
1,00	5,7	0,3	0,0447
1,05	6,4	0,39	0,0557
1,20	8,5	0,64	0,1007
1,35	10,9	0,90	0,1407
1,50	13,4	1,15	0,1907
2,00	21,5	2,0	0,3007

3.1.4 Oscilloscope

Il convient que l'oscilloscope affichant le diagramme oculaire présente une largeur de bande amplement supérieure à la largeur de bande du filtre passe-bas, de manière que l'oscilloscope ne constitue pas l'élément de limitation de largeur de bande dans le système de mesure. L'oscilloscope est déclenché soit à partir d'un signal d'horloge local synchrone avec le diagramme oculaire, soit à partir d'un signal de synchronisation dérivé de la forme d'onde optique elle-même.

Les figures 4 et 5 illustrent les largeurs de bande d'oscilloscope couramment utilisées pour les mesures de diagramme oculaire.

L'oscilloscope doit posséder une fonction histogramme de la partie verticale pour la mesure du taux d'extinction.

3.1.5 Réponse globale du système

La mesure du diagramme oculaire est manifestement une mesure temporelle, et il est nécessaire qu'elle représente de façon précise la forme d'onde optique. Il convient de la réaliser sans introduire de dépassement, de suroscillation indésirables ou d'autres anomalies de forme d'onde. Alors qu'il est plus pratique de spécifier les composantes individuelles du système de mesure dans le domaine fréquentiel, le système final assemblé est également susceptible de devoir respecter certaines limites de caractéristiques fonctionnelles dans le domaine temporel.

Même un filtre Bessel-Thomson idéal du quatrième ordre présente un dépassement d'environ 1 %, et un temps de montée (10 % à 90 %) d'environ $0,35/B$, B représentant la largeur de bande en hertz. De ce fait, il se peut que le système de mesure global soit tenu de présenter des caractéristiques fonctionnelles similaires aux caractéristiques suivantes:

- temps de montée, temps de descente (10 % – 90 %): $0,43/B$ maximum, $0,29/B$ minimum;
- temps de montée, temps de descente (20 % – 80 %): $0,35/B$ maximum, $0,23/B$ minimum;
- dépassement positif, négatif: 5 % maximum.

Table 1 – Frequency response characteristics

Frequency divided by bit rate	Nominal attenuation	Attenuation tolerance	Maximum group delay distortion
	dB	dB	s
0,15	0,1	0,3	–
0,30	0,4	0,3	–
0,45	1,0	0,3	–
0,60	1,9	0,3	$0,002 T$
0,75	3,0	0,3	$0,008 T$
0,90	4,5	0,3	$0,025 T$
1,00	5,7	0,3	$0,044 T$
1,05	6,4	0,39	$0,055 T$
1,20	8,5	0,64	$0,100 T$
1,35	10,9	0,90	$0,140 T$
1,50	13,4	1,15	$0,190 T$
2,00	21,5	2,0	$0,300 T$

3.1.4 Oscilloscope

The oscilloscope that displays the optical eye pattern should have a bandwidth well in excess of the bandwidth of the low-pass filter, so that the oscilloscope is not the bandwidth-limiting item of the measurement system. The oscilloscope is triggered either from a local clock signal that is synchronous with the optical eye pattern, or from a synchronization signal derived from the optical waveform itself.

Figures 4 and 5 illustrate oscilloscope bandwidths that are commonly used in eye pattern measurements.

The oscilloscope shall have a vertical-channel histogram function for extinction ratio measurement.

3.1.5 Overall system response

The eye pattern measurement is obviously a time-domain measurement, and needs to accurately represent the optical waveform. This should be done without introducing undesirable overshoot, ringing, and other waveform aberrations. While the individual components of the measurement system are most conveniently specified in the frequency-domain, the final assembled system may also be required to meet certain time-domain performance limits.

Even an ideal fourth-order Bessel-Thomson filter will have an overshoot of about 1 %, and a rise time (10 % to 90 %) of about $0,35/B$, where B is the bandwidth in hertz. In view of this, the overall measurement system shall be required to demonstrate performance is similar to the following:

rise time, fall time (10 % – 90 %):	$0,43/B$ maximum, $0,29/B$ minimum;
rise time, fall time (20 % – 80 %):	$0,35/B$ maximum, $0,23/B$ minimum;
overshoot, undershoot:	5 % maximum.

3.2 Système de synchronisation de l'oscilloscope

Un signal de synchronisation stable est primordial pour effectuer une mesure précise du diagramme oculaire. Dans l'idéal, le signal de synchronisation est fourni par l'unité d'émission optique. Cependant, étant donné que ce signal de synchronisation est susceptible de ne pas être présent au niveau d'un point d'interface optique, il peut être nécessaire de dériver ce signal de la forme d'onde optique elle-même.

Certains oscilloscopes permettent un déclenchement à partir de transitions au niveau du diagramme de données détecté, soit de façon interne (de la partie verticale) ou externe (à partir d'une entrée de déclenchement séparée). Bien qu'elle soit simple en pratique, cette méthode n'est pas recommandée pour réaliser des mesures précises. Les formes d'ondes optiques sont généralement assez «bruyantes», et pour un déclenchement dû à des transitions dans le diagramme de données, le diagramme oculaire observé est modifié par le réglage précis du seuil de déclenchement. La gigue dans la forme d'onde optique est également difficile à observer, car il se peut que la gigue soit masquée par le processus de déclenchement. Enfin, il est possible que la largeur de bande du détecteur de transition soit insuffisante dans de nombreux oscilloscopes pour permettre un déclenchement fiable et reproductible.

Il existe une méthode plus fiable utilisant la forme d'onde optique pour la synchronisation de l'oscilloscope; elle utilise un oscillateur externe «asservi» au signal optique. Cette méthode est similaire à celle utilisée pour rétablir l'horloge dans un récepteur optique, mais elle est appliquée avec un matériel d'essai disponible dans le commerce plutôt qu'avec un circuit sur mesure. Cette méthode fournit un signal de déclenchement très stable, et permet de visualiser directement la gigue dans la forme d'onde optique. L'annexe A de la présente procédure comprend la description détaillée d'un système de synchronisation d'oscilloscope et de l'équipement associé.

3.3 Générateur de combinaison d'impulsions

Le générateur de combinaison d'impulsions doit être en mesure de fournir au système une suite binaire pseudo-aléatoire et des suites de mots programmables qui soient cohérentes avec le format de signal (forme d'impulsion, amplitude, etc.) requis par l'interface électrique d'entrée du système du dispositif d'émission.

3.4 Mesureur de puissance optique

Le mesureur de puissance optique utilisé doit avoir une résolution d'au moins 0,1 dB, et doit être étalonné pour la longueur d'onde de fonctionnement du matériel en essai.

3.5 Affaiblisseur optique

L'affaiblisseur doit être capable de fournir un affaiblissement en échelons inférieur ou égal à 1 dB et il convient qu'il soit en mesure de régler le niveau d'entrée du convertisseur O/E.

Il convient de prendre soin d'éviter toute réflexion en retour dans l'émetteur.

3.6 Câble de liaison

Sauf spécification contraire, les câbles de liaison d'essai doivent présenter des propriétés physiques et optiques normalement égales à celles des câbles dans l'industrie avec lesquels le matériel est destiné à fonctionner. Les câbles de liaison doivent avoir une longueur de 2 m à 5 m et doivent comporter des fibres dont les revêtements suppriment la lumière de la gaine. Des connecteurs appropriés doivent être utilisés. Des câbles de liaison monomodes doivent être mis en place avec deux boucles de 90 mm de diamètre. Si le matériel est destiné à un fonctionnement multimode et que l'on ignore le type de câble industriel prévu, la taille de la fibre doit être de 62,5/125 μm .

3.2 Oscilloscope synchronization system

A stable synchronization signal is essential for accurate eye pattern measurement. Ideally, the optical transmitter unit provides the synchronization signal. However, since this synchronization signal may not be present at an optical interface point, it may be necessary to derive the signal from the optical waveform itself.

Some oscilloscopes will allow triggering from transitions in the detected data pattern, either internally (from the vertical channel) or externally (from a separate trigger input). While conveniently simple, this method is not recommended for performing accurate measurements. Optical waveforms are usually fairly "noisy", and by triggering on transitions in the data pattern, the observed eye pattern will be changed by the precise adjustment of the trigger threshold. Also, jitter in the optical waveform itself will be difficult to observe, since the triggering process may mask jitter. Finally, the bandwidth of the transition detector in many oscilloscopes may be insufficient to allow reliable, repeatable triggering.

A more reliable method of using the optical waveform for oscilloscope synchronization is to use an external oscillator which is "locked" to the optical signal. This is similar to the method used to recover the clock in an optical receiver, but is accomplished with commercially available test equipment rather than with custom circuitry. This method provides a very stable trigger signal, and allows jitter in the optical waveform to be viewed directly. A detailed description of an oscilloscope synchronization system and associated equipment is given in annex A.

3.3 Pulse pattern generator

The pulse pattern generator shall be capable of providing a pseudo random bit sequence and programmable word patterns to the system consistent with the signal format (pulse shape, amplitude, etc.) required at the system input electrical interface of the transmitter device.

3.4 Optical power meter

The optical power meter shall be used which has a resolution of at least 0,1 dB, and which has been calibrated for the wavelength of operation for the equipment to be tested.

3.5 Optical attenuator

The attenuator shall be capable of attenuation in steps less than, or equal to 1 dB and should be able to adjust the input level of the O/E converter.

Care should be taken to avoid back reflection into the transmitter.

3.6 Jumper cable

Unless otherwise specified, the test jumpers shall have physical and optical properties normally equal to those of the cable plant with which the equipment is intended to operate. The jumpers shall be 2 m to 5 m long, and shall contain fibres with coatings, which remove cladding light. Appropriate connectors shall be used. Single-mode jumpers shall be deployed with two 90 mm diameter loops. If the equipment is intended for multimode operation and the intended cable plant is unknown, the fibre size shall be 62,5/125 μm .

4 Echantillon d'essai

L'échantillon d'essai doit être un émetteur à fibre optique spécifié. Les entrées et sorties du système doivent être celles normalement vues par l'utilisateur du système. L'émetteur d'essai doit être installé dans la configuration de mesure indiquée à la figure 1.

5 Procédure

Dans le cadre de la mesure d'un diagramme oculaire, il est possible qu'un signal de synchronisation soit disponible ou non pour le déclenchement de l'oscilloscope. Certaines parties de cet article, en référence à la technique de synchronisation décrite dans l'annexe A, sont présentées comme des sous-paragraphes (par exemple, 5.1.3.1, 5.1.6.1, 5.1.6.2, etc.). Si l'on utilise un signal de synchronisation local, les paragraphes relatifs au système de synchronisation peuvent être ignorés. (Si on le souhaite, l'oscilloscope peut être directement déclenché par le front avec la forme d'onde détectée, mais la gigue de front sera brouillée au point de déclenchement et pourrait éventuellement être détériorée pour d'autres fronts de forme d'onde.)

5.1 Méthode 1: Mesure de la forme d'onde de base

5.1.1 Sauf spécification contraire, les conditions de fonctionnement normalisées s'appliquent. La température ainsi que l'humidité ambiantes ou du point de référence doivent être spécifiées.

5.1.2 Appliquer la tension d'entrée de borne appropriée au système en essai. Suivre les conditions de fonctionnement appropriées. Accorder à la borne en essai à temps suffisant (30 min sauf spécification contraire du fabricant) lui permettant d'atteindre des conditions de température et de caractéristiques de fonctionnement à l'état stable.

5.1.3 Déterminer le débit d'informations du signal optique en essai. Sélectionner le filtre passe-bas approprié, correspondant à la spécification de débit et de contrôle. Connecter le matériel d'essai comme indiqué dans la figure 1, et appliquer la puissance. Si l'on utilise un oscilloscope d'échantillonnage, vérifier qu'aucun moyennage ou lissage de signaux n'est appliqué et que la boucle d'essai est correctement réglée, le cas échéant. Régler l'affichage horizontal de l'oscilloscope à approximativement $0,3T$ par division, T étant défini en 3.1.3. Laisser une durée de préchauffage suffisante au matériel d'essai.

Référez à la figure A.1 quand on utilise la technique de synchronisation décrite dans l'annexe A. Choisir et installer la ligne à retard appropriée pour utilisation dans le détecteur de transition. Régler le générateur de signaux à la fréquence correspondante au débit d'informations. (Si nécessaire, on peut utiliser une fréquence d'un tiers ou d'un cinquième du débit d'informations.)

5.1.4 Utiliser les câbles à fibres optiques appropriés; connecter l'entrée du convertisseur O/E au point d'interface optique en essai, si nécessaire.

5.1.5 Régler la position verticale et la sensibilité de l'oscilloscope afin d'obtenir un affichage centré couvrant environ la moitié de la dimension verticale de l'écran. Une synchronisation avec le diagramme de données n'est pas nécessaire à ce moment.

5.1.6 Synchronisation de l'oscilloscope: régler, si nécessaire, le niveau de déclenchement afin d'obtenir un affichage de forme d'onde stable.

5.1.6.1 Régler l'affaiblisseur électrique, si nécessaire, afin d'obtenir une tension crête à crête comprise entre 0,8 V et 1,2 V à la sortie de l'amplificateur de propagation de synchronisation.

4 Test sample

The test sample shall be a specified fibre optic transmitter. The system inputs and outputs shall be those normally seen by the user of the system. The test transmitter shall be installed in the measurement configuration, as shown in figure 1.

5 Procedure

In measuring an optical eye pattern, a synchronization signal for triggering the oscilloscope may or may not be available. Portions of this clause that make use of the synchronization technique described in annex A are shown as secondary subclauses (for example, 5.1.3.1, 5.1.6.1, 5.1.6.2, and so on). If a local sync signal is used, the subclauses relating to the synchronization system may be ignored. (If desired, the oscilloscope may be directly edge-triggered with the detected waveform, but only edge jitter will be obscured at the trigger point, and may possibly be worsened at other waveform edges.)

5.1 Method 1: Basic waveform measurement

5.1.1 Unless otherwise specified, standard operating conditions apply. The ambient or reference point temperature and humidity shall be specified.

5.1.2 Apply appropriate terminal input voltage to the system under test. Follow appropriate operating conditions. Allow sufficient time (30 min, unless otherwise specified by the manufacturer) for the terminal under test to reach steady-state temperature and performance conditions.

5.1.3 Determine the data rate of the optical signal to be tested. Select the appropriate low-pass filter corresponding to the data rate and controlling specification. Connect the test equipment, as shown in figure 1, and apply power. If a sampling oscilloscope is used, verify that no signal averaging or smoothing is being applied, and that the sampling loop gain is properly adjusted, if applicable. Set the horizontal display of the oscilloscope to approximately $0,37$ per division, where T is as defined in 3.1.3. Allow sufficient warm-up time for the test equipment.

Refer to figure A.1 when using the synchronization technique as described in annex A. Select and install the appropriate delay line to be used in the transition detector. Set the signal generator to the frequency corresponding to the data rate. (If necessary, a frequency that is one-third or one-fifth of the data rate may be used.)

5.1.4 Use appropriate optical fibre cables; if necessary connect the input of the O/E converter to the optical interface point being tested.

5.1.5 Adjust the vertical position and sensitivity of the oscilloscope to obtain a centred display covering about half of the vertical screen dimension. Synchronization with the data pattern need not be present at this time.

5.1.6 Oscilloscope synchronization: adjust the trigger level, if necessary, to obtain a stable waveform display.

5.1.6.1 Adjust the electrical attenuator, if necessary, to obtain a peak-to-peak voltage in the range of $0,8$ V to $1,2$ V at the output of the synchronization path amplifier.

5.1.6.2 Tandis que le générateur de signaux est en mode non asservi (c'est-à-dire que FM en courant continu est hors tension), observer la tension indiquée par le voltmètre.

5.1.6.3 Régler le générateur de signaux en mode courant continu-FM externe, et le gain de déviation FM à 50 kHz/V.

5.1.6.4 Tout en observant l'affichage de l'oscilloscope, régler la fréquence centrale du générateur de signaux (si nécessaire) jusqu'à obtenir un asservissement en phase.

5.1.6.5 Continuer le réglage de la fréquence centrale jusqu'à ce que le voltmètre indique une tension continue, avec une marge de ± 1 mV, de la tension mesurée en 5.1.6.2.

5.1.6.6 Réduire le gain de déviation FM jusqu'à ce que le voltmètre indique une tension continue différente de plus de ± 1 mV de la tension mesurée en 5.1.6.2 ci-dessus, tout en assurant le maintien de l'asservissement en phase.

5.1.6.7 On peut également répéter les deux étapes précédentes, jusqu'à ce qu'aucune diminution supplémentaire du gain de déviation FM ne soit possible sans perte de l'asservissement en phase. Augmenter ensuite le gain de déviation FM par un facteur de dix et maintenir à ce réglage. (Cette procédure fournit une largeur de bande de boucle à phase asservie telle que cette dérive en basse fréquence peut être suivie par la boucle, sans réduire la gigue de fréquence supérieure affichée sur l'oscilloscope.)

5.1.7 Régler les commandes verticales et horizontales de l'oscilloscope afin de produire l'affichage désiré du diagramme oculaire.

5.1.8 Si on le désire, photographier, imprimer ou stocker en mécanisme de mémoire la forme d'onde affichée en vue de calculs ultérieurs. Autrement, il faut réaliser les mesures sur l'écran.

5.1.9 Déconnecter ou bloquer d'une autre façon l'entrée du signal optique au niveau du convertisseur O/E au moyen de l'affaiblisseur optique. Observer ou enregistrer la trace de l'oscilloscope dans cet état afin de déterminer le niveau d'obscurité. Cette information est nécessaire pour les calculs de taux d'extinction.

5.2 Méthode 2: Autre méthode de mesure d'extinction utilisant la fonction histogramme

5.2.1 Sauf spécification contraire, les conditions de fonctionnement normalisées s'appliquent. La température et l'humidité ambiantes ou du point de référence doivent être spécifiées.

5.2.2 Appliquer la tension d'entrée de borne appropriée au système en essai. Suivre les conditions de fonctionnement appropriées. Accorder à la borne en essai un temps suffisant (30 min, sauf spécification contraire du fabricant) lui permettant d'atteindre une température et des conditions de fonctionnalité à l'état stable.

5.2.3 Déterminer le débit d'informations du signal optique en essai. Sélectionner le filtre passe-bas approprié correspondant à la spécification de débit d'informations et de contrôle. Connecter le matériel d'essai comme indiqué à la figure 1, et appliquer la puissance. Si l'on utilise un oscilloscope d'échantillonnage, vérifier qu'aucun moyennage ou lissage de signaux n'est appliqué et que la boucle d'essai est correctement réglée, le cas échéant. Régler l'affichage horizontal de l'oscilloscope à approximativement $0,3T$ par division, T étant défini en 3.1.3. Laisser une durée de préchauffage suffisante au matériel d'essai.

5.2.4 Selon les conditions de fonctionnement normalisées, toutes les entrées de bornes sont entièrement chargées avec des données pseudo-aléatoires (longueur maximale de mot possible: typiquement $2^{23}-1$).

5.2.5 Connecter le câble de liaison au connecteur d'entrée du convertisseur O/E.

5.1.6.2 With the signal generator in the unlocked mode (that is, with DC-FM turned off) observe the voltage indicated by the voltmeter.

5.1.6.3 Set the signal generator to the external DC-FM mode, and set the FM deviation gain to 50 kHz/V.

5.1.6.4 While observing the oscilloscope display, adjust the centre frequency of the signal generator (if necessary) until phase-lock is achieved.

5.1.6.5 Continue adjusting the centre frequency until the voltmeter indicates a d.c. voltage within ± 1 mV of the voltage measured in 5.1.6.2.

5.1.6.6 Reduce the FM deviation gain until the voltmeter indicates a d.c. voltage more than ± 1 mV away from the voltage measured in 5.1.6.2 above, while ensuring that phase-lock is maintained.

5.1.6.7 Alternately, repeat the previous two steps, until no further decrease in FM deviation gain is possible without loss of phase-lock. Then increase the FM deviation gain by a factor of ten, and leave it at this setting. (This procedure provides a phase-locked loop bandwidth so that low-frequency drift may be tracked by the loop, without reducing the amount of higher-frequency jitter displayed on the oscilloscope.)

5.1.7 Adjust the vertical and horizontal controls of the oscilloscope to produce the desired eye pattern display.

5.1.8 If desired, photograph, print, or store in a memory device the displayed waveform for later calculations. Otherwise, measurements shall be performed on screen.

5.1.9 Disconnect or otherwise block the optical signal input to the O/E converter by using the optical attenuator. Observe or record the oscilloscope trace under this condition to determine the dark level. This information is necessary for extinction ratio calculations.

5.2 Method 2: Alternative extinction measurement method using the histogram function

5.2.1 Unless otherwise specified, standard operating conditions apply. The ambient or reference point temperature and humidity shall be specified.

5.2.2 Apply appropriate terminal input voltage to the system under test. Follow appropriate operating conditions. Allow sufficient time (30 min, unless otherwise specified by the manufacturer) for the terminal under test to reach steady-state temperature and performance conditions.

5.2.3 Determine the data rate of the optical signal to be tested. Select the appropriate low-pass filter corresponding to the data rate and controlling specification. Connect the test equipment as shown in figure 1, and apply power. If a sampling oscilloscope is used, verify that no signal averaging or smoothing is being applied, and that the sampling loop gain is properly adjusted, if applicable. Set the horizontal display of the oscilloscope to approximately $0,3 T$ per division, where T is as defined in 3.1.3. Allow sufficient warm-up time for the test equipment.

5.2.4 As part of standard operating conditions, all terminal inputs are fully loaded with the pseudo random data (maximum possible word length, typically $2^{23} - 1$).

5.2.5 Connect the jumper cable to the input connector of the O/E converter.

5.2.6 Régler l'affaiblisseur optique de façon que la puissance d'entrée du convertisseur O/E corresponde au niveau de puissance d'entrée spécifiée.

5.2.7 Reconnecter le câble de liaison au connecteur d'entrée du convertisseur O/E.

5.2.8 Régler la position verticale et la sensibilité de l'oscilloscope afin d'obtenir un affichage centré recouvrant environ la moitié de la dimension verticale de l'écran. La synchronisation avec le diagramme de données n'est pas nécessaire à ce moment.

5.2.9 Synchronisation de l'oscilloscope: régler le niveau de déclenchement afin d'obtenir un affichage de forme d'onde stable. Les paragraphes 5.1.6.1 à 5.1.6.7 renseignent sur l'utilisation de la technique de synchronisation décrite dans l'annexe A.

5.2.10 Régler les commandes verticales et horizontales de l'oscilloscope pour produire l'affichage souhaité du diagramme oculaire.

5.2.11 Si on le désire, photographier, imprimer ou stocker en mécanisme de mémoire la forme d'onde affichée en vue de calculs ultérieurs. Autrement, il faut réaliser les mesures sur l'écran.

5.2.12 Déconnecter ou bloquer d'une autre façon l'entrée de signal optique au convertisseur O/E en utilisant l'affaiblisseur optique.

5.2.13 Régler les commandes verticales de l'oscilloscope pour déterminer le niveau d'obscurité. Enregistrer le niveau d'obscurité (b_{dark}).

5.2.14 Régler l'affaiblisseur optique selon le réglage précédent indiqué en 5.2.6

5.2.15 Mesurer le niveau vertical par la fonction histogramme de l'oscilloscope, comme indiqué à la figure 6. L'intervalle de temps de l'histogramme est mT . Sauf spécification contraire, m doit être égal à 1.

5.2.16 Lire la tension crête correspondant à la puissance optique du niveau logique 1 (b_1) indiquée sur l'histogramme.

5.2.17 Lire la tension crête correspondant à la puissance optique du niveau logique 0 (b_0), indiquée sur l'histogramme.

5.3 Méthode 3: Autre méthode de mesure d'extinction utilisant le mesureur de puissance optique

5.3.1 Sauf spécification contraire, les conditions de fonctionnement normalisées s'appliquent. La température et l'humidité ambiantes ou du point de référence doivent être spécifiées.

5.3.2 Appliquer la tension d'entrée de borne appropriée au système en essai. Suivre les conditions de fonctionnement appropriées. Accorder à la borne en essai un temps suffisant (30 min sauf spécification contraire du fabricant) pour atteindre une température et des conditions de fonctionnalité à l'état stable.

5.3.3 Déterminer le débit d'informations du signal optique en essai. Connecter le matériel d'essai comme indiqué à la figure 1, et appliquer la puissance. Accorder une durée de préchauffage suffisante pour le matériel d'essai.

5.2.6 Adjust the optical attenuator to set the O/E converter input power at the manufacturer specified input power level.

5.2.7 Reconnect the jumper cable to the input connector of the O/E converter.

5.2.8 Adjust the vertical position and sensitivity of the oscilloscope to obtain a centred display covering about half of the vertical screen dimension. Synchronization with the data pattern need not be present at this time.

5.2.9 Oscilloscope synchronization: adjust the trigger level as necessary to obtain a stable waveform display. Refer to subclauses 5.1.6.1 to 5.1.6.7 to use the synchronization technique described in annex A.

5.2.10 Adjust the vertical and horizontal controls of the oscilloscope to produce the desired eye pattern display.

5.2.11 If desired, photograph, print, or store in a memory device the displayed waveform for later calculations. Otherwise, measurements must be performed on-screen.

5.2.12 Disconnect or otherwise block the optical signal input to the O/E converter by using the optical attenuator.

5.2.13 Adjust the vertical control of the oscilloscope to determine the dark level. Record the dark level (b_{dark})

5.2.14 Set the optical attenuator to the adjustment of 5.2.6.

5.2.15 Measure the vertical level by histogram function of the oscilloscope, as shown in figure 6. The time range of the histogram is mT . Unless otherwise specified, m shall be 1.

5.2.16 Read the peak voltage corresponding to the optical power of the logic 1 level (b_1), indicated on the histogram.

5.2.17 Read the peak voltage corresponding to the optical power of the logic 0 level (b_0), indicated on the histogram.

5.3 Method 3: Alternative extinction measurement method using the optical power meter

5.3.1 Unless otherwise specified, standard operating conditions apply. The ambient or reference point temperature and humidity shall be specified.

5.3.2 Apply appropriate terminal input voltage to the system under test. Follow appropriate operating conditions. Allow sufficient time (30 min., unless otherwise specified by the manufacturer) for the terminal under test to reach steady-state temperature and performance conditions.

5.3.3 Determine the data rate of the optical signal to be tested. Connect the test equipment as shown in figure 1, and apply power. Allow sufficient warm-up time for the test equipment.

5.3.4 Selon les conditions de fonctionnement normalisées, toutes les entrées de bornes sont entièrement chargées avec des données pseudo-aléatoires (longueur maximale de mot possible: typiquement $2^{23}-1$).

5.3.5 Connecter le câble de liaison de la sortie de l'affaiblisseur optique au mesureur de puissance optique.

5.3.6 Fixer le taux de travail du signal optique à $\frac{1}{2}$.

5.3.7 Mesurer la puissance optique ($P_{1/2}$).

5.3.8 Fixer le taux de travail du signal optique à $1/n$. Sauf spécification contraire, n doit être égal à 4.

5.3.9 Mesurer la puissance optique ($P_{1/n}$).

6 Calculs

6.1 Méthode 1: Mesure de la forme d'onde de base

Se reporter aux définitions ci-dessous et à la figure 3 fournissant des échantillons de calculs. Les figures 4 et 5 illustrent des exemples types de formes d'onde mesurées.

B_{dark} : tension indiquée sur l'oscilloscope lorsque la puissance optique est supprimée ou bloquée au niveau du convertisseur O/E.

b_0 : tension correspondant à la puissance optique nominale du niveau logique 0.

Si l'oscilloscope fournit des histogrammes de tension, ceux-ci sont susceptibles d'être utiles pour déterminer cette valeur. Il est possible d'estimer, à partir d'un diagramme oculaire filtré (Bessel-Thomson de quatrième ordre, largeur de bande $0,75/T$), que le niveau logique 0 représente la tension logique 0 prévalante sur une période binaire entière. Il faut prendre soin de s'assurer que le nombre d'échantillons pris pour l'histogramme est suffisamment grand pour éliminer l'incertitude causée par le bruit sur la forme d'onde.

b_1 : tension correspondant à la puissance optique nominale du niveau logique 1.

Si l'oscilloscope fournit des histogrammes de tension, ceux-ci sont susceptibles d'être utiles pour déterminer cette valeur. Pour le codage de ligne optique sans retour à zéro (NRZ), il est possible d'estimer, à partir d'un diagramme oculaire filtré (Bessel-Thomson de quatrième ordre, largeur de bande $0,75/T$), que le niveau logique 1 représente la tension logique 1 prévalante sur une période binaire entière. Il faut prendre soin de s'assurer que le nombre d'échantillons pris pour l'histogramme est suffisamment grand pour éliminer l'incertitude causée par le bruit sur la forme d'onde. Noter que l'on présume b_1 plus grand que b_0 . Noter également que pour le codage de ligne optique avec retour à zéro (RZ), la détermination de b_1 est quelque peu subjective, car il est possible que la puissance optique ne se stabilise pas à un niveau particulier durant la période binaire.

$(b_1 - b_0)$: différence de tension entre le niveau logique nominal 1 et le niveau logique nominal 0.

5.3.4 As part of standard operating conditions, all the terminal inputs are fully loaded with the pseudo random data (maximum possible word length, typically $2^{23}-1$).

5.3.5 Connect the jumper cable from the output of the transmitter to the optical power meter.

5.3.6 Set the mark ratio of the optical signal to $\frac{1}{2}$.

5.3.7 Measure the optical power ($P_{\frac{1}{2}}$).

5.3.8 Set the mark ratio of the optical signal to $1/n$. Unless otherwise specified, n shall be 4.

5.3.9 Measure the optical power ($P_{1/n}$).

6 Calculation

6.1 Method 1: Basic waveform measurement

Refer to the definitions below and to figure 3 for sample calculations. Figures 4 and 5 illustrate typical examples of measured waveforms.

b_{dark} : the voltage indicated on the oscilloscope when optical power is removed or blocked from the O/E converter.

b_0 : the voltage corresponding to the nominal optical power of the logic 0 level.

If available in the oscilloscope, voltage histograms may be useful to determine this value. The logic 0 level may be estimated from a filtered optical eye pattern (fourth-order Bessel-Thomson, $0,75/T$ bandwidth) as the most prevalent logic 0 voltage measured across an entire bit period. Care shall be taken to assure that the number of samples taken for the histogram is adequately large to overcome the uncertainty caused by noise on the waveform.

b_1 : the voltage corresponding to the nominal optical power of the logic 1 level.

If available in the oscilloscope, voltage histograms may be useful to determine this value. For non-return-to-zero (NRZ) optical line coding, the logic 1 level may be estimated from a filtered optical eye pattern (fourth-order Bessel-Thomson, $0,75/T$ bandwidth) as the most prevalent logic 1 voltage measured across an entire bit period. Care shall be taken to assure that the number of samples taken for the histogram is adequately large to overcome the uncertainty caused by noise on the waveform. Note that b_1 is assumed to be greater than b_0 . Note also, that for return-to-zero (RZ) optical line coding, the determination of b_1 is somewhat subjective, since the optical power may not stabilize at a particular level during the bit period.

$(b_1 - b_0)$: the difference in voltage between the nominal logic 1 level and the nominal logic 0 level.

Taux d'extinction: rapport de l'énergie optique (durant un intervalle portant sur un seul bit) dans une impulsion logique 1 et de l'énergie optique (durant un intervalle portant sur un seul bit) de logique nominale zéro.

Pour un codage de ligne optique sans retour à zéro (NRZ), il est permis de déterminer le taux d'extinction en mesurant l'oculaire filtré (Bessel-Thomson de quatrième ordre, largeur de bande $0,75/T$) pour un taux de ligne maximal et de calculer le taux:

$$(b_1 - b_{\text{dark}}) / (b_0 - b_{\text{dark}})$$

Pour un codage de ligne optique avec retour à zéro (RZ), il est nécessaire d'intégrer mathématiquement la forme d'onde de puissance optique pour déterminer l'énergie d'impulsion logique 1.

Temps de montée: temps nécessaire pour que l'impulsion optique passe de 20 % à 80 %, ou d'une valeur de

$$b_0 + 0,2(b_1 - b_0)$$

à une valeur de

$$b_0 + 0,8(b_1 - b_0)$$

En raison de la nature généralement «bruyante» des formes d'ondes optiques, il se peut que les niveaux de 10 % et 90 % soient difficiles à définir avec une précision suffisante. Par conséquent, des temps de montée de 20 % à 80 % sont privilégiés dans la présente norme. Si des valeurs de 10 % à 90 % sont nécessaires, il est possible de mesurer directement ces valeurs ou de mesurer les valeurs de 20 % à 80 % et d'appliquer un facteur de correction. Si l'on considère une réponse de filtre Bessel-Thomson de quatrième ordre, les temps de montée de 10 % à 90 % supérieurs selon un facteur de 1,25 aux temps de montée de 20 % à 80 %.

Temps de descente: temps nécessaire pour que l'impulsion optique passe de 80 % à 20 %, ou d'une valeur de

$$b_0 + 0,8(b_1 - b_0)$$

à une valeur de

$$b_0 + 0,2(b_1 - b_0)$$

Voir l'explication concernant le temps de montée ci-dessus.

Largeur d'impulsion: largeur de l'impulsion logique 1 au niveau de 50 %, définie comme l'intervalle de temps du moment où le front de l'impulsion optique passe pour la première fois la valeur de

$$b_0 + 0,5(b_1 - b_0)$$

jusqu'au moment où le flanc arrière passe pour la première fois la valeur de

$$b_0 + 0,5(b_1 - b_0)$$

Distorsion du rapport cyclique: pour le codage de ligne optique sans retour à zéro (NRZ) seulement, l'écart de la largeur d'impulsion par rapport à la valeur idéale, exprimé en pourcentage, est le suivant:

$$\text{distorsion du rapport cyclique (pour-cent)} = \left| (T - \text{largeur d'impulsion}) / T \right| \cdot 100$$

où T correspond à la définition du 3.1.3.

Extinction ratio: the ratio of the optical energy (during a single bit interval) in a logic 1 pulse to the optical energy (during a single bit interval) of the nominal logic zero.

For non-return-to-zero (NRZ) optical line coding, the extinction ratio may be determined by measuring the filtered optical eye (fourth-order Bessel-Thomson, $0,75/T$ bandwidth) at full line rate and computing the ratio:

$$(b_1 - b_{\text{dark}}) / (b_0 - b_{\text{dark}})$$

For return-to-zero (RZ) optical line coding, it is necessary to mathematically integrate the optical power waveform to determine the logic 1 pulse energy.

Rise time: the time required for the optical pulse to rise from 20 % to 80 %, or from a value of

$$b_0 + 0,2(b_1 - b_0)$$

to a value of

$$b_0 + 0,8(b_1 - b_0)$$

Because of the generally "noisy" nature of optical waveforms, the 10 % and 90 % levels may be difficult to resolve with sufficient accuracy. Therefore, 20 % to 80 % rise times are preferred by this standard. If 10 % to 90 % values are required, those values may either be measured directly or the 20 % to 80 % values may be measured and a correction factor applied. Assuming a fourth-order Bessel-Thomson filter response, the 10 % to 90 % rise times are a factor of 1,25 larger than the 20 % to 80 % rise times.

Fall time: the time required for the optical pulse to fall from 80 % to 20 %, or from a value of

$$b_0 + 0,8(b_1 - b_0)$$

to a value of

$$b_0 + 0,2(b_1 - b_0)$$

See explanation for rise time above.

Pulse width: the width of the logic 1 pulse at the 50 % level, defined as the time duration from the time the rising edge of the optical pulse first crosses the value of

$$b_0 + 0,5(b_1 - b_0)$$

until the time the falling edge first crosses the value of

$$b_0 + 0,5(b_1 - b_0)$$

Duty cycle distortion: for non-return-to-zero (NRZ) optical line coding only, the deviation of pulse width from the ideal, expressed in per cent, as follows:

$$\text{duty cycle distortion (per cent)} = | (T - \text{pulse width}) / T | \cdot 100$$

where T is as defined in 3.1.3.

Gigue: variation temporelle du front ou du flanc arrière de la forme d'onde optique quand elle atteint la valeur de

$$b_0 + K (b_1 - b_0)$$

où K est une constante située entre 0,2 et 0,8.

Dans l'idéal, la valeur de K est de 0,5, de sorte que la gigue est mesurée au niveau de 50 %. Cependant, le front et le flanc arrière du diagramme oculaire sont souvent superposés au niveau de 50 %, ce qui rend les mesures difficiles. Il convient que la valeur absolue de la gigue soit relativement peu influencée par le choix du seuil.

Dépassement positif sur l'impulsion logique 1: tension correspondant à la puissance optique dépassant b_1 à la suite de la transition de zéro à un.

Le dépassement sur une impulsion logique 1 est un défaut de forme d'onde répandu, provoqué par les caractéristiques de réponse transitoire de la source optique.

Dépassement positif sur l'impulsion logique 0: tension correspondant à la puissance optique inférieure à b_0 (mais supérieure à b_{dark}) à la suite de la transition d'un à zéro.

Dépassement négatif sur l'impulsion logique 1: tension correspondant à une puissance optique inférieure à b_1 à la suite du dépassement positif (s'il existe) associé à la transition de zéro à un.

Dépassement négatif sur l'impulsion logique 0: tension correspondant à une puissance optique dépassant b_0 à la suite du dépassement positif (s'il existe) associé à la transition d'un à zéro.

Fréquence de suroscillation: fréquence caractéristique associée au dépassement positif et négatif de l'impulsion logique 1.

La fréquence de suroscillation peut être calculée en presumant que la crête du dépassement positif et celle du dépassement négatif sont séparées dans le temps par une demi-période de la fréquence de suroscillation.

6.2 Méthode 2: Autre méthode de mesure d'extinction utilisant la fonction histogramme

6.2.1 Taux d'extinction, calculé en dB, à la fois pour un codage de ligne optique sans retour à zéro (NRZ) et avec retour à zéro (RZ), de la façon suivante:

$$\text{Taux d'extinction (dB)} = 10 \log_{10}((b_1 - b_{\text{dark}})/(b_0 - b_{\text{dark}}))$$

6.3 Méthode 3: Autre méthode de mesure d'extinction utilisant le mesureur de puissance optique

6.3.1 Taux d'extinction, calculé en dB, pour un codage de ligne optique sans retour à zéro (NRZ) seulement, de la façon suivante:

$$\text{Taux d'extinction (dB)} = 10 \log_{10} |(2(n-1)P_{1/2} - nP_{1/n})/(2P_{1/2} - nP_{1/n})|$$

6.3.2 Taux d'extinction, calculé en dB, pour un codage de ligne optique avec retour à zéro (RZ) seulement, dans le cas d'une largeur d'impulsion de 50 %, de la façon suivante:

$$\text{Taux d'extinction (dB)} = 10 \log_{10} |(2(2n-1)P_{1/2} - 3nP_{1/n})/(2P_{1/2} - nP_{1/n})|$$

Jitter: the time variation of the rising or falling edge of the optical waveform as it crosses the value of

$$b_0 + K (b_1 - b_0)$$

where K is a constant between 0,2 and 0,8.

Ideally, the value of K is 0,5, so that jitter is measured at the 50 % level. However, the rising and falling edges of the eye pattern will often be on top of each other at the 50 % level, making measurements difficult. The absolute value of jitter should be relatively unaffected by the choice of threshold.

Overshoot on logic 1 pulse: voltage corresponding to optical power in excess of b_1 following the zero to one transition

Overshoot on logic 1 pulse is a common waveform defect, caused by transient response characteristics of the optical source.

Overshoot on logic 0 pulse: voltage corresponding to optical power below b_0 (but greater than b_{dark}) following the one-to-zero transition

Undershoot on logic 1 pulse: voltage corresponding to optical power below b_1 following overshoot (if any) associated with the zero-to-one transition

Undershoot on logic 0 pulse: voltage corresponding to optical power in excess of b_0 following overshoot (if any) associated with the one-to-zero transition

Ringing frequency: the characteristic frequency associated with the overshoot and undershoot of the logic 1 pulse

Ringing frequency may be calculated by assuming that the peak of the overshoot and undershoot are separated in time by one-half period of the ringing frequency.

6.2 Method 2: Alternative extinction measurement method using the histogram function

6.2.1 Extinction ratio, for both non-return-to-zero (NRZ) and return-to-zero (RZ) optical line coding, expressed in dB, as follows:

$$\text{Extinction ratio (dB)} = 10 \log_{10}((b_1 - b_{\text{dark}})/(b_0 - b_{\text{dark}}))$$

6.3 Method 3: Alternative extinction measurement method using the optical power meter

6.3.1 Extinction ratio, for non-return-to-zero (NRZ) optical line coding only, expressed in dB, as follows:

$$\text{Extinction ratio (dB)} = 10 \log_{10} |(2(n-1)P_{1/2} - nP_{1/n})/(2P_{1/2} - nP_{1/n})|$$

6.3.2 Extinction ratio, for return-to-zero (RZ) optical line coding only, in case of 50 % pulse width, expressed in dB, as follows:

$$\text{Extinction ratio (dB)} = 10 \log_{10} |(2(2n-1)P_{1/2} - 3nP_{1/n})/(2P_{1/2} - nP_{1/n})|$$

7 Résultat de l'essai

7.1 Informations requises

7.1.1 Date, intitulé de l'essai et numéro de la procédure d'essai.

7.1.2 Identification de l'échantillon (identification de l'équipement terminal et de l'émetteur).

7.1.3 Température et humidité du point de référence.

7.1.4 Résultats de l'essai.

7.2 Informations disponibles

7.2.1 Identification du matériel d'essai utilisé, estimation de l'incertitude de mesure et dernière date d'étalonnage du matériel d'essai.

7.2.2 Noms du personnel d'essai.

7.3 Informations concernant la spécification

Les informations suivantes doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

7.3.1 Référence à cette procédure d'essai si elle est à utiliser.

7.3.2 Critère d'acceptation ou de rejet.

7.3.3 Autres prescriptions, si applicables.

7 Test result

7.1 Required information

7.1.1 Date, title of the test and test procedure number.

7.1.2 Sample identification (terminal equipment and transmitter identifications).

7.1.3 Reference point temperature and humidity.

7.1.4 Results of the test.

7.2 Available information

7.2.1 Identification of the test equipment used, an estimate of the measurement uncertainty, and the latest date of test equipment calibration.

7.2.2 Names of test personnel.

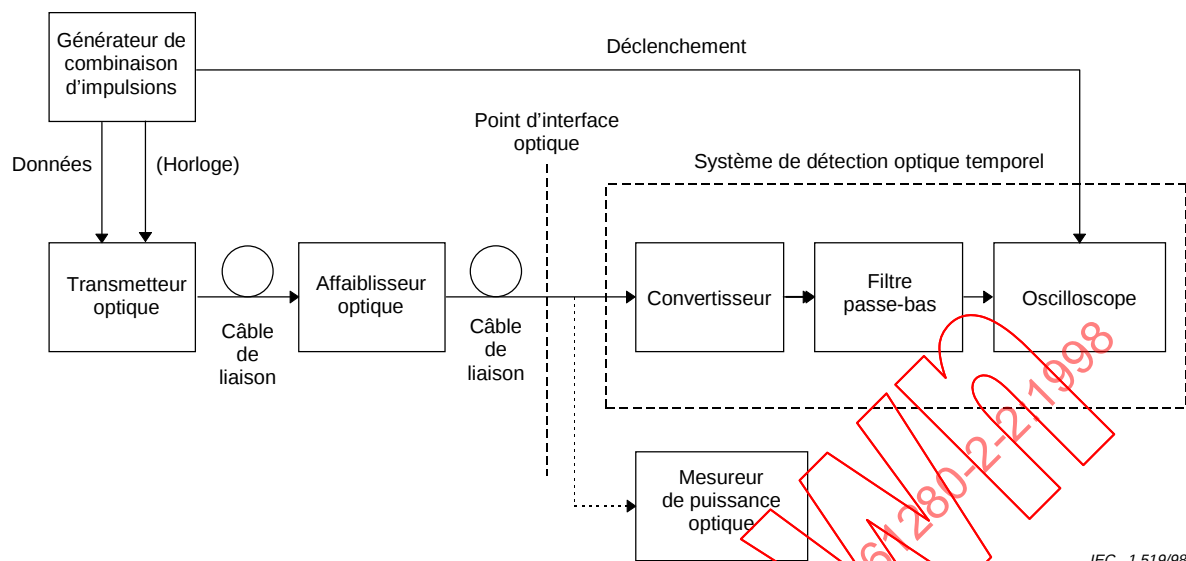
7.3 Specification information

The following information shall be specified in the detail specification.

7.3.1 A reference to this test procedure if it is to be used.

7.3.2 Acceptance or failure criteria.

7.3.3 Other requirements, if applicable.



IEC 1519/98

Figure 1 – Configuration de mesure du diagramme oculaire, de la forme d'onde et du taux d'extinction

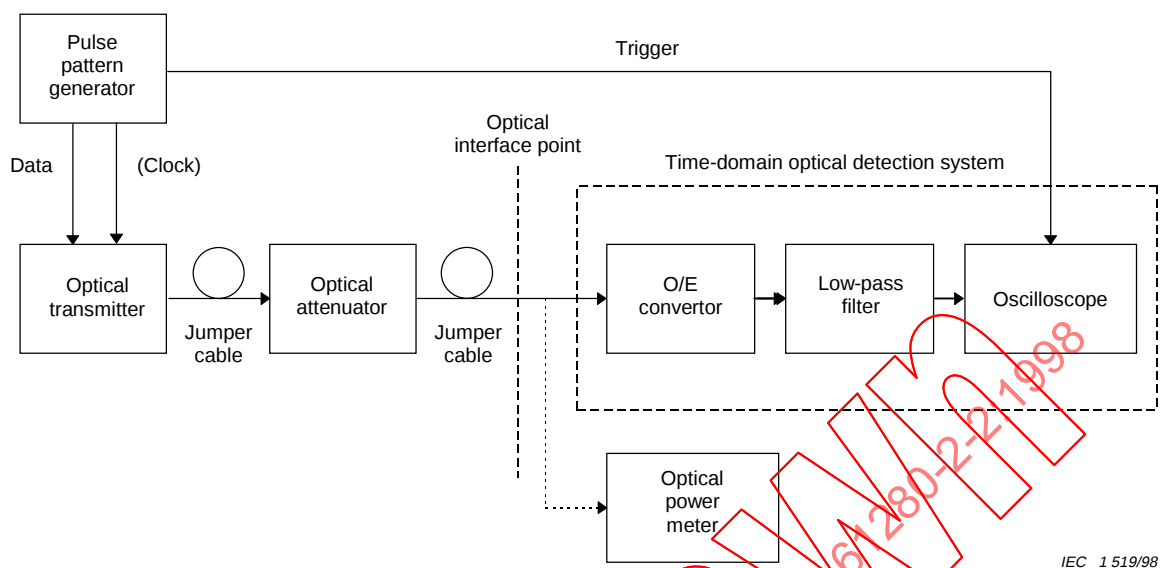
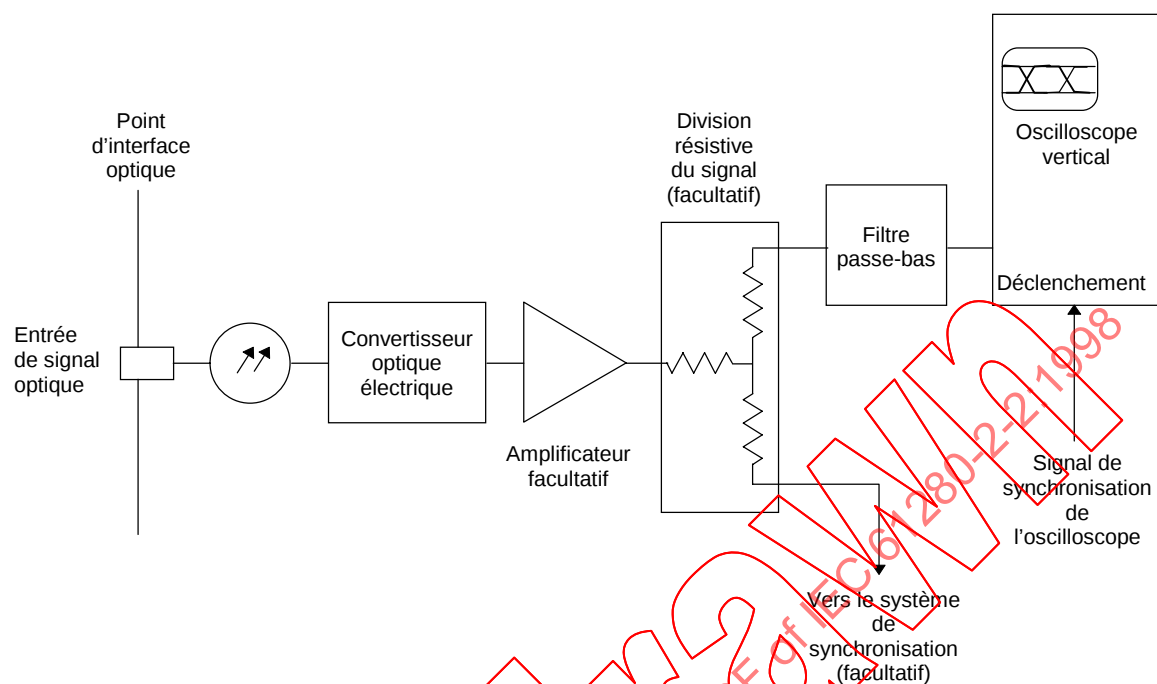
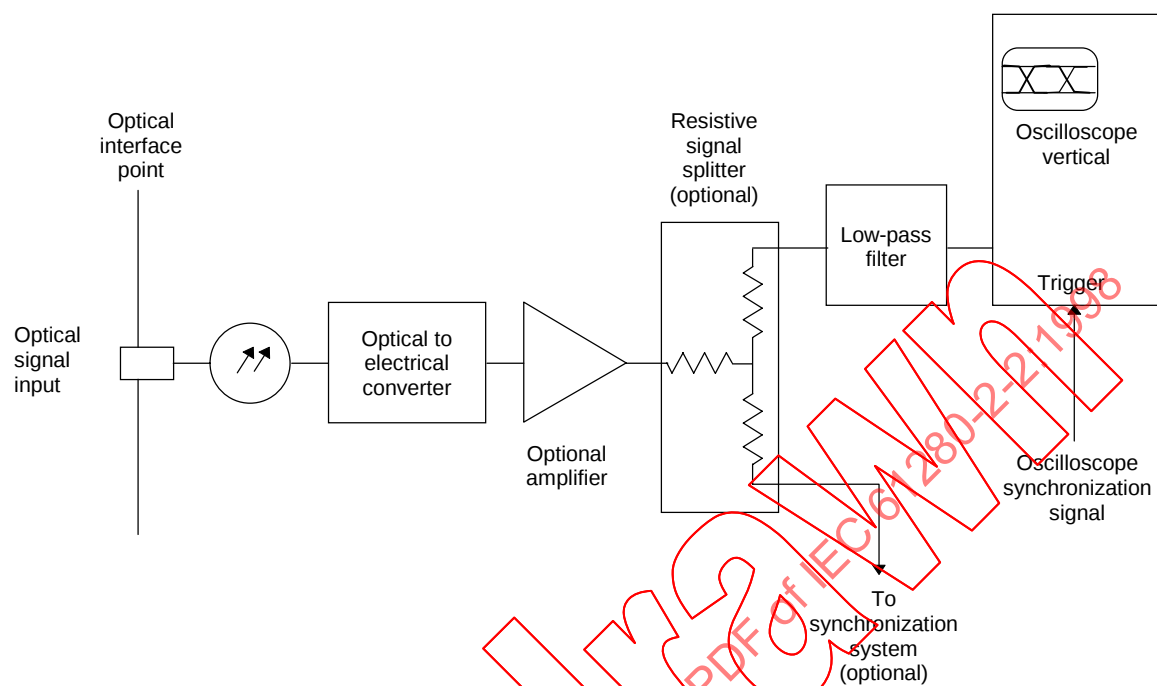


Figure 1 – Optical eye pattern, waveform, and extinction ratio measurement configuration



IEC 1520/98

Figure 2 – Système de détection optique temporel



IEC 1520/98

Figure 2 – Time-domain optical detection system

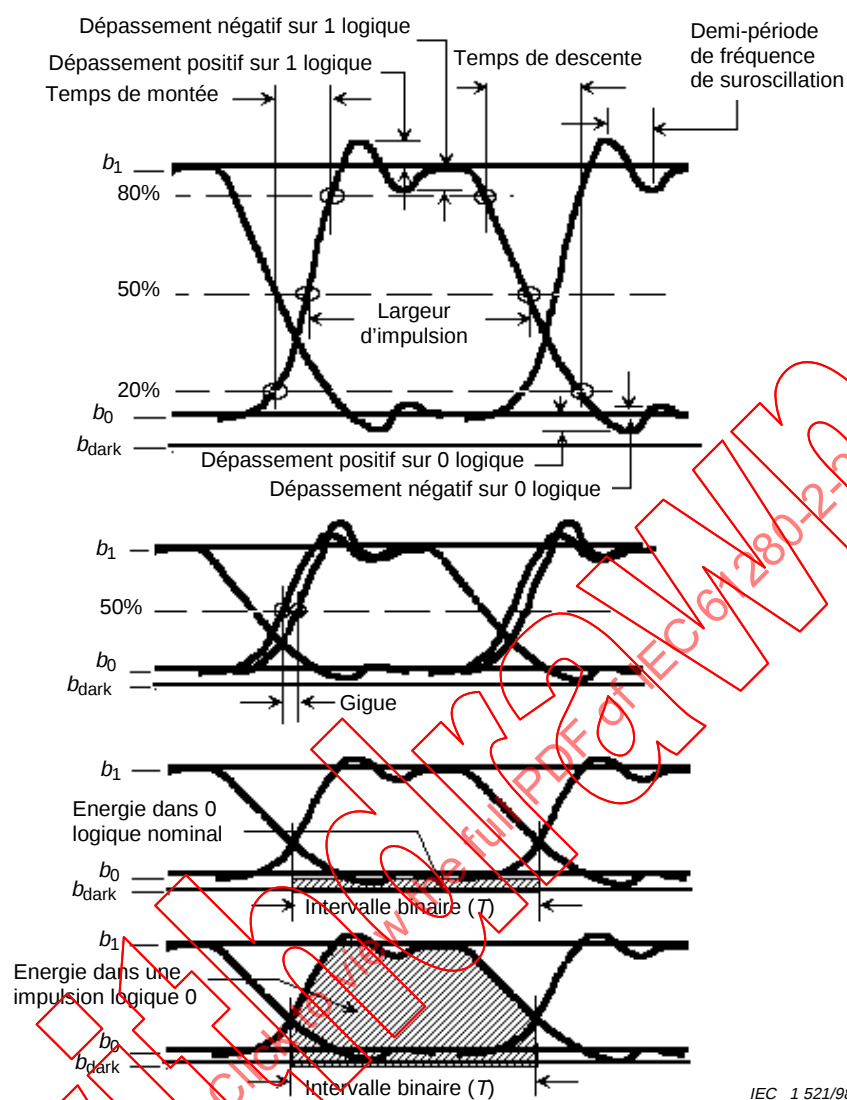


Figure 3 – Illustration des paramètres du diagramme oculaire

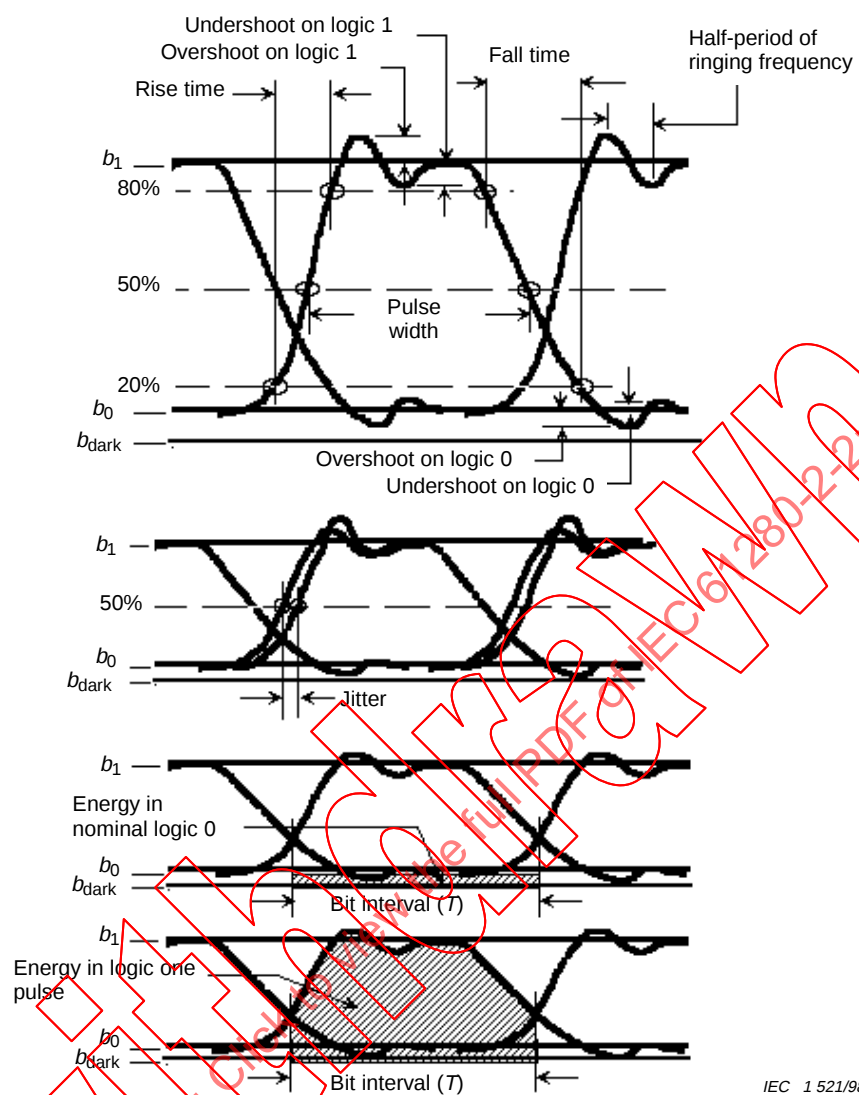


Figure 3 – Illustration of eye pattern parameters

IEC 1521/98

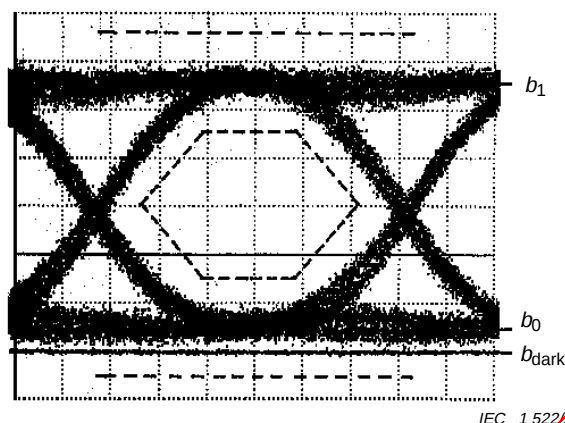


Figure 4 – Exemple de diagramme oculaire mesuré avec un filtre passe-bas 0,75/T

Signal optique

Débit:	155 Mbits/s
Intervalle binaire (T):	6,43 ns
Code de ligne:	Sans retour à zéro (NRZ)
Niveau de puissance en entrée:	-7 dBm
Longueur d'onde:	1 310 nm

Système de mesure

Sensibilité du convertisseur O/E:	15 V/W
Largeur de bande du convertisseur O/E:	5 GHz
Type de filtre:	Bessel-Thomson de quatrième ordre
Largeur de bande du filtre:	116 MHz (0,75/T)
Largeur de bande de l'oscilloscope:	400 MHz
Source de synchronisation:	horloge de l'unité d'émission

Affichage

Echelle horizontale:	1,0 ns par division
Echelle verticale:	1,0 mV par division
Persistance de l'affichage:	10 s
Masque du diagramme oculaire (trait hachuré):	UIT-TG.957

Résultats mesurés

Valeur de b_{dark} :	comme indiqué (le bruit a été réduit par un moyennage de forme d'onde)
Valeur de b_0 :	0,5 mV au-dessus de b_{dark}
Valeur de b_1 :	5,6 mV au-dessus de b_{dark}
Conformité du masque:	vérifiée

Résultats calculés

Taux d'extinction:	11 W/W (pourrait également être exprimé comme 10,4 dB)
--------------------	--

Commentaires

Le bruit dans la forme d'onde affichée était principalement constitué par le bruit de l'oscilloscope, dû au faible niveau de signal provenant du convertisseur O/E. Le convertisseur O/E dans ce cas était une photodiode rapide sans amplification interne, suivie par 7 dB d'affaiblissement électrique avant le filtre passe-bas. L'affaiblissement a été ajouté afin d'augmenter les pertes effectives par réflexion électriques de sortie du convertisseur O/E jusqu'à 15 dB.

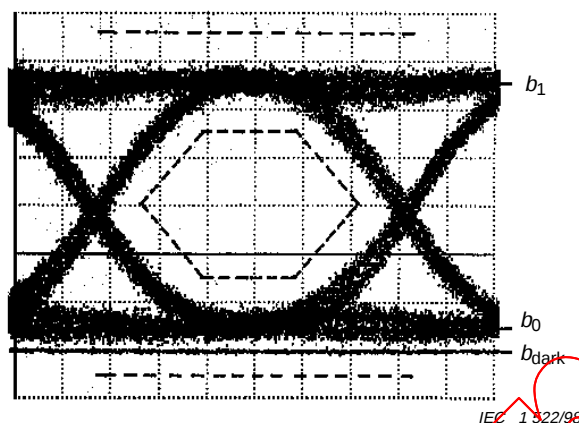


Figure 4 – Example of eye pattern measured with $0,75/T$ low-pass filter

Optical signal

Data rate:	155 Mbits/s
Bit interval (T):	6,43 ns
Line code:	non-return-to-zero (NRZ)
Input power level:	-7 dBm
Wavelength:	1 310 nm

Measurement system

O/E converter responsivity:	15 V/W
O/E converter bandwidth:	5 GHz
Filter type:	fourth-order Bessel-Thomson
Filter bandwidth:	116 MHz ($0,75/T$)
Oscilloscope bandwidth:	400 MHz
Synchronization source:	clock from transmitter unit

Display

Horizontal scale:	1,0 ns per division
Vertical scale:	1,0 mV per division
Display persistence:	10 s
Eye pattern mask (dashed line):	ITU-TG.957

Measured results

Value of b_{dark} :	as shown (noise was reduced using waveform averaging)
Value of b_0 :	0,5 mV above b_{dark}
Value of b_1 :	5,6 mV above b_{dark}
Mask compliance:	verified

Calculated results

Extinction ratio:	11 W/W (may also be stated as 10,4 dB)
-------------------	--

Comments

The noise in the displayed waveform was primarily oscilloscope noise, due to the small signal level from the O/E converter. The O/E converter in this case was a high-speed photodiode without internal amplification, followed by 7 dB of electrical attenuation prior to the low-pass filter. The attenuation was added to increase the effective output electrical return loss of the O/E converter to about 15 dB.

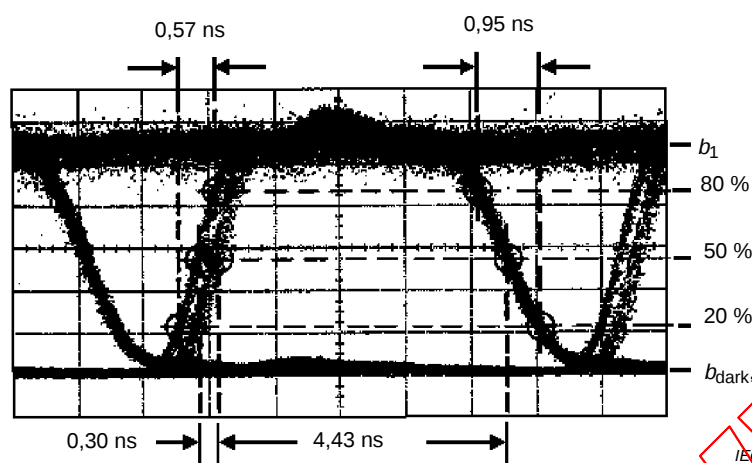


Figure 5 – Exemple de diagramme oculaire mesuré avec un filtre passe-bas 3,0/T

Signal optique

Débit:	155 Mbits/s
Intervalle binaire (T):	6,43 ns
Code de ligne:	sans retour à zéro (NRZ)
Niveau de puissance en entrée:	-12 dBm
Longueur d'onde:	1 310 nm

Système de mesure

Sensibilité du convertisseur O/E:	1 400 V/W
Largeur de bande du convertisseur O/E:	800 MHz
Type de filtre:	Bessel-Thomson de quatrième ordre
Largeur de bande du filtre:	465 MHz (3,0/T)
Largeur de bande de l'oscilloscope:	12 GHz
Source de synchronisation:	horloge de l'unité d'émission

Affichage

Echelle horizontale:	1,0 ns par division
Echelle verticale:	30 mV par division
Persistance de l'affichage:	15 s

Résultats mesurés et calculés

Valeur de b_{dark} :	comme indiquée
Valeur de b_0 :	identique à b_{dark}
Valeur de b_1 :	160 mV au-dessus de b_{dark}
Taux d'extinction:	au moins 20
Temps de montée:	0,57 ns
Temps de descente:	0,95 ns
Largeur d'impulsion:	4,43 ns (minimum)
Distorsion du rapport cyclique:	31 % (cas le plus défavorable)
Gigue:	0,3 ns (sur le front)
Dépassement positif sur impulsion logique 1:	Approximativement 10 %

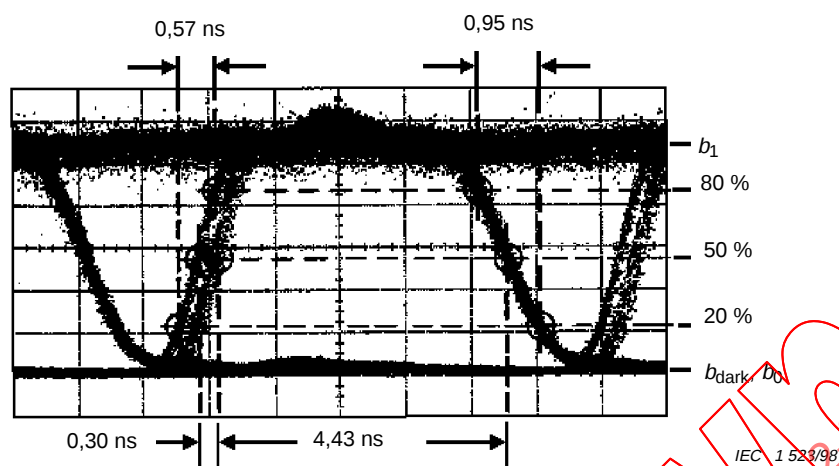


Figure 5 – Example of eye pattern measured with 3,0/T low pass filter

Optical signal

Data rate:	155 Mbits/s
Bit interval (T):	6,43 ns
Line code:	non-return-to-zero (NRZ)
Input power level:	-12 dBm
Wavelength:	1 310 nm

Measurement system

O/E converter responsivity:	1 400 V/W
O/E converter bandwidth:	800 MHz
Filter type:	fourth-order Bessel-Thomson
Filter bandwidth:	465 MHz (3,0/T)
Oscilloscope bandwidth:	12 GHz
Synchronization source:	clock from transmitter unit

Display

Horizontal scale:	1,0 ns per division
Vertical scale:	30 mV per division
Display persistence:	15 s

Measured and calculated results

Value of b_{dark} :	as shown
Value of b_0 :	same as b_{dark}
Value of b_1 :	160 mV above b_{dark}
Extinction ratio:	at least 20
Rise time:	0,57 ns
Fall time:	0,95 ns
Pulse width:	4,43 ns (minimum)
Duty cycle distortion:	31 % (worst case)
Jitter:	0,3 ns (on rising edge)
Overshoot on logic 1- pulse:	Approximately 10 %

Commentaires

Dans cet exemple, une diode laser a été commandée de façon à provoquer une gigue et une distorsion du rapport cyclique. Le bruit sur le niveau logique 1 est sensiblement plus élevé que le bruit sur le 0 logique, mais c'est une caractéristique fréquente des diagrammes oculaires.

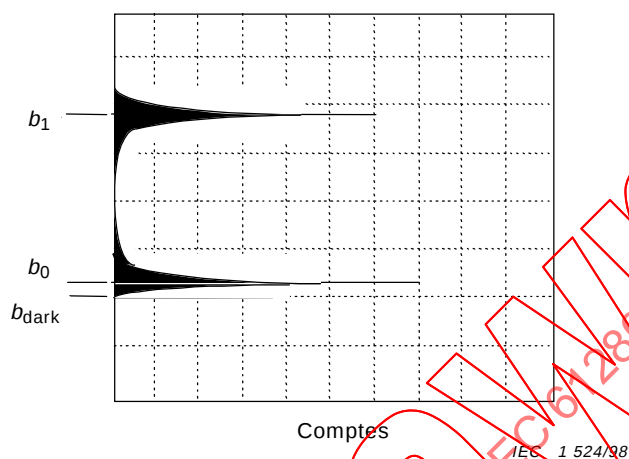


Figure 6 – Illustration d'un histogramme vertical de suite de mots

Comments

In this example, a laser diode was driven in a manner that caused jitter and a distorted duty cycle. The noise on the logic 1 level is noticeably larger than the noise on the logic 0, but this is often a characteristic of optical eye patterns.

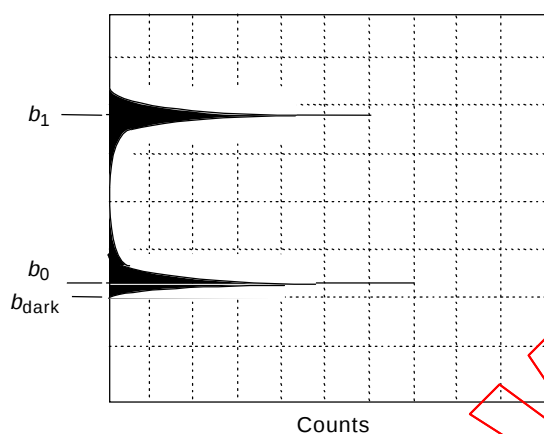


Figure 6 – Illustration of word pattern vertical domain histogram

Annexe A (informative)

Système de synchronisation de l'oscilloscope

Un signal de synchronisation stable est primordial pour effectuer une mesure précise du diagramme oculaire. Ce signal de synchronisation n'étant pas forcément présent au niveau d'un point d'interface optique, il est éventuellement nécessaire de dériver le signal de la forme d'onde optique elle-même. Cette annexe décrit une méthode permettant d'obtenir un signal de synchronisation stable à partir d'une forme d'onde optique.

Le montage d'essai est présenté à la figure A.1. Des descriptions plus complètes de ce matériel figurent dans les articles suivants.

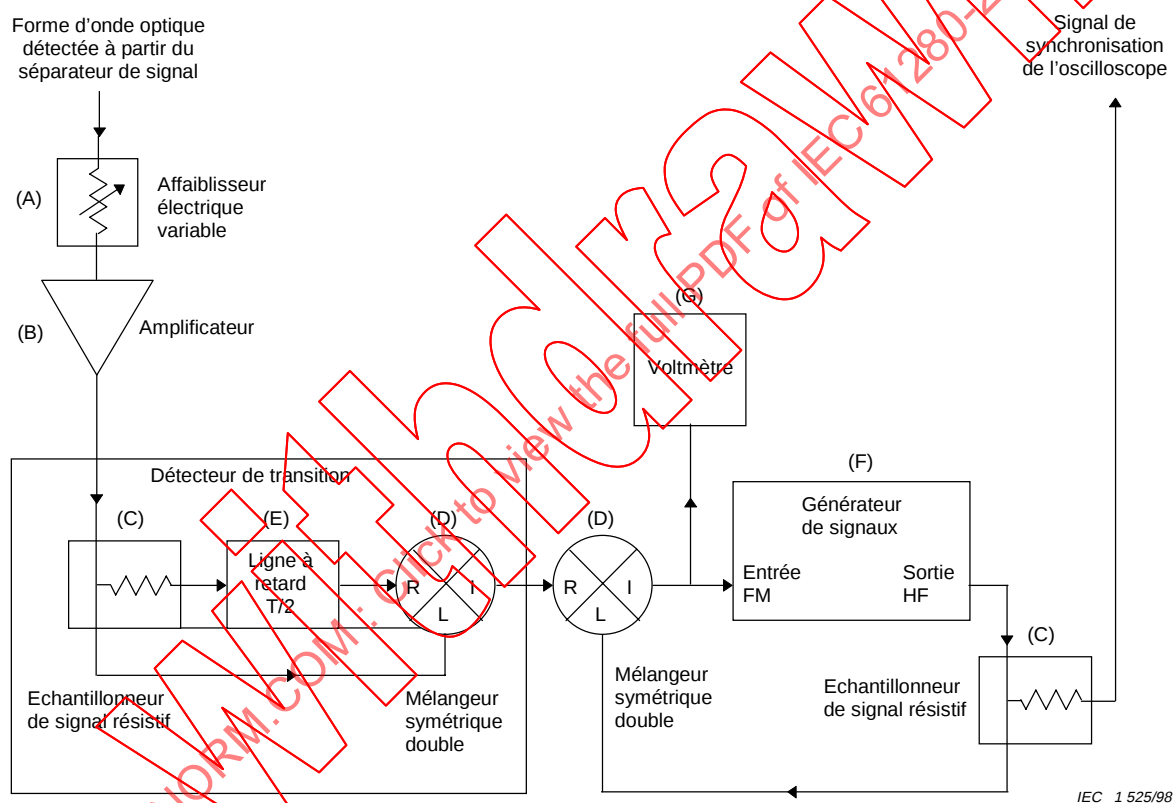


Figure A.1 – Système de synchronisation de l'oscilloscope

Annex A (Informative)

Oscilloscope synchronization system

A stable synchronization signal is essential for accurate eye pattern measurement. Since this synchronization signal may not be present at an optical interface point, it may be necessary to derive the signal from the optical waveform itself. A method of obtaining a stable synchronization signal from the optical waveform is described in this annex.

The test setup is shown in figure A.1. More complete descriptions of the equipment are listed in the following clauses.

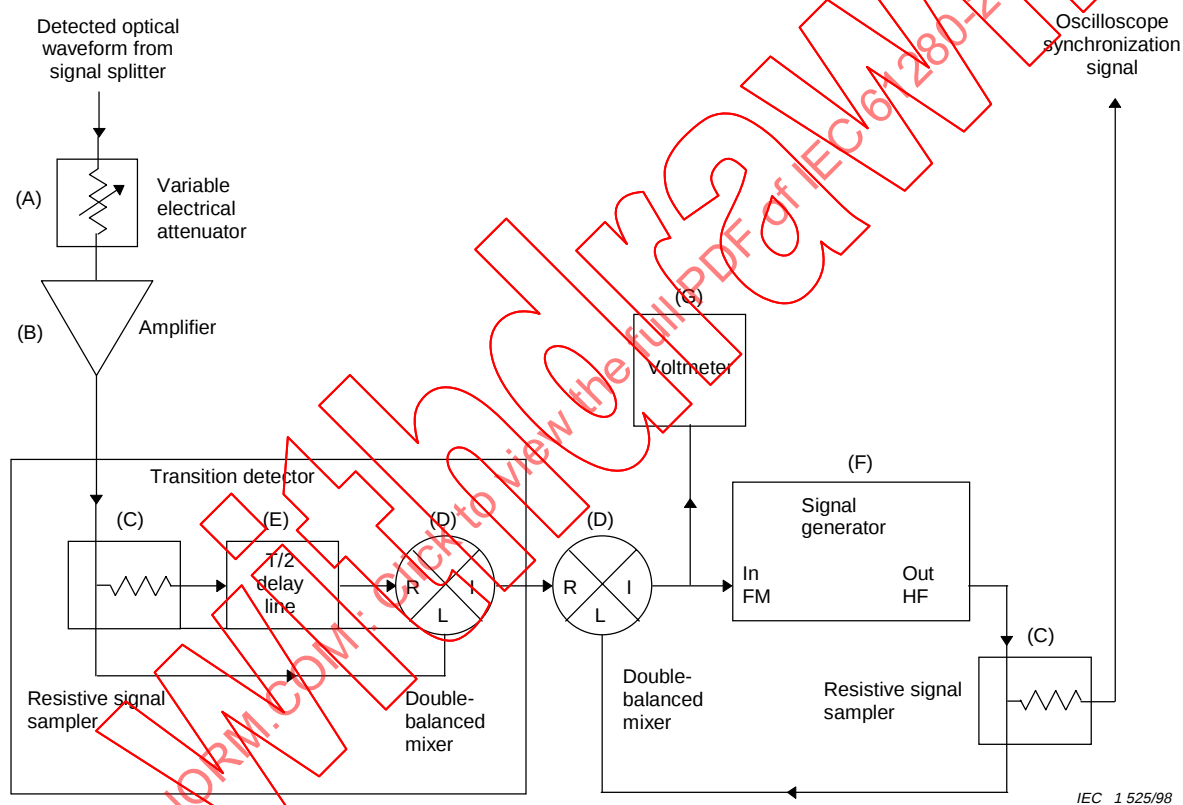


Figure A.1 – Oscilloscope synchronization system

A.1 Affaiblisseur électrique variable (bloc A de la figure A.1)

Le niveau de signal provenant du convertisseur O/E peut varier sur une large gamme, en fonction du niveau de signal optique appliqué. Bien que cela ne présente aucun problème pour l'oscilloscope, le système de synchronisation, pour fonctionner correctement, requiert un niveau d'entrée à peu près constant. Une hauteur d'échelon d'affaiblissement de 1 dB est suffisamment réduite pour cette application.

A.2 Amplificateur de propagation de synchronisation (B)

Le schéma de synchronisation indiqué à la figure A.1 nécessite que le signal d'informations soit amplifié jusqu'à une valeur crête à crête d'environ 1 V. L'ampleur du gain de l'amplificateur nécessaire dépend manifestement du niveau optique appliqué, de la sensibilité du convertisseur O/E et du réglage de l'affaiblisseur variable. Avec un niveau de signal optique appliqué de –7 dBm, et une sensibilité de 250 V/W au niveau du convertisseur O/E, un gain supplémentaire minimal de 20 dB est nécessaire. Si le niveau de signal optique est seulement de –20 dBm (approximativement la valeur minimale pour ce type de schéma de mesure), un gain d'environ 46 dB est nécessaire. Bien sûr, il serait possible d'utiliser un amplificateur de 46 dB pour toutes les applications, et de régler seulement l'affaiblisseur variable afin d'empêcher une surcharge de l'amplificateur. On suggère les spécifications suivantes:

- gain: 20-46 dB (voir ci-dessus);
- fréquence de coupure inférieure (–3 dB): moins de $1/(100T)$ Hz, où T est l'intervalle binaire, en secondes, du signal d'information;
- fréquence de coupure supérieure (–3 dB): $1/T$ Hz au minimum;
- pertes par réflexion en entrée: supérieures à 15 dB, de courant continu à $4/T$ Hz.

La spécification relative aux pertes par réflexion s'étend du courant continu à $4/T$. La spécification des pertes par réflexion à haute fréquence est nécessaire pour empêcher les distorsions de forme d'onde dans le trajet de signal critique. En outre, la spécification des pertes par réflexion s'étend au courant continu, étant donné qu'une charge couplée en courant alternatif, à cet emplacement, engendre un décalage en courant continu dans la forme d'onde au niveau de l'oscilloscope, provoquant ainsi une erreur de mesure du taux d'extinction. Il est à noter que la spécification des pertes par réflexion pourrait être facilement remplie en utilisant l'affaiblisseur variable conjugué à un gain supplémentaire dans l'amplificateur.

A.3 Échantillonneur de signal résistif, 20 dB (C, deux emplacements)

Un échantillonneur de signal résistif comprend un affaiblisseur résistif couplé à une courte longueur de ligne de transmission de 50 Ω . Une faible partie du signal dans la ligne principale est couplée par l'intermédiaire de l'affaiblisseur à la sortie auxiliaire, la balance de la puissance d'entrée étant transmise avec une réflexion ou un affaiblissement négligeable.

A.4 Mélangeur symétrique double (D, deux emplacements)

Deux mélangeurs symétriques doubles sont requis. On suggère les spécifications suivantes:

- accès HF et LO,
 - fréquence de coupure inférieure (–3 dB): moins de $1/(100T)$ Hz, où T correspond à la définition en A.2;
 - fréquence de coupure supérieure (–3 dB): $1/T$ Hz au minimum;
- accès FI,
 - fréquence de coupure inférieure: courant continu.