

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques –
Partie 2-2: Systèmes numériques – Mesure du diagramme de l'œil optique,
de la forme d'onde et du taux d'extinction**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-8322-8794-1

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Apparatus.....	7
4.1 General	7
4.2 Reference receiver definition.....	8
4.3 Time-domain optical detection system	8
4.3.1 Overview	8
4.3.2 Optical-to-electrical (O/E) converter.....	8
4.3.3 Linear-phase low-pass filter.....	9
4.3.4 Oscilloscope	9
4.4 Overall system response	10
4.5 Oscilloscope synchronization system.....	11
4.5.1 General	11
4.5.2 Triggering with a clean clock	11
4.5.3 Triggering using a recovered clock	12
4.5.4 Triggering directly on data	13
4.6 Pattern generator	13
4.7 Optical power meter	13
4.8 Optical attenuator.....	13
4.9 Test cord.....	13
5 Signal under test	14
6 Instrument set-up and device under test set-up	14
7 Measurement procedures	15
7.1 Overview	15
7.2 Extinction ratio measurement	15
7.2.1 Configure the test equipment.....	15
7.2.2 Measurement procedure	15
7.2.3 Extinction ratio calculation	16
7.3 Eye amplitude	17
7.4 Optical modulation amplitude (OMA) measurement using the square wave method.....	17
7.4.1 General	17
7.4.2 Oscilloscope triggering	17
7.4.3 Amplitude histogram, step 1	17
7.4.4 Amplitude histogram, step 2	17
7.4.5 Calculate OMA	17
7.5 Contrast ratio (for RZ signals)	18
7.6 Jitter measurements	18
7.7 Eye width	19
7.8 Duty cycle distortion (DCD)	19
7.9 Crossing percentage	20
7.10 Eye height	21
7.11 Q-factor/signal-to-noise ratio (SNR).....	21
7.12 Rise time	21

- 7.13 Fall time 22
- 8 Eye-diagram analysis using a mask 23
 - 8.1 Eye mask testing using the 'no hits' technique 23
 - 8.2 Eye mask testing using the 'hit-ratio' technique 24
- 9 Test result 26
 - 9.1 Required information 26
 - 9.2 Available information 26
 - 9.3 Specification information 26
- Bibliography 27

- Figure 1 – Optical eye pattern, waveform and extinction ratio measurement configuration 8
- Figure 2 – Oscilloscope bandwidths commonly used in eye pattern measurements 10
- Figure 3 – PLL jitter transfer function and resulting observed jitter transfer function 12
- Figure 4 – Histograms centred in the central 20 % of the eye used to determine the mean logic one and 0 levels, b_1 and b_0 16
- Figure 5 – OMA measurement using the square wave method 18
- Figure 6 – Construction of the duty cycle distortion measurement 20
- Figure 7 – Construction of the crossing percentage measurement 21
- Figure 8 – Construction of the risetime measurement with no reference receiver filtering 22
- Figure 9 – Illustrations of several RZ eye-diagram parameters 23
- Figure 10 – Basic eye mask and coordinate system 24
- Figure 11 – Mask margins at different sample population sizes 26

- Table 1 – Frequency response characteristics 11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM
TEST PROCEDURES –****Part 2-2: Digital systems – Optical eye pattern,
waveform and extinction ratio 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 61280-2-2 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2008 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) additional definitions;
- b) clarification of test procedures.

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

CDV	Report on voting
86C/1043/CDV	86C/1074/RVC

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

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

A list of all parts in the IEC 61280 series, published under the general title *Fibre optic communication subsystem test procedures*, can be found on the IEC website.

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

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

The contents of the corrigendum of February 2015 have been included in this copy.

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.

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 2-2: Digital systems – Optical eye pattern, waveform and extinction ratio measurement

1 Scope

The purpose of this part of IEC 61280 is to describe a test procedure to verify compliance with a predetermined waveform mask and to measure the eye pattern and waveform parameters such as rise time, fall time, modulation amplitude and extinction ratio.

2 Normative references

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

IEC 61280-2-3, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 2-3: Digital systems – Jitter and wander measurements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Termes et définitions	32
4 Appareillage	34
4.1 Généralités	34
4.2 Définition de récepteur de référence	34
4.3 Système de détection optique dans le domaine temporel	35
4.3.1 Vue d'ensemble	35
4.3.2 Convertisseur optique-électrique (O/E)	35
4.3.3 Filtre passe-bas à phase linéaire	36
4.3.4 Oscilloscope	36
4.4 Réponse globale du système	38
4.5 Système de synchronisation de l'oscilloscope	38
4.5.1 Généralités	38
4.5.2 Déclenchement avec une horloge propre	39
4.5.3 Déclenchement avec une horloge récupérée	39
4.5.4 Déclenchement directement sur des données	40
4.6 Générateur de motifs	41
4.7 Appareil de mesure de la puissance optique	41
4.8 Affaiblisseur optique	41
4.9 Cordon d'essai	41
5 Signal en essai	41
6 Montage des instruments et montage des dispositifs en essai	41
7 Procédures de mesure	43
7.1 Vue d'ensemble	43
7.2 Mesurage du taux d'extinction	43
7.2.1 Configuration du matériel d'essai	43
7.2.2 Procédure de mesure	43
7.2.3 Calcul du taux d'extinction	44
7.3 Amplitude de l'œil	45
7.4 Mesurage de l'amplitude de modulation optique (OMA) utilisant la méthode des ondes carrées	45
7.4.1 Généralités	45
7.4.2 Déclenchement de l'oscilloscope	45
7.4.3 Histogramme d'amplitude, étape 1	45
7.4.4 Histogramme d'amplitude, étape 2	45
7.4.5 Calcul de l'OMA	45
7.5 Taux de contraste (pour signaux en RZ)	46
7.6 Mesurages de la gigue	46
7.7 Largeur de l'œil	47
7.8 Distorsion du cycle de fonctionnement (DCD)	47
7.9 Pourcentage de croisement	48
7.10 Hauteur de l'œil	49
7.11 Facteur Q/rapport signal sur bruit (S/B)	49
7.12 Temps de montée	50

7.13	Temps de descente.....	50
8	Analyse du diagramme de l'œil utilisant un masque.....	51
8.1	Essai du masque de l'œil utilisant la technique 'zéro occurrence'.....	51
8.2	Essai du masque de l'œil utilisant la technique du 'taux d'occurrences'.....	53
9	Résultat d'essai.....	55
9.1	Informations exigées.....	55
9.2	Informations disponibles.....	55
9.3	Informations relatives à la spécification.....	55
	Bibliographie.....	56

Figure 1	– Configuration de mesure du diagramme de l'œil optique, de la forme d'onde et du taux d'extinction.....	35
Figure 2	– Largeurs de bande d'un oscilloscope communément utilisées dans des mesurages de diagramme de l'œil.....	37
Figure 3	– Fonction de transfert de gigue de PLL et fonction de transfert de gigue observée résultante.....	40
Figure 4	– Histogrammes centrés sur les 20 % du centre de l'œil utilisés pour déterminer les niveaux 1 et 0 logiques moyens, b_1 et b_0	44
Figure 5	– Mesurage de l'OMA utilisant la méthode des ondes carrées.....	46
Figure 6	– Construction du mesurage de la distorsion du cycle de fonctionnement.....	48
Figure 7	– Construction du mesurage du pourcentage de croisement.....	49
Figure 8	– Construction du mesurage du temps de montée sans filtrage du récepteur de référence.....	50
Figure 9	– Illustration de plusieurs paramètres du diagramme de l'œil en RZ.....	51
Figure 10	– Système de coordonnées et masque de l'œil de base.....	52
Figure 11	– Marges de masque pour différentes tailles de populations d'échantillons.....	54
Tableau 1	– Caractéristiques de la réponse en fréquence.....	38

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ÉSSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION FIBRONIQUES –

Partie 2-2: Systèmes numériques – Mesure du diagramme de l'œil optique, de la forme d'onde et du taux d'extinction

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61280-2-2 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.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2008 et constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) définitions supplémentaires;
- b) clarification des procédures d'essai.

La présente version bilingue (2020-09) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2012-10.

La version française de cet amendement n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61280, publiées sous le titre général *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

Une version bilingue de cette publication peut être diffusée à une date ultérieure .

Le contenu du corrigendum de février 2015 a été inclus dans ce document.

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.

PROCÉDURES D'ÉSSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION FIBRONIQUES –

Partie 2-2: Systèmes numériques – Mesure du diagramme de l'œil optique, de la forme d'onde et du taux d'extinction

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61280 a pour objet de décrire une procédure d'essai pour vérifier la conformité à un masque de forme d'onde prédéterminé et mesurer le diagramme de l'œil et les paramètres de la forme d'onde tels que le temps de montée, le temps de descente, l'amplitude de modulation et le taux d'extinction.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 61280-2-3, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Partie 2-3: Systèmes numériques – Mesures des giques et des dérapages*