



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Fibre optic communication subsystem test procedures –  
Part 2-8: Digital systems – Determination of low BER using Q-factor  
measurements**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications fibroniques –  
Partie 2-8: Systèmes numériques – Détermination de faibles valeurs de BER en  
utilisant des mesures du facteur Q**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-9497-0

**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, definitions, and abbreviated terms .....	6
3.1 Terms and definitions .....	6
3.2 Abbreviated terms .....	7
4 Measurement of low bit-error ratios .....	7
4.1 General considerations .....	7
4.2 Background to Q-factor .....	8
5 Variable decision threshold method .....	10
5.1 Overview .....	10
5.2 Apparatus .....	13
5.3 Sampling and specimens .....	13
5.4 Procedure .....	13
5.5 Calculations and interpretation of results .....	15
5.5.1 Sets of data .....	15
5.5.2 Convert BER using inverse error function .....	16
5.5.3 Linear regression .....	17
5.5.4 Standard deviation and mean .....	18
5.5.5 Optimum decision threshold .....	18
5.5.6 BER optimum decision threshold .....	18
5.5.7 BER non-optimum decision threshold .....	19
5.5.8 Error bound .....	19
5.6 Test documentation .....	19
5.7 Specification information .....	19
6 Variable optical threshold method .....	19
6.1 Overview .....	19
6.2 Apparatus .....	20
6.3 Items under test .....	20
6.4 Procedure for basic optical link .....	20
6.5 Procedure for self-contained system .....	21
6.6 Evaluation of results .....	22
Annex A (normative) Calculation of error bound in the value of $Q$ .....	24
Annex B (informative) Sinusoidal interference method .....	26
B.1 Overview .....	26
B.2 Apparatus .....	26
B.3 Sampling and specimens .....	26
B.4 Procedure .....	27
B.4.1 Optical sinusoidal interference method .....	27
B.4.2 Electrical sinusoidal interference method .....	28
B.5 Calculations and interpretation of results .....	29
B.5.1 Mathematical analysis .....	29
B.5.2 Extrapolation .....	29
B.5.3 Expected results .....	30
B.6 Documentation .....	31

B.7	Specification information .....	31
	Bibliography .....	32
Figure 1	– Sample eye diagram showing patterning effects .....	9
Figure 2	– More accurate measurement technique using a DSO that samples noise statistics between eye centres .....	10
Figure 3	– Bit error ratio as a function of decision threshold level .....	11
Figure 4	– Plot of Q-factor as a function of threshold voltage .....	12
Figure 5	– Set-up for the variable decision threshold method .....	14
Figure 6	– Set-up of initial threshold level (approximately at the centre of the eye) .....	14
Figure 7	– Effect of optical bias .....	20
Figure 8	– Set-up for optical link or device test .....	21
Figure 9	– Set-up for system test .....	21
Figure 10	– Extrapolation of log BER as a function of bias .....	23
Figure B.1	– Set-up for the sinusoidal interference method by optical injection .....	27
Figure B.2	– Set-up for the sinusoidal interference method by electrical injection .....	29
Figure B.3	– BER result from the sinusoidal interference method (data points and extrapolated line) .....	30
Figure B.4	– BER versus optical power for three methods .....	31
Table 1	– Mean time for the accumulation of 15 errors as a function of BER and bit rate .....	7
Table 2	– BER as a function of threshold voltage .....	16
Table 3	– $f_i$ as a function of $D_i$ .....	17
Table 4	– Values of linear regression constants .....	18
Table 5	– Mean and standard deviation .....	18
Table 6	– Example of optical bias test .....	22
Table B.1	– Results for sinusoidal injection .....	28

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### **FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –**

#### **Part 2-8: Digital systems – Determination of low BER using Q-factor measurements**

#### 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.

IEC 61280-2-8 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) correction of errors in Formula (8) in 5.5.2 and in a related formula in 5.5.3;
- b) correction of errors in the references to clauses, subclauses, figures, procedures, and in the Bibliography;
- c) alignment of the terms and definitions in 3.1 with those in IEC 61281-1.

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

FDIS	Report on voting
86C/1708/FDIS	86C/1711/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

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

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

**IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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 2-8: Digital systems – Determination of low BER using Q-factor measurements**

#### **1 Scope**

This part of IEC 61280 specifies two main methods for the determination of low BER values by making accelerated measurements. These include the variable decision threshold method (Clause 5) and the variable optical threshold method (Clause 6). In addition, a third method, the sinusoidal interference method, is described in Annex B.

#### **2 Normative references**

There are no normative references in this document.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	36
1 Domaine d'application .....	38
2 Références normatives .....	38
3 Termes, définitions et termes abrégés .....	38
3.1 Termes et définitions .....	38
3.2 Termes abrégés .....	39
4 Mesure de faibles valeurs du taux d'erreur sur les bits .....	39
4.1 Considérations générales .....	39
4.2 Informations sur le facteur Q .....	41
5 Méthode à seuil de décision variable .....	43
5.1 Vue d'ensemble .....	43
5.2 Appareillage .....	46
5.3 Echantillonnage et spécimens .....	46
5.4 Procédure .....	46
5.5 Calculs et interprétation des résultats .....	48
5.5.1 Ensembles de données .....	48
5.5.2 Conversion du BER en utilisant une fonction d'erreur inverse .....	49
5.5.3 Régression linéaire .....	50
5.5.4 Ecart-type et moyenne .....	51
5.5.5 Seuil de décision optimal .....	51
5.5.6 Seuil de décision optimal du BER .....	51
5.5.7 Seuil de décision non optimal du BER .....	52
5.5.8 Marge d'erreur .....	52
5.6 Documentation des essais .....	52
5.7 Informations à spécifier .....	52
6 Méthode à seuil optique variable .....	52
6.1 Vue d'ensemble .....	52
6.2 Appareillage .....	53
6.3 Eléments en essai .....	53
6.4 Procédure pour liaison optique de base .....	53
6.5 Procédure pour système intégré .....	54
6.6 Evaluation des résultats .....	55
Annexe A (normative) Calcul de la marge d'erreur sur la valeur de $Q$ .....	57
Annexe B (informative) Méthode de brouillage sinusoïdal .....	59
B.1 Vue d'ensemble .....	59
B.2 Appareillage .....	59
B.3 Echantillonnage et spécimens .....	59
B.4 Procédure .....	60
B.4.1 Méthode de brouillage optique sinusoïdal .....	60
B.4.2 Méthode de brouillage optique électrique .....	61
B.5 Calculs et interprétation des résultats .....	62
B.5.1 Analyse mathématique .....	62
B.5.2 Extrapolation .....	62
B.5.3 Résultats attendus .....	63
B.6 Documentation .....	64

B.7 Informations à spécifier .....	64
Bibliographie.....	65
Figure 1 – Exemple de diagramme de l’œil montrant des effets de moirage .....	42
Figure 2 – Technique de mesure plus précise utilisant un oscilloscope d’échantillonnage numérique (DSO) qui échantillonne les statistiques de bruit entre les centres des yeux .....	43
Figure 3 – Taux d’erreur sur les bits en fonction du niveau du seuil de décision.....	44
Figure 4 – Tracé du facteur Q en fonction de la tension de seuil .....	45
Figure 5 – Montage pour la méthode à seuil de décision variable.....	47
Figure 6 – Réglage du niveau de seuil initial (approximativement au centre de l’œil) .....	47
Figure 7 – Effet de la polarisation optique .....	53
Figure 8 – Montage pour l’essai d’une liaison optique ou d’un dispositif.....	54
Figure 9 – Montage pour l’essai du système .....	55
Figure 10 – Extrapolation de log BER en fonction de la polarisation.....	56
Figure B.1 – Montage pour la méthode de brouillage sinusoïdal par injection optique .....	60
Figure B.2 – Montage pour la méthode de brouillage sinusoïdal par injection électrique .....	62
Figure B.3 – BER obtenu par la méthode de brouillage sinusoïdal (points de données et ligne extrapolée) .....	63
Figure B.4 – BER en fonction de la puissance optique pour trois méthodes .....	64
Tableau 1 – Temps moyen pour l’accumulation de 15 erreurs en fonction du BER et du débit binaire.....	40
Tableau 2 – BER en fonction de la tension de seuil .....	49
Tableau 3 – $f_i$ en fonction de $D_i$ .....	50
Tableau 4 – Valeurs des constantes de régression linéaire.....	51
Tableau 5 – Moyenne et écart-type .....	51
Tableau 6 – Exemple d’essai de polarisation optique .....	55
Tableau B.1 – Résultats d’une injection sinusoïdale.....	61



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS FIBRONIQUES –

#### Partie 2-8: Systèmes numériques – Détermination de faibles valeurs de BER en utilisant des mesures du facteur Q

#### AVANT-PROPOS

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

L'IEC 61280-2-8 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques. Le présent document est une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) correction d'erreurs dans la Formule (8) en 5.5.2 et dans une formule associée en 5.5.3;
- b) correction d'erreurs dans les références aux articles, paragraphes, figures et procédures, ainsi que dans la bibliographie;
- c) alignement des termes et définitions en 3.1 sur ceux de l'IEC 61281-1.

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

FDIS	Rapport de vote
86C/1708/FDIS	86C/1711/RVD

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

La langue utilisée pour l'élaboration de la présente Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, et élaboré conformément aux Directives ISO/IEC, Partie 1 et aux Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles à l'adresse: [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents élaborés par l'IEC sont décrits de manière plus détaillée à l'adresse: [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

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

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

**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'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS FIBRONIQUES –**

### **Partie 2-8: Systèmes numériques – Détermination de faibles valeurs de BER en utilisant des mesures du facteur Q**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de l'IEC 61280 spécifie deux méthodes principales permettant de déterminer de faibles valeurs de BER en réalisant des mesures accélérées. Ces méthodes utilisent soit un seuil de décision variable (Article 5), soit un seuil optique variable (Article 6). De plus, une troisième méthode fondée sur le brouillage sinusoïdal est décrite à l'Annexe B.

#### **2 Références normatives**

Le présent document ne contient aucune référence normative.