IEC 61280-2-8

Edition 2.0 2021-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

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. The main document types developed by IEC are described in greater detail at 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. Les principaux types de documents élaborés par l'IEC sont décrits de manière plus détaillée à l'adresse: 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.