NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61280-2-10

Première édition
First edition
2005-07

Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques –

Partie 2-10:
Systèmes numériques –
Mesure de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps et du facteur alpha des émetteurs laser

Fibre optic communication subsystem test procedures –

Part 2-10:
Digital systems –
Time-resolved chirp and alpha-factor measurement of laser transmitters

© IEC 2005 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: 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

AVANT-PROPOS 6

1 Domaine d'application 10
2 Contexte 10
3 Abréviations 12
4 Définition de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps 12
5 Modélisation des caractéristiques de l'émetteur 14
6 Vue d'ensemble des méthodes de mesure de la fluctuation de la longueur d'onde 16
7 Méthode du discriminateur en fréquence 22
7.1 Appareillage 22
7.2 Procédure 24
8 Méthode du monochromateur 26
8.1 Appareillage 26
8.2 Procédure 28
9 Calculs du facteur alpha 30
9.1 Facteur alpha en fonction du temps, $\alpha(t)$ 30
9.2 Facteur alpha moyen, α_{moy} 32
9.3 Facteur alpha en fonction de la puissance, $\alpha(P)$ 32
10 Documentation 32

Annexe A (informative) Vérification du montage de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps et des calculs 34
Annexe B (informative) Méthodes de modulation de l'émetteur optique 36

Bibliographie 46

Figure 1 – Mesure type de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps 14
Figure 2 – Schéma simplifié de la méthode du discriminateur en fréquence 16
Figure 3 – La méthode du discriminateur en fréquence nécessite une mesure au niveau du point de quadrature de l'interféromètre 18
Figure 4 – Dans la méthode de la porte optique résolue en fréquence, le spectre provenant d'un signal à porte optique est mesuré sur un ASO 20
Figure 5 – Schéma fonctionnel simplifié de la méthode du monochromateur. 20
Figure 6 – Afin d'obtenir une dispersion faible, une configuration à double pas est généralement utilisée 22
Figure 7 – Montage de la méthode du discriminateur en fréquence 22
Figure 8 – Montage de la méthode du monochromateur 26
Figure 9 – Exemple de tracé du facteur alpha en fonction du temps pour un laser modulé à électro-absorption 30
Figure 10 – Facteur alpha en fonction de la puissance pour (a) un laser modulé directement et (b) un laser modulé à électro-absorption 32
Figure A.1 – Modulation seulement en phase observée sur (a) un ASO et (b) un montage de mesure de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps 34
Figure B.1 – Représentation schématique d'un laser modulé directement 36

CONTENTS

FOREWORD 7

1 Scope 11
2 Background 11
3 Abbreviations 13
4 Definition of time-resolved chirp 13
5 Modelling transmitter behaviour 15
6 Overview of chirp measurement methods 17
7 Frequency discriminator method 23
7.1 Apparatus 23
7.2 Procedure 25
8 Monochromator method 27
8.1 Apparatus 27
8.2 Procedure 29
9 Alpha-factor calculations 31
9.1 Alpha factor versus time, $\alpha(t)$ 31
9.2 Average alpha factor, α_{avg} 33
9.3 Alpha factor versus power, $\alpha(P)$ 33
10 Documentation 33

Annex A (informative) Verification of TRC set-up and calculations 35
Annex B (informative) Optical transmitter modulation methods 37

Bibliography 47

Figure 1 – A typical TRC measurement 15
Figure 2 – Simplified diagram for the frequency discriminator method. 17
Figure 3 – The frequency discriminator method requires measurement at the quadrature point of the interferometer 19
Figure 4 – In the FROG method, the spectrum from an optically-gated signal is measured on an OSA 21
Figure 5 – Simplified block diagram for the monochromator method. 21
Figure 6 – To obtain low dispersion, a double-pass configuration is typically used 23
Figure 7 – Set-up for the frequency discriminator method 23
Figure 8 – Set-up for the monochromator method 27
Figure 9 – An example plot of alpha versus time for an EML 31
Figure 10 – Alpha factor versus power for (a) a DM laser and (b) an EML 33
Figure A.1 – Pure phase modulation observed on (a) an OSA and (b) a TRC measurement set-up 35
Figure B.1 – Schematic representation of a directly modulated laser 37

Figure B.2 – Un laser modulé directement a une fluctuation de la longueur d'onde transitoire et adiabatique significative 38

Figure B.3 – Représentation schématique d'un laser modulé à électro-absorption 40

Figure B.4 – Fluctuation de la longueur d'onde d'un laser modulé à électro-absorption avec une fluctuation de la longueur d'onde transitoire normale 40

Figure B.5 – Fluctuation de la longueur d'onde d'un laser modulé à électro-absorption avec une caractéristique transitoire supplémentaire 42

Figure B.6 – Représentation schématique d'un modulateur de Mach-Zehnder 44

Figure B.7 – Mesure de la fluctuation de la longueur d'onde sur un modulateur de Mach-Zehnder présentant uniquement une fluctuation de la longueur d'onde transitoire 44

Tableau 1 – Fréquence instantanée, f_i pour chaque intervalle de temps, t_i et moyenne calculée pondérée en fréquence, $\Delta f(t)$. 18

Figure B.2 – A directly modulated laser has significant transient and adiabatic chirp 39
Figure B.3 – Schematic representation of an EML..... 41
Figure B.4 – Chirp of an EML with normal transient chirp..... 41
Figure B.5 – Chirp of an EML with an additional transient characteristic 43
Figure B.6 – Schematic representation of a Mach-Zehnder modulator..... 45
Figure B.7 – Chirp measurement on a Mach-Zehnder modulator showing only transient chirp..... 45

Table 1 – Instantaneous frequency, f_i for each time slot, t_i and the calculated weighted-average frequency, $\Delta f(t)$. 19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 2-10: Systèmes numériques – Mesure de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps et du facteur alpha des émetteurs laser

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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'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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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.

La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) attire l'attention sur le fait que l'on demande que la conformité au présent document puisse entraîner l'utilisation d'un brevet concernant le monochromateur à double pas décrit aux articles 2.4 et 4.1.

La CEI ne prend pas position concernant la preuve, la validité et le domaine d'application de ce droit de propriété industrielle.

Le détenteur de ce droit de propriété industrielle a assuré la CEI qu'il est prêt à négocier des licences en des termes et conditions raisonnables et non-discriminatoires, avec les demandeurs à travers le monde. À ce sujet, la déclaration du détenteur du droit de propriété industrielle est enregistrée auprès de la CEI. Des informations peuvent être obtenues auprès de:

Agilent Technologies.
Palo Alto, CA
USA

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 distincts de ceux identifiés ci-dessus. 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 2-10: Digital systems – Time-resolved chirp and alpha-factor measurement of laser transmitters

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
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.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of a patent concerning the double-pass monochromator described in subclauses 2.4 and 4.1.

The IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured the IEC that he is willing to negotiate licenses under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with the IEC. Information may be obtained from:

Agilent Technologies
Palo Alto, CA
USA

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

La Norme internationale CEI 61280-2-10 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.

La présente norme annule et remplace la CEI/PAS 61280-2-10 parue en 2003. Cette première édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/663/FDIS	86C/675/RVD

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

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

La CEI 61280 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques* [1)]*:*

Partie 1: Sous-systèmes généraux de télécommunication [2)]

Partie 2: Systèmes numériques [3)]

Partie 4: Installation de câbles et liens [4)]

La Partie 3 est en préparation.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date du résultat de la maintenance indiquée sur le site web de la CEI à l'adresse suivante: "http://webstore.iec.ch", dans les données liées à la publication spécifique. A cette date, la publication sera

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

---

1) Le titre général de la série CEI 61280 a changé. D'autres parties ont été publiées sous le titre général *Procédures d'essai de base des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques*

2) Le titre de la Partie 1 a changé. Les Parties 1-1 et 1-3 ont été publiées sous le titre *Procédures d'essai des sous-systèmes généraux de télécommunication.*

3) Le titre de la Partie 2 a changé. Les Parties 2-1, 2-2, 2-4 et 2-5 ont été publiées sous le titre *Procédures d'essai des systèmes numériques.*

4) Le titre de la Partie 4 a changé. La Partie 4-2 a été publiée sous le titre *Installation de câbles à fibres optiques.*

International Standard IEC 61280-2-10 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 61280-2-10 published in 2003. This first edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
86C/663/FDIS	86C/675/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.

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

IEC 61280 consists of the following parts under the general title *Fibre optic communication subsystem test procedures*[1)]:

Part 1: General communication subsystems [2)]

Part 2: Digital systems [3)]

Part 4: Cable plant and links [4)]

Part 3 is in preparation.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

---

1) The general title of the IEC 61280 series has changed. Previous parts were published under the general title *Fibre optic communication subsystem basic test procedures*

2) The title of Part 1 has changed. Parts 1-1 and 1-3 were published under the title *Test procedures for general communication subsystems.*

3) The title of Part 2 has changed. Parts 2-1, 2-2, 2-4 and 2-5 were published under the title *Test procedures for digital systems.*

4) The title of Part 4 has changed. Part 4-2 was published under the title *Fibre optic cable plant*.

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

Partie 2-10: Systèmes numériques – Mesure de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps et du facteur alpha des émetteurs laser

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61280 établit des procédures normalisées de mesure de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps (TRC, *time-resolved chirp*) sur les émetteurs laser. Le calcul du facteur alpha, mesure de la fluctuation de la longueur d'onde transitoire, est dérivé des données mesurées de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps. La présente norme couvre également un moyen de vérifier les montages de la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps, les calculs (Annexe A), ainsi qu'un passage en revue des méthodes de modulation laser et la relation entre la fluctuation de la longueur d'onde résolue dans le temps et la performance dans un système de transmission.

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 2-10: Digital systems – Time-resolved chirp and alpha-factor measurement of laser transmitters

1 Scope

This part of IEC 61280 sets forth standard procedures for measuring time-resolved chirp (TRC) on laser transmitters. The calculation of alpha-factor, a measure of transient chirp, is derived from the measured TRC data. Also covered is a means to verify the TRC set-ups and calculations (Annex A) and a review of laser modulation methods and the relationship of TRC to performance in a transmission system.