

DIN EN 61280-2-10

ICS 33.180.01

**Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme –
Teil 2-10: Digitale Systeme –
Messung von zeitaufgelöstem Chirp und Alphafaktor von Lasersendern
(IEC 61280-2-10:2005);
Deutsche Fassung EN 61280-2-10:2005**

Fibre optic communication subsystem test procedures –
Part 2-10: Digital systems –
Time-resolved chirp and alpha-factor measurement of laser transmitters
(IEC 61280-2-10:2005);
German version EN 61280-2-10:2005

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 (CEI 61280-2-10:2005);
Version allemande EN 61280-2-10:2005

Gesamtumfang 23 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2005-08-01 angenommene EN 61280-2-10 gilt als DIN-Norm ab 2006-03-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61280-2-10:2004-01.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme
Teil 2-10: Digitale Systeme
Messung von zeitaufgelöstem Chirp und Alphafaktor von Lasersendern
(IEC 61280-2-10:2005)

Fibre optic communication subsystem test
procedures
Part 2-10: Digital systems
Time-resolved chirp and alpha-factor
measurement of laser transmitters
(IEC 61280-2-10:2005)

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
(CEI 61280-2-10:2005)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2005-08-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2005 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61280-2-10:2005 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 86C/663/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61280-2-10, ausgearbeitet von dem SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2005-08-01 als EN 61280-2-10 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2006-05-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2008-08-01

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und CENELEC weisen darauf hin, dass die Übereinstimmung mit dieser Norm die Verwendung von Patenten hinsichtlich des Double-Pass-Monochromators entsprechend den Abschnitten 2.4 und 4.1 bedeuten kann.

Die IEC und CENELEC nehmen keine Stellung zur Rechtmäßigkeit, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieser Patentrechte.

Der Halter dieser Patentrechte hat IEC zugesichert, dass er bereit ist, über Lizenzen zu vernünftigen und nicht diskriminierenden Geschäftsbedingungen mit Antragstellern in der ganzen Welt zu verhandeln. In diesem Zusammenhang ist die Erklärung des Halters dieser Patentrechte bei IEC registriert. Informationen sind erhältlich bei:

Agilent Technologies
Palo Alto, CA
USA

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieser Norm Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. IEC und CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61280-2-10:2005 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Hintergrund	4
3 Abkürzungen	4
4 Definition des zeitaufgelösten Chirp	5
5 Modellierung des Senderverhaltens	6
6 Übersicht über Chirp-Messverfahren	6
7 Frequenzdiskriminatorverfahren	10
7.1 Prüfaufbau	10
7.2 Durchführung	11
8 Monochromatorverfahren	11
8.1 Prüfaufbau	11
8.2 Durchführung	12
9 Berechnung des Alphafaktors	13
9.1 Zeitabhängiger Alphafaktor, $\alpha(t)$	13
9.2 Mittlerer Alphafaktor, α_{avg}	14
9.3 Leistungsabhängiger Alphafaktor, $\alpha(P)$	14
10 Prüfbericht	15
Anhang A (informativ) Überprüfung des Prüf-Aufbaus für TRC und der Berechnungen	16
Anhang B (informativ) Modulationsverfahren für optische Sender	17
B.1 Direkt modulierter Laser	17
B.2 Elektroabsorptionsmodulator	18
Literaturhinweise	21
 Bild 1 – Typische TRC-Messung	 6
Bild 2 – Vereinfachte Darstellung des Frequenzdiskriminatorverfahrens	7
Bild 3 – Das Frequenzinterferometerverfahren erfordert die Messung am Quadraturpunkt des Interferometers	8
Bild 4 – Messung des Spektrums eines optisch torgesteuerten Signals mit einem OSA nach dem FROG-Verfahren	9
Bild 5 – Vereinfachtes Blockdiagramm für das Monochromatorverfahren	9
Bild 6 – Double-Pass-Monochromator-Anordnung	9
Bild 7 – Aufbau für das Frequenzdiskriminatorverfahren	10
Bild 8 – Aufbau für das Monochromatorverfahren	11
Bild 9 – Beispieldarstellung für den zeitabhängigen Alphawert eines EML	14
Bild 10 – Leistungsabhängiger Alphafaktor für (a) einen direkt modulierten Laser und (b) einen EML	14
Bild A.1 – An einem OSA (a) und an einem TRC-Messaufbau (b) beobachtete reine Phasenmodulation	16
Bild B.1 – Schematische Darstellung eines direkt modulierten Lasers	17
Bild B.2 – Transientes und adiabatisches Chirp in einem direkt modulierten Laser	17
Bild B.3 – Schematische Darstellung eines EML	18
Bild B.4 – Chirp eines EML mit üblichem transienten Chirp	18
Bild B.5 – Chirp eines EML mit zusätzlicher transientscher Eigenschaft	19
Bild B.6 – Schematische Darstellung eines Mach-Zehnder-Modulators	19
Bild B.7 – Chirp-Messung an einem Mach-Zehnder-Modulator, der nur transientes Chirp aufweist	20
 Tabelle 1 – Momentanwert der Frequenz f_i für jeden Zeitschlitz t_i und berechnete gewichtete mittlere Frequenz $\Delta f(t)$	 8

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil von IEC 61280 werden die Prüfverfahren mit der Messung des zeitaufgelösten Chirp (TRC) von Lasersendern fortgesetzt. Die Berechnung des Alphafaktors, ein Maß für transienten Chirp, wird aus den gemessenen TRC-Daten abgeleitet. Weiterhin werden Möglichkeiten für die Überprüfung von TRC-Prüfeinrichtungen und von Berechnungen (Anhang A) behandelt sowie eine Übersicht über Modulationsverfahren von Lasern und die Beziehung von TRC zum Betriebsverhalten in einem Übertragungssystem angegeben.

2 Hintergrund

Kenntnisse über den Einfluss des Chirp auf die Übertragung von Signalen ist für den Systementwickler von großer Bedeutung. Chirp kann in Übertragungssystemen zu zwei getrennten Ergebnissen führen. Das erste ist, dass Chirp die Faserdispersion so beeinflusst, dass Impulse entlang der Faser breiter oder schmaler werden. Dies kann eine positive oder negative Wegeinbuße verursachen, die im Endeffekt den Abstand verkleinert oder vergrößert, in dem sich ein Signal in einem System ohne Regeneration ausbreiten kann. Das Vorzeichen der Einbuße ist sowohl vom Vorzeichen des Chirp als auch vom Vorzeichen der Faserdispersion abhängig. Das zweite ist, dass Chirp das übertragene Spektrum verbreitert und den Kanalabstand durch Störung benachbarter Kanäle in einer sehr dicht gepackten WDM-Umgebung, selbst bei sehr kurzen Strecken, verringert.

Die Wegeinbuße ist die scheinbare Verringerung der Empfängerempfindlichkeit auf Grund der Verzerrung der Signalwellenform bei der Übertragung über eine Strecke. Eine negative Wegeinbuße entspricht einer scheinbaren Erhöhung der Empfängerempfindlichkeit. Die Wegeinbuße zeigt sich als eine Verschiebung der Kurven der Bitfehlerrate (BER) des Systems in Richtung höherer oder geringerer Eingangsleistungspegel. Eine positive Chirpeinbuße ist definiert als das zusätzliche Signal-Rausch-Verhältnis (SNR), welches am Empfänger auf Grund des Laserchirpens erforderlich ist, um eine festgelegte Bitfehlerrate in einem System mit festgelegter Dispersion aufrechtzuerhalten.

Eine direkte Messung der Chirpeinbuße ist schwierig, weil hierbei ein chirpfreier Sender mit einem identischen Intensitätsmuster wie dem des Prüflings (DUT) erforderlich ist. Auf Grund dieser Schwierigkeiten wird die Chirpeinbuße häufig aus der Messung der Wegeinbuße abgeleitet. Bei der Messung der Wegeinbuße wird eine Faser mit bekannter chromatischer Dispersion in den Signalweg eingesetzt und die zusätzliche Leistung (SNR) gemessen, die zum Erreichen der festgelegten BER erforderlich ist. Diese Messung ist ermüdend und zeitaufwändig und geht von der Annahme aus, dass die Messung von der Chirpeinbuße dominiert wird. Dies hat dazu geführt, dass viele Entwickler und Hersteller von Sendern und Systemen die Chirpeinbuße (oder Dispersionseinbuße) anhand zeitaufgelöster direkter Chirpdaten oder abgeleiteter Chirpdaten schätzen, die entweder modelliert oder gemessen wurden.

Um die Kosten von DWDM-Übertragungssystemen zu senken, wurden kostengünstigere Sender entwickelt und eingeführt. Die Kontrolle des Betrages des vorhandenen Chirpens bei diesen kostengünstigeren Sendern ist ein Schlüssel für ihren erfolgreichen Einsatz in Kommunikationsnetzen. [1]¹

3 Abkürzungen

BER	bit error rate Bitfehlerrate
DCA	digital communications analyser digitaler Kommunikationsanalysator
DFB	distributed feedback laser DFB-Laser
DM	directly modulated laser direkt modulierter Laser
DUT	device under test Prüfling

¹ Die Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

DWDM	dense wavelength-division multiplexing dichtes Wellenlängen-Multiplex
EAM	electro-absorption modulator Elektroabsorptionsmodulator
EDFA	erbium-doped fibre amplifier erbiumdotierter LWL-Verstärker
EML	electro-absorption modulated laser elektroabsorptionsmodulierter Laser
FFT	fast fourier transform schnelle Fourier-Transformation
FROG	frequency-resolved optical gating frequenzaufgelöste optische Torsteuerung
FSR	free spectral range freier Spektralbereich
NRZ	non-return-to-zero ohne Rückkehr zu Null
OSA	optical spectrum analyser optischer Spektralanalysator
PMF	polarisation maintaining fibre polarisationserhaltende Faser
PRBS	pseudo-random binary sequence; Pseudozufallsbitfolge
SLM	single longitudinal mode Einfach-Longitudinalmode
SNR	signal-to-noise ratio Signal-Rausch-Verhältnis
SOP	state of polarisation Polarisationszustand
TRC	time-resolved chirp zeitaufgelöstes Chirp
WDM	wavelength-division multiplexing; Wellenlängen-Multiplex

4 Definition des zeitaufgelösten Chirp

Zeitaufgelöstes Chirp (auch als dynamischer Chirp bezeichnet) ist die zeitliche Änderung der momentanen optischen Frequenz eines Senders. Chirp wird in der Literatur auch als zeitabhängige Änderungsgeschwindigkeit der Phase der fortschreitenden elektromagnetischen Welle beschrieben; an sich ist es eine Zeitableitung und wird in der inversen Einheit der Zeit (Hz) angegeben. [2] Es wird üblicherweise als $\Delta f(t)$ bezeichnet und ist die Differenz von der mittleren optischen Frequenz. Zur vollständigen Beschreibung des optischen Signals wird der Momentanwert der optischen Leistung $P(t)$ in Verbindung mit $\Delta f(t)$ angewendet.

Die Messungen werden im Zeitbereich mit einem Trigger durchgeführt, der synchron zum PRBS-Modulationsmuster arbeitet. Wie vorstehend beschrieben, gibt es bei der TRC-Messung zwei Komponenten. Die optische Wellenform $P(t)$ ist die, die mit einem LWL-Breitbandempfänger und einem Oszilloskop darstellbar ist. Das Chirp oder die Wellenform der Frequenz $\Delta f(t)$ zeigt, dass sich die Frequenz des Lasers auch verändert, wenn der Laser mit Daten moduliert wird. Bild 1 zeigt ein typisches TRC-Ergebnis.