

**DIN EN 61290-4-3**

ICS 33.180.30

**Optische Verstärker –  
Prüfverfahren –  
Teil 4-3: Leistungs-Transientenkenngößen von  
Ein-Kanal-LWL-Verstärkern mit Ausgangs-Leistungskontrolle  
(IEC 61290-4-3:2015);  
Deutsche Fassung EN 61290-4-3:2015**

Optical amplifiers –  
Test methods –  
Part 4-3: Power transient parameters – Single channel optical amplifiers in output power control  
(IEC 61290-4-3:2015);  
German version EN 61290-4-3:2015

Amplificateurs optiques –  
Méthodes d'essai –  
Partie 4-3: Paramètres de puissance transitoire – Contrôle de la puissance de sortie des amplificateurs optiques monocanaux  
(IEC 61290-4-3:2015);  
Version allemande EN 61290-4-3:2015

Gesamtumfang 27 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-06-09 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-06-01.

## Nationales Vorwort

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61290-4-3:2013-12.*

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 412.2 „Komponenten für Kommunikationskabelanlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](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 Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Optische Verstärker –  
Prüfverfahren –  
Teil 4-3: Leistungs-Transientenkenngößen von Ein-Kanal-LWL-Verstärkern  
mit Ausgangs-Leistungskontrolle  
(IEC 61290-4-3:2015)

Optical amplifiers –  
Test methods –  
Part 4-3: Power transient parameters – Single  
channel optical amplifiers in output power control  
(IEC 61290-4-3:2015)

Amplificateurs optiques –  
Méthodes d'essai –  
Partie 4-3: Paramètres de puissance transitoire –  
Contrôle de la puissance de sortie des  
amplificateurs optiques monocanaux  
(IEC 61290-4-3:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-06-09 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

**CENELEC**

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

**CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

© 2015 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61290-4-3:2015 D

## **Europäisches Vorwort**

Der Text des Dokuments 86C/1310/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61290-4-3, erarbeitet vom SC 86C „Fibre optic systems and active devices“ des IEC/TC 86 „Fibre optics“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61290-4-3:2015 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-05-20
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-06-09

Diese Norm ist in Verbindung mit EN 61290-1:2012 anzuwenden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## **Anerkennungsnotiz**

Der Text der Internationalen Norm IEC 61290-4-3:2015 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

- |               |           |                                |
|---------------|-----------|--------------------------------|
| IEC 61290-3-3 | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 61290-3-3. |
| IEC 61290-4-1 | ANMERKUNG | Harmonisiert als EN 61290-4-1. |

## Inhalt

|                                                                                                                                        | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                                                             | 2     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                              | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                         | 5     |
| 3 Begriffe und Abkürzungen .....                                                                                                       | 5     |
| 3.1 Begriffe .....                                                                                                                     | 5     |
| 3.2 Abkürzungen .....                                                                                                                  | 7     |
| 4 Prüfvorrichtung .....                                                                                                                | 7     |
| 4.1 Prüfaufbau .....                                                                                                                   | 7     |
| 4.2 Kenndaten der Prüfausrüstung .....                                                                                                 | 8     |
| 5 Prüfmuster .....                                                                                                                     | 9     |
| 6 Verfahren .....                                                                                                                      | 9     |
| 6.1 Prüfvorbereitung .....                                                                                                             | 9     |
| 6.2 Prüfbedingungen .....                                                                                                              | 9     |
| 7 Berechnungen .....                                                                                                                   | 10    |
| 8 Prüfergebnisse .....                                                                                                                 | 11    |
| 8.1 Prüfeinstellungen .....                                                                                                            | 11    |
| 8.2 Prüfdaten .....                                                                                                                    | 12    |
| Anhang A (informativ) Überblick über Leistungstransienten-Ereignisse in Einkanal-EDFA .....                                            | 13    |
| A.1 Hintergrund .....                                                                                                                  | 13    |
| A.2 Eigenschaften des Eingangsleistungsverhaltens .....                                                                                | 13    |
| A.3 Parameter zur Beschreibung transienten Verhaltens .....                                                                            | 15    |
| Anhang B (informativ) Hintergrund zu transienten Leistungserscheinungen in einem Einkanal-EDFA .....                                   | 17    |
| B.1 Verstärkerketten in optischen Netzwerken .....                                                                                     | 17    |
| B.2 Typischer Entwurf optischer Verstärker .....                                                                                       | 17    |
| B.3 Lösungsansätze für Erkennungsfehler .....                                                                                          | 19    |
| Anhang C (informativ) Auswirkung der Flankensteilheit auf die transiente Verstärkungsantwort .....                                     | 23    |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                | 24    |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 25    |
| <br><b>Bilder</b>                                                                                                                      |       |
| Bild 1 – Leistungstransienten-Prüfaufbau .....                                                                                         | 8     |
| Bild 2 – Transiente Antwort der OA-Ausgangsleistung bei a) Eingangsleistungserhöhung .....                                             | 11    |
| Bild A.1 – Beispiel für Fälle von Eingangsleistungstransienten eines OA für Empfängeranwendungen .....                                 | 14    |
| Bild A.2 – Messung der Eingangsleistungsparameter bei a) Eingangsleistungserhöhung und b) Eingangsleistungsverringerung .....          | 15    |
| Bild A.3 – Transiente Antwort der OA-Ausgangsleistung bei a) Eingangsleistungserhöhung und b) Eingangsleistungsverringerung .....      | 16    |

|                                                                                                                                                                                                                 | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bild B.1 – Transiente Antwort auf a) Eingangsleistungsabfall (inverse Stufentransiente) mit Transientenregelung b), abgeschaltet (gleichbleibende Pumpenleistung) und c) angeschaltet (Leistungsregelung) ..... | 21    |
| Bild B.2 – Transiente Antwort auf a) Eingangsleistungsanstieg (Stufentransiente) mit Transientenregelung, b) abgeschaltet (gleichbleibende Pumpenleistung) und c) angeschaltet (Leistungsregelung) .....        | 22    |
| <b>Tabellen</b>                                                                                                                                                                                                 |       |
| Tabelle 1 – Beispiele für Prüfbedingungen für Transientenregelungsmessungen.....                                                                                                                                | 10    |

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61290 gilt für optisch verstärkte, einfache Untersysteme mit Ausgangsleistungsregelung. Er betrifft Lichtwellenleiter-Verstärker (OFA), die aktive, mit seltenen Erden dotierte, derzeit kommerziell verfügbare Fasern nach IEC 61291-1 verwenden, sowie alternative optische Verstärker, die für einkanaligen ausgangsleistungsgeregelten Betrieb verwendet werden können, wie z. B. optische Halbleiterverstärker (SOA).

Zweck dieser Norm ist es, den allgemeinen Hintergrund für Leistungstransienten optischer Verstärker (OA) und deren Messungen bereitzustellen sowie die in IEC genormten Prüfverfahren für genaue und zuverlässige Messungen der folgenden Transientenparameter anzugeben:

- a) transiente Leistungsantwort;
- b) transiente Leistungsüberkompensationsantwort;
- c) Leistungsversatz im stationären Zustand;
- d) transiente Leistungsantwortzeit.

Die berücksichtigten Anregungs- und Antwortverhalten enthalten:

- 1) Leistungszunahme des Kanals (Stufentransiente);
- 2) Leistungsabnahme des Kanals (inverse Stufentransiente);
- 3) Leistungszu-/abnahme des Kanals (Impulstransiente);
- 4) Leistungsab-/zunahme des Kanals (inverse Impulstransiente);
- 5) Leistungszu-/ab-/zunahme des Kanals (Blitztransiente);
- 6) Leistungsab-/zu-/abnahme des Kanals (inverse Blitztransiente).

Diese Parameter wurden einbezogen, um eine vollständige Beschreibung des Transientenverhaltens eines OA mit Leistungstransientenregelung bereitzustellen. Die hier festgelegten Prüffestlegungen sind anwendbar, wenn der Verstärker ein OFA oder ein alternativer OA ist. Jedoch konzentriert sich die Beschreibung im Anhang A dieses Dokuments auf das physikalische Betriebsverhalten eines OFA und gibt eine detaillierte Beschreibung des Verhaltens von OFA; sie enthält keine ähnliche Beschreibung anderer OA-Bauformen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 61291-1:2012, *Optical amplifiers – Part 1: Generic specification*

## 3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

### 3.1 Begriffe

#### 3.1.1

##### **Eingangssignal**

optisches Signal, das in den OA eingespeist wird

### 3.1.2

#### **Eingangsleistungsabweichung**

relative Eingangsleistungsdifferenz in dB vor, während und nach dem Ereignis der Eingangsleistungsanregung, das eine transiente OA-Leistungsabweichung verursacht

### 3.1.3

#### **Anstiegszeit der Eingangsleistung**

Zeit, die das Eingangssignal braucht, um von 10 % auf 90 % der gesamten Differenz zwischen den Anfangs- und Endsignalpegeln während eines ansteigenden Leistungsabweichungsereignisses anzusteigen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild A.2.

### 3.1.4

#### **Fallzeit der Eingangsleistung**

Zeit, die das Eingangssignal braucht, um von 10 % auf 90 % der gesamten Differenz zwischen den Anfangs- und Endsignalpegeln während eines absteigenden Leistungsabweichungsereignisses abzufallen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild A.2.

### 3.1.5

#### **Flankensteilheit**

größte Änderungsgeschwindigkeit der optischen Eingangssignalleistung während eines Leistungsabweichungsereignisses

### 3.1.6

#### **transiente Leistungsantwort**

größte oder kleinste Abweichung (Überschwingen oder Unterschwingen) in dB zwischen der Zielleistung des OA und der beobachteten Leistungsabweichung, die durch Veränderung einer Leistungsabweichung in einem Eingangskanal hervorgerufen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Sobald die Ausgangsleistung eines verstärkten Kanals von seiner Zielleistung abweicht, sollte die Regelungselektronik innerhalb des OA versuchen, die Leistungsdifferenz oder die transiente Leistungsantwort zu kompensieren, um die Ausgangsleistung des OA wieder auf den ursprüngliche Zielpegel zu bringen.

### 3.1.7

#### **transiente Leistungseinschwingzeit**

Zeitdauer, die gebraucht wird, um die Leistung des OA auf einem Pegel nahe dem Zielleistungspegel wiederherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Parameter wird gemessen von der Zeit des Anregungsereignisses, das die Leistungsschwankung hervorrief, bis zu der Zeit, zu der die OA-Leistungsantwort stabil und innerhalb der Spezifikation ist.

### 3.1.8

#### **transiente Leistungs-Überkompensationsantwort**

größte Abweichung in dB zwischen der Zielausgangsleistung des Verstärkers und der Leistung, die aus der Instabilität der Regelungselektronik resultiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Die transiente Überkompensationsantwort der Leistung tritt nach einer Leistungsabweichung auf, wenn die Regelungselektronik des Verstärkers versucht, die Leistung zurück auf den Zielpegel des Verstärkers zu bringen. Der Regelungsvorgang ist iterativ und die Regelungselektronik kann die Leistungsabweichung anfangs überkompensieren, bis sie schließlich den gewünschten Leistungs-Zielpegel erreicht.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Parameter der transienten Überkompensationsantwort der Leistung ist allgemein von geringerer Größe als die transiente Leistungsantwort und hat das entgegengesetzte Vorzeichen.

### 3.1.9

#### **Leistungsversatz des Beharrungszustands**

Differenz in dB zwischen der End- und der Anfangsausgangsleistung des OA vor dem Leistungsabweichungs-Anregungsereignis

Anmerkung 1 zum Begriff: Normalerweise unterscheidet sich der Leistungspegel im Beharrungszustand, der einer Leistungsabweichung folgt, von der OA-Leistung vor dem Eingangsleistungs-Anregungsereignis. Die Transientenregelung versucht, diesen Versatz mittels Rückkopplung zu beseitigen.

## 3.2 Abkürzungen

|      |                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| AFF  | ASE-Abflachfilter (en: ASE flattening filter)                                        |
| AGC  | automatischer Verstärkungsregler (en: automatic gain controller)                     |
| APC  | automatische Leistungsregelung (en: automatic power control)                         |
| ASE  | verstärkte Spontanemission (en: amplified spontaneous emission)                      |
| ASEP | Leistung der verstärkten Spontanemission (en: amplified spontaneous emission power)  |
| BER  | Bitfehlerrate (en: bit error rate)                                                   |
| DFB  | Laser mit verteilter Rückkopplung (en: distributed feedback laser)                   |
| DWDM | dichtes Wellenlängenmultiplexing (en: dense wavelength division multiplexing)        |
| EDF  | Erbium-dotierte Faser (en: erbium-doped fibre)                                       |
| EDFA | Erbium-dotierter LWL-Verstärker (en: erbium-doped fibre amplifier)                   |
| GFF  | Verstärkungs-Abflachfilter (en: gain flattening filter)                              |
| NEM  | Hersteller von Netzwerkkomponenten (en: network equipment manufacturer)              |
| NSP  | Anbieter eines Netzwerkdienstes (en: network service provider)                       |
| O/E  | optisch-zu-elektrisch (en: optical-to-electrical)                                    |
| OA   | optischer Verstärker (en: optical amplifier)                                         |
| OD   | optischer Schaden (en: optical damage)                                               |
| OFA  | LWL-Verstärker (en: optical fibre amplifier)                                         |
| OSA  | optischer Spektrumanalysator (en: optical spectrum analyser)                         |
| OSNR | optisches Signal-zu-Rausch-Verhältnis (en: optical signal-to-noise ratio)            |
| PDs  | Fotodioden (en: photo diodes)                                                        |
| PID  | proportional – integrierend – differenzierend (en: proportional integral derivative) |
| SOA  | optischer Halbleiterverstärker (en: semiconductor optical amplifier)                 |
| SAR  | Signal-zu-ASE-Verhältnis (en: optical signal-to-ASE ratio)                           |
| SigP | Signalleistung (en: signal power)                                                    |
| SOP  | Polarisationszustand (en: state of polarization)                                     |
| VOA  | variables optisches Dämpfungsglied (en: variable optical attenuator)                 |
| WDM  | Wellenlängenmultiplexing (en: wavelength division multiplexing)                      |

## 4 Prüfvorrichtung

### 4.1 Prüfaufbau

Bild 4 zeigt einen allgemeinen Aufbau zur Beschreibung der Eigenschaften der transienten Antworten von Einkanal-OA mit geregelter Ausgangsleistung.