DEUTSCHE NORM *Entwurf* September 2008

DIN IEC 60728-13 (VDE 0855-13)

DIN

VDE

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

ICS 33.060.40

Einsprüche bis 2008-11-30

Entwurf

Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 13: Optische Anlage zur Übertragung von Rundfunksignalen (IEC 100/1418/CD:2008)

Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –
Part 13: Optical systems for broadcast signal transmissions (TA 5)
(IEC 100/1418/CD:2008)

Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs –
Partie 13: Systèmes optiques pour radiodiffusion des signaux
(CEI 100/1418/CD:2008)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-09-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

– vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden

– oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 129 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 100/1418/CD:2008 „Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 13: Optical systems for broadcast signal transmissions (TA 5)“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 735 „Kabelnetze und Antennen für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068	IEC 60068	Normen der Reihe DIN EN 60068	–
EN 60068-1	IEC 60068-1	DIN EN 60068-1	–
–	IEC 60271-3	–	–

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Tabelle NA.1 (*fortgesetzt*)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
Normen der Reihe EN 60617	Normen der Reihe IEC 60617	Normen der Reihe DIN EN 60617	–
EN 60728-1	IEC 60728-1	DIN EN 60728-1 (VDE 0855-7)	VDE 0855-7
–	IEC 60728-1-1	E DIN IEC 60728-1-1 (VDE 0855-7-1)	VDE 0855-7-1
–	IEC 60728-1-2	E DIN IEC 60728-1-2 (VDE 0855-7-2)	VDE 0855-7-2
EN 50083-2	IEC 60728-2	DIN EN 50083-2 (VDE 0855-200)	VDE 0855-200
EN 50083-3	IEC 60728-3	DIN EN 50083-3 (VDE 0855-3)	VDE 0855-3
EN 50083-5	IEC 60728-5	DIN EN 50083-5 (VDE 0855-5)	VDE 0855-5
EN 60728-6	IEC 60728-6	DIN EN 60728-6 (VDE 0855-6)	VDE 0855-6
–	IEC/TR 60728-6-1	–	–
EN 50083-10	IEC 60728-10	DIN EN 50083-10 (VDE 0855-10)	VDE 0855-10
EN 60728-11	IEC 60728-11	DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1)	VDE 0855-1
EN 60825-1	IEC 60825-1	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1)	VDE 0837-1
EN 60825-2	IEC 60825-2	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2)	VDE 0837-2
–	IEC 60874-14-2	–	–
EN 61280-1-1	IEC 61280-1-1	DIN EN 61280-1-1	–
EN 61280-1-3	IEC 61280-1-3	DIN EN 61280-1-3	–
EN 61280-2-9	IEC 61280-2-9	DIN EN 61280-2-9	–
EN 61281-1	IEC 61281-1	DIN EN 61281-1	–
EN 61290-1-2	IEC 61290-1-2	DIN EN 61290-1-2	–
EN 61290-1-3	IEC 61290-1-3	DIN EN 61290-1-3	–
EN 61291-1	IEC 61291-1	DIN EN 61291-1	–
EN 61754-13	IEC 61754-13	DIN EN 61754-13	
–	IEC/TR 61931	–	–
ETSI EN 300019-1-5		DIN EN 300019-1-5	

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50083-2 (VDE 0855-200), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 2: Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten*

DIN EN 50083-3 (VDE 0855-3), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 3: Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze*

DIN EN 50083-5 (VDE 0855-5), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 5: Geräte für Kopfstellen*

DIN EN 50083-10 (VDE 0855-10), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 10: Rückkanal-Systemanforderungen*

Normen der Reihe DIN EN 60068, *Umweltprüfungen*

DIN EN 60068-1, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden*

Normen der Reihe DIN EN 60617, *Graphische Symbole für Schaltpläne*

DIN EN 60728-1 (VDE 0855-7), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 1: Systemanforderungen*

DIN EN 60728-6 (VDE 0855-6), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 6: Optische Geräte*

DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 11: Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen*

DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2), *Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS)*

DIN EN 61280-1-1, *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 1-1: Prüfverfahren für allgemeine Kommunikationsuntersysteme – Messung der Senderausgangsleistung für Einmoden-LWL-Kabel*

DIN EN 61280-1-3, *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Grundlegende Prüfverfahren – Teil 1-3: Prüfverfahren für allgemeine Kommunikationsuntersystemen – Messung von Mittelwellenlänge und Spektralbreite*

DIN EN 61280-2-9, *Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 2-9: Digitale Systeme – Messung des optischen Signal-Rausch-Verhältnisses für dichte Wellenlängen-Multiplex-Systeme*

DIN EN 61281-1, *Lichtwellenleiter-Kommunikationsuntersysteme – Teil 1: Fachgrundspezifikation*

DIN EN 61290-1-2, *Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Verstärker – Teil 1-2: Optische Leistungs- und Verstärkerparameter – Verfahren mit elektrischem Spektralanalysator*

DIN EN 61290-1-3, *Prüfverfahren für Lichtwellenleiter-Verstärker – Teil 1-3: Optische Leistungs- und Verstärkerparameter – Verfahren mit optischem Leistungsmessgerät*

DIN EN 61291-1, *Lichtwellenleiter-Verstärker – Teil 1: Fachgrundspezifikation*

DIN EN 61754-13, *Steckgesichter von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 13: Bauart FC-PC Steckverbinderfamilie*

DIN EN 300019-1-5, *Geräte-Entwicklung; Umweltbedingungen und Umweltprüfungen für Telekommunikationsanlagen – Teil 1-5: Klassen von Umweltbedingungen – Einsatz an und in Landfahrzeugen*

E DIN IEC 60728-1-1 (VDE 0855-7-1), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 1-1: Zweiwege-HF-Wohnungsvernetzung*

E DIN IEC 60728-1-2 (VDE 0855-7-2), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 1-2: Leistungsanforderungen an der Teilnehmeranschlussdose im realen Betrieb*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 13: Optische Anlage zur Übertragung von Rundfunksignalen

Inhalt

Seite

Vorwort ... 9
Einleitung ... 9
1 Anwendungsbereich ... 10
2 Normative Verweisungen ... 10
3 Begriffe und Abkürzungen ... 11
3.1 Begriffe ... 11
3.2 Symbole ... 16
3.3 Abkürzungen ... 16
4 Optisches Systemreferenzmodell ... 19
5 Vorbereitung der Messungen ... 21
5.1 Umgebungsbedingungen ... 21
5.1.1 Temperatur und Luftfeuchte ... 21
5.1.2 Einstellungen für den Messaufbau und die zu prüfende Anlage ... 21
5.1.3 Betrieb der automatischen Verstärkungsregelung (AGC) ... 21
5.1.4 Impedanzanpassung der Geräte ... 21
5.1.5 Normgerechter Betriebszustand ... 21
5.1.6 Normgerechte Signale und Messgeräte ... 21
5.2 Genauigkeit der Messgeräte ... 22
5.3 Stromversorgung ... 22
6 Messverfahren ... 22
6.1 Prüfpunkte und Prüfobjekte ... 22
6.1.1 Prüfpunkte ... 22
6.1.2 Messwerte ... 22
6.2 Optische Leistung ... 23
6.2.1 Einführung ... 23
6.2.2 Messaufbau ... 23
6.2.3 Messverfahren ... 24
6.2.4 Vorkehrungen zur Messung ... 24
6.2.5 Darstellung der Ergebnisse ... 25
6.3 Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis ... 25
6.3.1 Einführung ... 25
6.3.2 Messaufbau ... 25
6.3.3 Messbedingungen ... 25
6.3.4 Messverfahren für analoge Signale (AM-RSB) ... 26
6.3.5 Messverfahren für digital modulierte Signale (64 QAM, OFDM) ... 26
6.3.6 Vorkehrungen zur Messung ... 26
6.3.7 Darstellung der Ergebnisse ... 27
6.4 Träger-Rausch-Verhältnis des optischen Signals ... 27
6.4.1 Einführung ... 27
6.4.2 Messaufbau ... 27
6.4.3 Messbedingungen ... 28
6.4.4 Messverfahren für das *RIN* der Anlage ... 28

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Seite
6.4.5 Berechnung des C/N aus dem RIN-Wert ... 29
6.4.6 Berechnung der RIN-Komponente ... 30
6.5 Optischer Modulationsindex (OMI) ... 32
7 Festlegungen für die optische Anlage zur Übertragung von Rundfunksignalen ... 32
7.1 Analoges und digitales Rundfunkübertragungssystem mit optischem Kabelnetz ... 32
7.2 Internationale Fernsehsysteme ... 33
7.3 Zusammenhang zwischen RIN und C/N ... 35
7.4 Optische Wellenlänge ... 36
7.5 Frequenz der Signalquelle ... 36
7.6 Festlegungen für die optische Anlage zur Übertragung des Rundfunksignals ... 36
7.7 Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (C/N) für Kabelnetze in Gebäuden ... 36
7.8 Übersprechen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser ... 38
7.9 Pegel der Einzelfrequenzstörungen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser ... 39
7.10 Umgebungsbedingungen ... 39
Anhang A (informativ) Reale Anlagen und Auslegungsbetrachtungen ... 40
A.1 Mehrkanalanlage ... 40
A.1.1 Betriebsbedingungen ... 41
A.1.2 Umgebungsbedingungen ... 41
A.1.3 Anlagen mit Retransmissionsbetrieb ... 41
A.1.4 Betriebsbedingungen ... 42
A.1.5 Umgebungsbedingungen ... 42
A.1.6 Berechnung des C/N-Verhältnis für das optische Netz ... 43
A.1.7 Referenzmodell für die Anlage ... 43
A.2 Hinweise für den praktischen Betrieb ... 52
A.2.1 Optimaler Betrieb ... 52
A.2.2 Festzulegende Schlüsselwerte ... 52
Anhang B (informativ) Übersicht optischer Anlagen ... 54
B.1 Topologie optischer Anlagen ... 54
B.1.1 SS-System ... 54
B.1.2 ADS-System ... 55
B.1.3 PON-System ... 55
Anhang C (informativ) Beeinträchtigungen optischer Systeme ... 57
C.1 Einflussgrößen für Systembeeinträchtigungen ... 57
C.2 Beeinträchtigungen durch Nichtlinearitäten ... 57
C.2.1 Brillouin-Streuung (SBS) ... 58
C.2.2 Stimulierte Raman-Streuung (SRS) ... 58
C.2.3 Selbstphasenmodulation (SPM) ... 62
C.2.4 Kreuzphasenmodulation (XPM) ... 62
Anhang C (normativ) Zu berücksichtigender Anhang für die Messung der zur RIN-Berechnung benötigten Parameter (R, I_{do}, I_{eq} und G) ... 63
D.1 Messung der Empfindlichkeit R ... 63
D.2 Messung des Dunkelstroms I_{do} ... 63
D.3 Messung der äquivalenten Rauschstromdichte I_{eq} ... 63
D.4 Messung der Verstärkung G ... 64
Literaturhinweise ... 65

Bilder

Bild 1 – Optisches Systemreferenzmodell für die Einfaserlösung ... 19

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Seite

Bild 2 – Optisches Systemreferenzmodell für die Einfaserlösung ... 19
Bild 3 – Beispiel eines PON-Triplexers ... 20
Bild 4 – Prüfpunkte zur Festlegung der Leistungsdaten einer optischen Anlage ... 21
Bild 5 – Typisches optisches Videoverteilnetz ... 22
Bild 6 – Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Richtkoppler ... 24
Bild 7 – Messung der optischen Leistung mit einem Wellenlängen-Filter ... 24
Bild 8 – Messaufbau für die Messung des Träger-Rausch-Verhältnis ... 25
Bild 9 – Prüfpunkte im optischen Kabelfernsehnetz ... 27
Bild 10 – Aufbau für die *RIN*–Messung ... 28
Bild 11 – Zuordnung der Leistungskennwerte und Prüfpunkte ... 32
Bild 12 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (45 dB) für Kabelnetze in Gebäuden (elektrisches Signal) ... 37
Bild 13 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis für Kabelnetze in Gebäuden (optisches Signal) ... 38
Bild A.1 – Beispiel einer Mehrkanalanlage für 1 Million Teilnehmer ... 40
Bild A.2 – Beispiel einer Mehrkanalanlage für 2000 Teilnehmer ... 40
Bild A.3 – Beispiel einer Anlage mit Retransmissionsbetrieb für 72 Teilnehmer ... 42
Bild A.4 – Beispiel einer Anlage mit Retransmissionsbetrieb für 144 Teilnehmer ... 42
Bild A.5 – Beispiel 1 zur Berechnung der Leistungsdaten ... 45
Bild A.6 – Beispiel 2 zur Berechnung der Leistungsdaten ... 46
Bild A.7 – Beispiel 3 zur Berechnung der Leistungsdaten ... 47
Bild A.8 – Beispiel 4 zur Berechnung der Leistungsdaten ... 48
Bild A.9 – Beispiel 5 zur Berechnung der Leistungsdaten ... 49
Bild A.10 – Beispiel 6 zur Berechnung der Leistungsdaten ... 50
Bild A.11 – Beispiel 7 zur Berechnung der Leistungsdaten ... 51
Bild B.1 – Topologie optischer Systeme ... 54
Bild B.2 – Beschaffenheit von Netzen ... 54
Bild B.3 – Beispiel für ein SS-System ... 55
Bild B.4 – Beispiel für ein ADS-System ... 55
Bild B.5 – Beispiel für ein PON-System ... 56
Bild C.1 – Reflexionsmodell ... 57
Bild C.2 – Einflussgrößen zur Beeinträchtigung optischer Anlagen ... 58
Bild C.3 – Modell der SBS-Erzeugung ... 58
Bild C.4 – Übersprechen zweier Wellenlängen ... 60
Bild C.5 – SRS-Simulation (OLT-Übertragungsleistung in Abhängigkeit des *D/U*) ... 60
Bild C.6 – SRS-Simulation (Länge der optischen Faser in Abhängigkeit des *D/U*) ... 61
Bild C.7 –Frequenzabhängigkeit der ersten SRS-*D/U*-Spitze von der Faserlänge ... 61
Bild C.8 –Spektrum GE-PON-Anlage im Leerlaufbetrieb (IEEE 802.3ah 1000 Base PX) (62,5 MHz = 1250 MBit/s bei 20 bit) ... 62
Bild D.1 – Messung der Verstärkung ... 64

Tabellen

Tabelle 1 – Pegel der HF-Signale ... 14
Tabelle 1 – Messgeräte ... 22
Tabelle 2 – Prüfpunkte und Messwerte ... 23
Tabelle 3 – Empfohlene Einstellung des Spektrumanalysators und äquivalente Rauschbandbreiten der Fernsehsysteme ... 26
Tabelle 4 – Zur Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis *C/N* verwendete Parameter ... 31
Tabelle 5 – Mindestanforderungen an das *C/N* ... 33
Tabelle 6 – Mindestanforderungen an das HF-Signal-Rausch-Verhältnis ... 33

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Seite
Tabelle 7 – Betriebsarten der Rundfunkdienste ... 35
Tabelle 8 – Betriebsarten und *RIN*-Werte ... 35
Tabelle 9 – Festlegungen für die optische Anlage ... 36
Tabelle 10 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis für Kabelnetze in Gebäuden ... 37
Tabelle 11 – Störpegel durch Nichtlinearitäten der optischen Faser ... 39
Tabelle 12 – Umgebungsbedingungen ... 39
Tabelle A.1 – Betriebsbedingungen einer Mehrkanalanlage ... 41
Tabelle A.2 – Betriebsbedingungen einer Anlage mit Retransmissionsbetrieb ... 42
Tabelle A.3 – Grundlegende Anlagenwerte für Mehrkanalanlagen und Anlagen mit Retransmissionsbetrieb ... 44

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Vorwort

Dieser internationale Standard IEC 60728-1-1 wurde vom "Technical Area 5: Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste" des "IEC Technical Committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment" ausgearbeitet.

Dieses ist die erste Ausgabe.

Einleitung

Die Normen der Reihe EN 60728 behandeln Kabelnetze einschließlich der Geräte und der zugehörigen Messverfahren für Kopfstellenempfang, Aufbereitung und Verteilung von Fernseh- und Tonsignalen und ihren zugehörigen Datensignalen und für Aufbereitung, Übergabe und Übertragung aller Arten von Signalen für interaktive Dienste unter Nutzung aller anwendbaren Übertragungsmedien.

Mit eingeschlossen sind

- Kabelfernsehnetze (CATV-Netze)[1)],
- Gemeinschaftsantennen-Netze (MATV-Netze) und Satelliten-Gemeinschaftsantennen-Netze (SMATV-Netze),
- Einzelempfangsnetze

und jede Art von Geräten, Systemen und Installationen, die in solchen Netzen installiert sind.

Der Umfang dieser Normungsarbeit reicht von den Antennen und/oder speziellen Eingängen von Signalquellen in die Kopfstelle oder von anderen Schnittstellen zum Netz bis hin zum Eingang des Teilnehmerendgeräts.

Die Normung jeglicher Teilnehmerendgeräte (d. h. Tuner, Empfänger, Decoder, Multimedia-Endgeräte usw.) als auch jeglicher Koaxialkabel, symmetrischer Kabel und Lichtwellenleiter-Kabel und deren Armaturen ist ausgeschlossen.

---

1) Dieser Begriff umfasst auch HFC-Netze, die heute genutzt werden, um Telekommunikationsdienste, Sprache, Daten, Audio und Video anzubieten und zwar als Rundfunk- und als Individualdienste.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für optische Anlagen zur Übertragung von Rundfunksignalen, bestehend aus Kopfstellengeräten, optischen Übertragungswegen, hausinterner Verkabelung und einer Teilnehmeranschlussdose. Das System ist vor allem für analog und/oder digital übertragene Fernseh- und Tonsignale vorgesehen. Diese Norm legt die grundlegenden Anlagenparameter und Messverfahren für optische Verteilnetze fest, mit einer Teilnehmeranschlussdose zur Bestimmung der Anlagenleistung und seiner Grenzwerte.

In dieser Norm wird die Anlagenspezifikation des FTTH-Netzes (en: fibre to the home; Lichtwellenleiter bis zur Teilnehmerwohnung) zur Rundfunksignalübertragung festgelegt. Diese Norm kann auch auf die Rundfunksignalübertragung mittels Telekommunikationsnetz angewandt werden, falls dieses die optischen Anforderungen nach dieser Norm erfüllt. Diese Norm legt die HF-Signalübertragung für Rundfunk- und Individualdienste (eingeschränktes Verbreitungsgebiet für Rundfunksignale) über FTTH fest und führt als Bitübertragungsschicht das passive optische Netzsystem (xPON-System) ein. Detaillierte Festlegungen zur Bitübertragungsschicht gehören nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm. Dieser beschränkt sich auf die HF-Signalübertragung mittels FTTH und schließt dabei Internetprotokollübertragungsverfahren (IP) wie Internetgruppenübertragung (en: IP Multicast) und damit zusammenhängende Protokolle aus. Einige der Störmechanismen zwischen Telekommunikationssystem und Rundfunksystem werden in Abschnitt 7 dieser Norm behandelt. Anhand D enthält hierzu weitere Ausführungen. Anhang A beschreibt reale Anlagen mit Auslegungsbetrachtungen nach dieser Norm. Anhang B gibt eine Übersicht der für die Übertragung von Rundfunksignalen anwendbaren optischen Systeme.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 60728-1, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: System performance of forward paths*

IEC 60728-6, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6: Optical equipment*

IEC/TR 60728-6-1, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6-1: Optical systems for cable networks for television signals, sound signals and interactive services*

IEC 60728-10, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 10: System performance of return paths*

IEC 60728-11, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 11: Safety*

IEC 60874-14-2, *Connectors for optical fibres and cables – Part 14-2: Detail specification for fibre optic connector type SC/PC tuned terminated to single-mode fibre type B1*

IEC 61280-1-1, *Fibre optic communication subsystem basic test 1 procedures – Part 1-1: Test procedures for general communication subsystems – Transmitter output optical power measurement for single-mode optical fibre cable*

IEC 61280-1-3, *Fibre optic communication subsystem basic test procedures – Part 1-3: Test procedures for general communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement*

IEC 61280-2-9, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 2-9: Digital systems – Optical signal-to-noise ratio measurement for dense wavelength-division multiplexed systems*

IEC 61281-1, *Fibre optic communication subsystem – Part 1: Generic Specification*

IEC 61290-1-2, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-2: Power and gain parameters – Electrical Spektrumanalysator method*

IEC 61290-1-3, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-3: Power and gain parameters – Optical power meter method*

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

IEC 61754-13, *Fibre optic connector interfaces – Part 13: Type FC-PC connector*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1
optische Sendeeinheit
optischer Sender
Sendegerät für den Anschluss von Lichtwellenleitern mit einem Eingangsanschluss für ein elektrisches Signal, das an seinem Ausgangsanschluss einen mit dem Eingangssignal modulierten optischen Träger zur Verfügung stellt

[IEC 61931, Begriff 2.9.6]

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung in dieser Norm können optische Sender mehr als einen Eingangsanschluss für elektrische HF-Signale besitzen.

ANMERKUNG 2 Dieses Gerät verstärkt das elektrische Frequenzmultiplexsignal und setzt dieses Signal in ein optisches Signal um. Die optische Wellenlänge liegt im 1 500 nm-Band (1 550 nm ± 10 nm, im Bereich von 1 530 nm bis 1 625 nm)

3.1.2
optische Empfangseinheit
optischer Empfänger
Empfangsgerät für den Anschluss von Lichtwellenleitern mit einem Eingangsanschluss für einen modulierten optischen Träger, das an seinem Ausgangsanschluss das entsprechend demodulierte elektrische Signal (mit dem zugehörigen Takt bei digitalen Signalen) zur Verfügung stellt

[IEC 61931, Begriff 2.9.7]

ANMERKUNG Für die Anwendung in dieser Norm können optische Empfänger mehr als einen Ausgangsanschluss für elektrische HF-Signale besitzen.

3.1.3
optischer Verstärker
Gerät für optische Wellen mit einem geeigneten gepumpten aktiven Medium, das zur Verstärkung eines Lichtsignals geeignet ist

[IEC 61931, Begriff 2.7.75]

ANMERKUNG 1 In dieser Norm wird der Erbium-dotierte Faserverstärker (EDFA; en: Erbium Doped Fibre Amplifier) für die Verstärkung im 1 550 nm-Band verwendet.

ANMERKUNG 2 Es gibt mehrere Verfahren die zur Verstärkung die Wellenlänge verwenden. Der Begriff „Erbium-dotierter Faserverstärker (EDFA)“ wird in dieser Norm als Synonym für den optischen Verstärker verwendet.

3.1.4
Lichtwellenleiter-Verteiler
(Lichtwellenleiter-)Verteiler
(Lichtwellenleiter-)Koppler
Gerät für optische Wellen mit drei oder mehr optischen Anschlüssen, das die optische Leistung unter Beibehaltung der Wellenlänge oder der Wellenlängen ohne Veränderung dieser auf vorherbestimmte Art auf die Anschlüsse verteilt

[IEC 61931, Begriff 2.6.21]

ANMERKUNG Die Anschlüsse können mit Lichtwellenleitern, Signalquellen, Detektoren usw. verbunden sein.

3.1.5
Multiplexer
Wellenlängenmultiplexer
WDM-Gerät
ein von der Wellenlänge abhängiger Verteiler (wird in WDM-Übertragungssystemen verwendet), der optische Signale in Abhängigkeit von deren Wellenlänge zwischen zwei vorherbestimmten Eingängen übertragen kann

[IEC 61931, Begriff 2.6.51]

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

3.1.6
optischer Modulationsgrad
optischer Modulationsindex
OMI
der optische Modulationsgrad m_k des k-ten HF-Trägers ist definiert als:

$$m_k = \frac{\Phi_h - \Phi_l}{\Phi_h + \Phi_l}$$

Der gesamte optische Modulationsgrad M ist definiert als:

$$M = \sqrt{\sum_{k=1}^{K} m_k{}^2}$$

Dabei ist Φ_h der höchste und Φ_l der kleinste Augenblickswert der optischen Leistung eines intensitätsmodulierten optischen Signals. Diese Größe wird überwiegend in analogen Systemen verwendet.

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.10]

3.1.7
Rauschzahl
NF
Abnahme des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) am Ausgang eines optischen Detektors mit Einheitsquantenwirkungsgrad aufgrund der Ausbreitung eines Schrotrausch-limitierten Signals durch den optischen Verstärker, angegeben in dB

[IEC 61291-1, Begriff 3.2.28]

ANMERKUNG Die Rauschzahl eines optischen Verstärkers hängt von der verwendeten optischen Eingangsleistung und Wellenlänge ab.

3.1.8
relatives Intensitätsrauschen
RIN
Verhältnis des mittleren Quadrats der Intensitätsschwankungen der optischen Leistung einer Lichtquelle zum Quadrat der mittleren optischen Ausgangsleistung.

Das RIN wird üblicherweise in dB/Hz mit sich hieraus ergebenden negativen Werten ausgedrückt.

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.12]

ANMERKUNG Der Wert für das RIN kann aus Ergebnissen von Messungen des Träger-Rausch-Verhältnisses einer Anlage berechnet werden.

3.1.9
Empfindlichkeit
Quotient von elektrischer Ausgangsgröße durch optische Eingangsgröße eines optischen Empfängers bei einer vorgegebenen Wellenlänge

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.15]

ANMERKUNG 1 Die Empfindlichkeit wird im Allgemeinen ausgedrückt in Ampere je Watt oder in Volt je Watt einfallender Strahlungsleistung.

ANMERKUNG 2 Manchmal wird der Begriff Empfindlichkeitsschwelle (en: sensitivity) als ungenaues Synonym für Empfindlichkeit benutzt.

ANMERKUNG 3 Der Bereich der Wellenlänge um eine vorgegebene Wellenlänge kann angegeben werden.

3.1.10
Wellenlänge
die von der Periode der Wellenfront einer harmonischen ebenen Welle abgedeckte Entfernung

Die Wellenlänge λ von Licht im Vakuum ist definiert durch:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Dabei ist

c die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum (c = 2,99792 × 10^8 m/s);

f die Lichtfrequenz.

Obwohl die Wellenlänge in dielektrischen Werkstoffen wie Glasfasern kürzer als im Vakuum ist, wird nur die Lichtwellenlänge im Vakuum verwendet

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.17]

3.1.11
mittlere Wellenlänge
der Mittelwert aus den Wellenlängen, bei denen die Amplitude einer Lichtquelle den halben Wert der maximalen Amplitude erreicht oder das letzte Mal auf diesen Wert abfällt

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.26]

3.1.12
Restseitenbandsignal
RSB-Signal
Seitenbandsignal, in dem nur die Teilschwingungen erhalten werden, die zu den unteren Frequenzen des modulierenden Signals gehören, während die anderen Teilschwingungen stark unterdrückt werden

ANMERKUNG Bei terrestrischer Rundfunkübertragung und in Kabelfernsehnetzen werden Restseitenbandsignale übertragen.

[IEV 702-06-28]

3.1.13
Quadratur-Amplitudenmodulation
QAM-Signal
QAM
Amplitudenmodulation durch zwei getrennte Signale zweier sinusförmiger Träger, die dieselbe Amplitude und Frequenz haben, aber in Quadratur zueinander sind, wobei die modulierten Signale addiert und in einem gemeinsamen Kanal übertragen werden

[IEV 702-06-63]

3.1.14
orthogonales Frequenzmultiplex-Signal
OFDM-Signal
Multiplexübertragungsverfahren mit orthogonalem Frequenzmultiplex das zur Übertragung von SDTV- und HDTV-Signalen für den terrestrischen digitalen Rundfunk verwendet wird

OFDM (en: orthogonal frequency division multiplex) basiert auf dem Modell des Frequenzmultiplex. Bei dem jeder Frequenzkanal mit einem einfacherem Verfahren moduliert wird. Dabei werden Frequenzen und Modulation orthogonal zueinander angeordnet. Dies vermindert die Störungen zwischen den Kanälen.

3.1.15
Definition HF-Signalpegel
wird hier als HF-Signalpegel beschrieben und definiert (siehe auch Tabelle 1)

3.1.15.1
amplitudenmoduliertes Restseitenbandsignal (AM-RSB)
Signalpegel des Bildträgers als Spitzenwert C_{rms} in dB(µV) des Bildträgers (Effektivwert) aus der Modulationshüllkurve, gemessen mit einem Abschlusswiderstand von 75 Ω oder bezogen auf 75 Ω

In negativ modulierten Systemen entspricht dies der Trägeramplitude während des Synchronisationspuls und in positiv modulierten Systemen dem Pegel des Spitzenweiß ohne Farbsignal nach ITU-R-Recommendation BT.470, Bild 1

3.1.15.2
FM-Rundfunk- oder FM-Tonträger eines Fernsehsignals
Pegel eines FM-Rundfunk- oder FM-Tonträger eines Fernsehsignals als Effektivwert des Trägersignals in dB(µV) gemessen mit einem Abschlusswiderstand von 75 Ω oder bezogen auf 75 Ω

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

3.1.15.3
digital modulierte Signale
Pegel $S_{D.RF}$ in dB(mW) oder dB(µV) eines digital modulierten Signals als Effektivwert (Leistung) des Signals in der Kanalbandbreite bezogen auf 75 Ω

Der Pegel eines OFDM-Signals ist die mittlere elektrische Leistung des aus mehreren Trägern bestehenden Gesamtsignals und ist nicht ein einzelner Trägerpegel der mehreren Träger.

Tabelle 1 – Pegel der HF-Signale

Signal		Pegeldetektion	Symbol	Bemerkungen
Analoges Fernsehsignal	**AM-RSB-Bildträger**	Spitzenwert	C_{rms}	Effektivwert des Spitzenwerts vom Träger
	FM-Tonträger	Effektivwert	C_{rms}	Trägerpegel ist ein konstanter Wert
QAM-Signal		Effektivwert	$S_{D.RF}$	Der Wert wird, im Vergleich zu Periode des zur Modulation verwendeten Signals mit der niedrigsten Frequenz, über einen ausreichend langen Zeitabschnitt gemittelt.
OFDM-Signal		Effektivwert		

3.1.16
Träger-Rausch-Verhältnis
Signal-Rausch-Verhältnis
dabei ergibt sich der Störsignalpegel N_{rms} aus: Auf 75 Ω bezogener Effektivwert in dB(mW) oder dB(µV) des Störsignals der äquivalenten Rauschbandbreite des HF-Kanals.

das Träger-Rausch-Verhältnis C/N oder das Signal-Rausch-Verhältnis $S_{D.RF}/N$ ist definiert durch:

$$C/N = C_{rms} - N_{rms} \quad \text{in dB} \quad \text{(analoge Signale)}$$

$$S_{D.RF}/N = S_{D.RF} - N \quad \text{in dB} \quad \text{(digitale Signale)}$$

ANMERKUNG Der Pegel des analog modulierten Trägersignals oder des digital modulierten HF-Signals und der Störsignalpegel müssen in denselben Einheiten dargestellt werden, in dB(µV) oder dB[mW) gemessen mit einem Abschlusswiderstand von 75 Ω oder bezogen auf 75 Ω.

3.1.17
***D/U*-Verhältnis**
Verhältnis des Nutzsignalpegels D in dB(µV) zum Störsignalpegel U in dB(µV)

ANMERKUNG Das D/U-Verhältnis wird im Allgemeinen für Mehrfachfrequenzstörungen als CSO und CTB verwendet, bei Einzelfrequenzstörungen als CCR.

3.1.18
Einzel- oder Mehrfrequenzstörung
Verhältnis von Nutzsignalpegel zu Störsignalpegel; zusätzlich zu C/N-Verhältnis, $S_{D.RF}/N$-Verhältnis und Mehrfachfrequenzstörung-Videosignal-Verhältnis.

Das Verhältnis des Nutzsignalpegels D in dB(µV) zum Störsignalpegel U in db(µV) ergibt sich aus:

$$D / U = D - U \quad \text{in dB}$$

ANMERKUNG Der Nutzsignalpegel und Störsignalpegel können auch in dB(mW) angegeben werden..

3.1.19
optisches Leitungsendgerät
OLT (en: optical line terminal)
zentrales Bürogerät das mit der optischen Netzwerkeinheit (ONU) im Kundengebäude verbunden ist. Das OLT ist in der Regel mit der Kopfstelle verbunden

3.1.20
optische Netzwerkeinheit
ONU (en: optical network unit)
mit dem OLT verbundenes Endgerät

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

3.1.21
video-optische Netzwerkeinheit
V-ONU (en: Video-Optical Network Unit)
Endgerät, das das optische Signal eines Rundfunkübertragungssystem in ein elektrisches Signal umsetzt. Der Begriff V-ONU wird in dieser Norm als Synonym für den optischen Empfänger O/E verwendet

3.1.22
angeregte Brillouin-Streuung
SBS (en: Stimulated Brillouin Scattering)
nichtlineare Streuung optischer Strahlung, gekennzeichnet durch einen Frequenzversatz wie bei der Raman-Streuung, die aber von einer niedrigeren (akustischen) Schwingung des mittleren Gitters begleitet wird

Unter Bezug auf die einfallende Strahlung wird das Licht rückgestreut.

[IEC 61931, Begriff 2.1.88]

ANMERKUNG 1 In Quarz-Lichtwellenleitern beträgt der Frequenzversatz ungefähr 10 GHz.

ANMERKUNG 2 Die SBS bewirkt einen optischen Pegelverlust und beeinflusst die Leistungsdaten analoger optischer Systeme.

ANMERKUNG 3 Der Frequenzversatz wird als Frequenzverringerung (hin zu größeren Wellenlängen) charakterisiert., ausgelöst durch akustische Schwingungen im GHz-Bereich (Frequenzverringerung beträgt 10 GHz bis 11 GHz und einer Verstärkungsbandbreite von 20 MHz).

3.1.23
Selbstphasenmodulation
SPM
Erhöhung der Brechzahl in Lichtleitfasern, ausgelöst durch in die Faser eingestrahlte hohe optische Leistungen. Modulierte optische Signale bewirken eine Modulation der Brechzahl, die wiederum die Phase des optischen Signals zeitabhängig macht. Die nichtlineare Phasenmodulation ist selbst erzeugt und wird deshalb als Selbstphasenmodulation bezeichnet

ANMERKUNG Die SPM beeinflusst die Verzerrungseigenschaften der analogen optischen Übertragung.

3.1.24
stimulierte Raman-Streuung
SRS
nichtlineare Streuung der optischen Strahlung, gekennzeichnet durch einen Versatz in der Wellenlänge, einhergehend mit einer sehr hochfrequenten Vibration des Kristallgitters. Wird stark durch bereits vorhandene Streustrahlung verstärkt

[IEC 61931, Begriff 2.1.87]

ANMERKUNG 1 In Siliziumfasern beträgt der Versatz der Wellenlänge typisch 100 nm, bei Anregung mit einer Strahlung der Wellenlänge von ungefähr 1 550 nm.

ANMERKUNG 2 Stimulierte Raman-Streuung kann sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung auftreten. Sie kann Übersprechen zwischen optischen Signalen unterschiedlicher Wellenlängen bewirken.

ANMERKUNG 3 Die Frequenzverringerung ist bei ungefähr 13 THz und einer Verstärkungsbandbreite von ungefähr 20 GHz.

3.1.25
Kreuzphasenmodulation
XPM (en: Cross-Phase Modulation)
resultiert aus dem nichtlinearen Brechungsindex des Faserwerkstoffs. Der Effekt hängt ab vom Abstand der Wellenlängen im optischen Übertragungssystem. Je weiter zwei Wellenlänger von einander entfernt sind, desto mehr nimmt das XPM ab. Bei WDM-Systemen mit Wellenlängen von 1 490 nm (Nachrichtensignal) und 1 550 nm (Rundfunksignal) ist das XPM gegen über SRS vernachlässigbar klein.

ANMERKUNG XPM beeinflusst die Leistungsdaten von Wellenlängenmultiplexverfahren (WDM).

3.1.26
Rayleigh-Streuung
Streuung von Licht in einem Medium aufgrund von Inhomogenitäten in der Materialdichte oder Material-zusammensetzung, welche in Bezug auf die Wellenlänge klein sind

[IEV 731-03-37] [IEC 61931 Begriff 2.1.76]

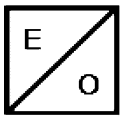
Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Anmerkung Die gestreute Leistung ist umgekehrt proportional zur vierten Potenz der Wellenlänge.

3.1.27
Übersprechen
vom Hauptsignal erzeugtes unerwünschter Signalanteil als Resultat einer elektromagnetischen oder optischen Kopplung

3.2 Symbole

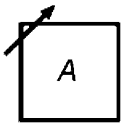
In den Bildern dieser Norm werden folgende grafische Symbole verwendet. Diese Symbole werden entweder in IEC 60617 aufgelistet oder gehen auf die in IEC 60617 festgelegten Symbole zurück.



optischer Sender
[S00213]

optischer Verstärker
[S00127, S01239]

Glasfaser
[S01318]

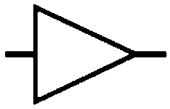


einstellbarer Abschwächer
[S01245]

optischer Empfänger
[S00213]

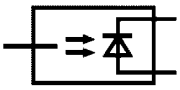
Leistungsmessgerät
[S00059, S00910]

elektrischer Spektrum-analysator
[S00059, S00910]

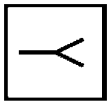


Verstärker
[S01239]

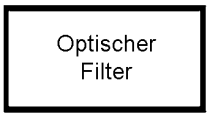
Strommessgerät
[S00059, S00910]



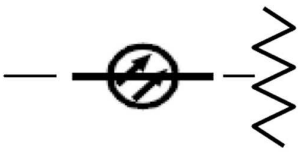
Photodiode mit Glasfaserende
[S01327]



Koppler
[S00059, S01188]



optischer Filter



optischer Abschluss
[S01389, S01318]

Rauschzahlmessgerät

optischer Verteiler

Fernsehgerät

video-optische Netz-werkeinheit

3.3 Abkürzungen

ADS	Active Double Star	aktiver Doppelstern
AGC	Automatic Gain Control	automatische Verstärkungsregelung
AM-RSB	Amplitude Modulation Vestigal Side Band	amplitudenmoduliertes Restseitenbandsignal
APC	Angled Physical Contact optical connector	optischer Steckverbinder mit abgewinkelter Kontaktfläche

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

APSK	Amplitude and Phase Shift Keying	kombinierte Amplituden- und Phasenumtastung
ATM	Asynchronous Transfer Mode	asynchroner Übertragungsbetrieb
BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem multiple error correction binary block code	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem-Code, zyklisch fehlerkorrigierender Code
BER	Bit Error Rate	Bitfehlerrate
C/N	Carrier to Noise Ratio	Träger-Rausch-Verhältnis
CATV	Community antenna television (network)	Kabelfernsehnetz, Großgemeinschafts-antennenanlage
CCR	Carrier to Crosstalk Ratio	Träger-Übersprechverhältnis
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex	codierter orthogonaler Frequenzmultiplex
CPE	Customer Premises Equipment	Teilnehmerendgerät
CSO	Composite Second Order	Signalanteil zweite Oberwelle
CTB	Composite Triple Beat	Signalanteil dritte Oberwelle
CW	Continuous Wave	Dauerstrich(signal)
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplex	Wellenlängenmultiplex mit großem Kanalabstand
D/U	Desired Undesired signal ratio	Verhältnis Nutz-/Störsignalpegel
DQPSK	Differential Quaternary Phase Shift Keying	differentielle Quadratur-Phasenumtastung
DS	Down Stream or Double Star	Abwärtssignal oder Doppelstern
DSF	Dispersion Shifted Fiber	dispersionsoptimierte Faser
DVB-S	Digital Video Broadcasting baseline system for digital Satellite television	digitaler Fernsehrundfunk – Basissystem für digitales Satellitenfernsehen
DVB-S2	Digital Video Broadcasting baseline system for digital Satellite television second generation	digitaler Fernsehrundfunk – Basissystem für digitales Satellitenfernsehen, 2. Generation
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	Wellenlängenmultiplex mit hoher Kanaldichte
E/O	Optical Sender (Electrical to Optical transducer)	optischer Sender (elektro-optischer Umsetzer)
EDFA	Erbium-Doped Fibre Amplifier	Erbium-dotierter Faserverstärker
FM	Frequency Modulation	Frequenzmodulation
FTTH	Fibre To The Home	Lichtwellenleiter bis zur Teilnehmerwohnung
H/E	Head End	Kopfstelle
HDTV	High Definition Television	hochauflösendes Fernsehen
HF	High Frequency	Hochfrequenz
HFC	Hybrid Fibre Coaxial	hybrides Faser-Koaxial-(System)
IEEE	Institut of Electrotechnical and Electronics Engineers	Verband der Elektrotechnik- und Elektronikingenieure
IP	Internet Protocol	Internetprotokoll
ISDB-T	Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting	terrestrischer digitaler Fernsehrundfunk (Japan)

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication sector	Internationale Fernmeldeunion – Bereich Telekommunikation
LD	Laser Diode	Laser-Diode
LDPC	Low-Density Parity Check (codes)	Low-Density-Parity-Check-Code, linearer Blockcode zur Fehlerkorrektur
MC	Media Converter	Medienkonverter
MDU	Multiple Dwelling Unit	Mehrfachwohneinheit
MER	modulation error ratio	Modulationsfehlerrate
NF	Noise Figure	Rauschzahl
NTSC	National Television Systems Committee	nationales Komitee für die US-amerikanische Farbfernsehnorm
O/E	Optical receiver (Optical to Electrical transducer)	optischer Empfänger (optisch-elektrischer Umsetzer
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex	orthogonaler Frequenzmultiplex
OLT	Optical Line Terminal	optisches Leitungsendgerät
OMI	Optical Modulation Index	optischer Modulationsindex
ONU	Optical Network Unit	optische Netzwerkeinheit
PAL	Phase Alternation Line	Verfahren für analoge Farbfernsehübertragung
PC	Personal Computer	Arbeitsplatzrechner
PD	Photo Diode	Photodiode
PDS	Passive Double Star	passiver Doppelstern
PER	packet error ratio	Paketfehlerrate
PON	Passive Optical Network	passives optisches Netzwerk
PSK	Phase Shift Keying	Phasenumtastung
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Quadratur-Amplitudenmodulation
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying	Quadratur-Phasenumtastung
RIN	Relative Intensity Noise	relatives Intensitätsrauschen
RSB	Vestigal Side Band	Restseitenband
S/N	Signal-to-Noise ratio	Signal-Rausch-Verhältnis
SBS	Stimulated Brillouin Scattering	angeregte Brillouin-Streuung
SDTV	Standard Definition Television	Fernsehen in üblicher Auflösung
SDU	Single Dwelling Unit	Einzelwohneinheit, Einfamilienhaus
SECAM	séquenciel couleur à mémoire	Secam-(Farbfernseh-)System
SMF	Single Mode Fibre	Monomodefaser
SNR	Signal-to-Noise Ratio	Signal-Rausch-Verhältnis
SPC	Super Physical Contact optical connector	optischer Steckverbinder mit Super-Kontaktfläche
SPM	Self-Phase Modulation	Selbstphasenmodulation
SRS	Stimulated Raman Scattering	stimulierte Raman-Streuung
SS	Single Star	Einzelstern
STB	Set Top Box	Set-Top-Box, Beistellgerät

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

STM	Synchronous Transfer Mode	synchroner Übertragungsbetrieb
SW	Switch	Schalter
TV	Television	Fernsehen
US	Up Stream	Aufwärtssignal
V-ONU	Video Optical Network Unit	video-optische Netzwerkeinheit
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Wellenlängenmultiplex
XPM	Cross-Phase Modulation	Kreuzphasenmodulation

4 Optisches Systemreferenzmodell

Bild 1 und Bild 2 zeigen das Referenzmodell für das optische System zur Übertragung von Rundfunksignalen. Obwohl die Anzahl der optischen Verstärker und optischen Verteiler von der Skalierung der optischen Anlage abhängt oder von der anzuschließenden Teilnehmeranzahl, folgt die grundlegende Netzkonfiguration dem Systemreferenzmodell.

Generell gibt es zwei Lösungen zur Konstruktion einer optischen Übertragungsanlage: Einfaser- und Zweifaserlösungen. Die Einfaserlösung ist unter Verwendung kosteneffizienter Wellenlängenmultiplexverfahren (WDM) zum Einsatz sowohl für Rundfunk- als auch für Telekommunikationsdienste geeignet. Dabei müssen jedoch die Übertragungsparameter besonders sorgfältig ausgewählt werden um wechselseitige Störungen auf der Einfaserübertragungsstrecke zu vermeiden. Die Zweifaserlösung ist geeignet für die Trennung der Rundfunk- und Telekommunikationsdienstbereiche und ist frei von wechselseitigen Signalstörungen. Die Installationskosten sind jedoch mit der Einfaserlösung nicht vergleichbar.

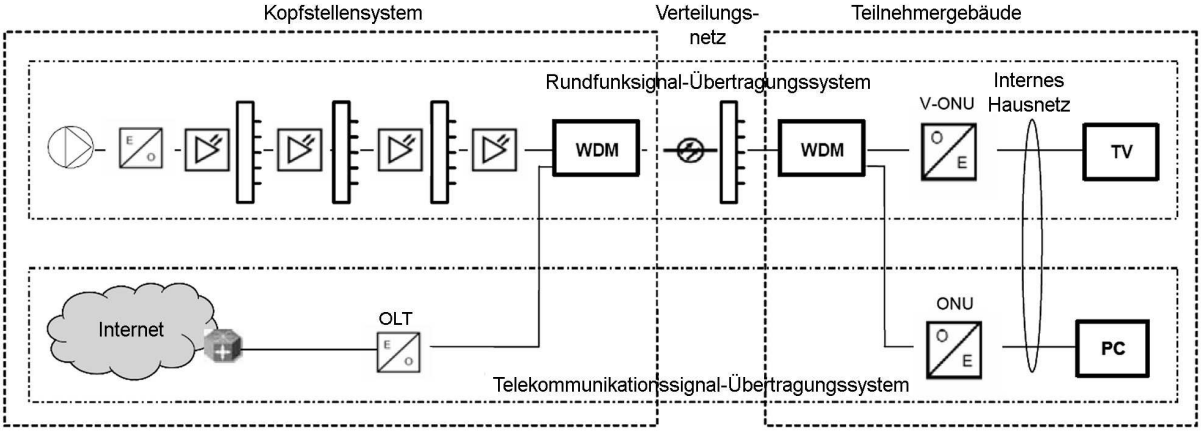


Bild 1 – Optisches Systemreferenzmodell für die Einfaserlösung

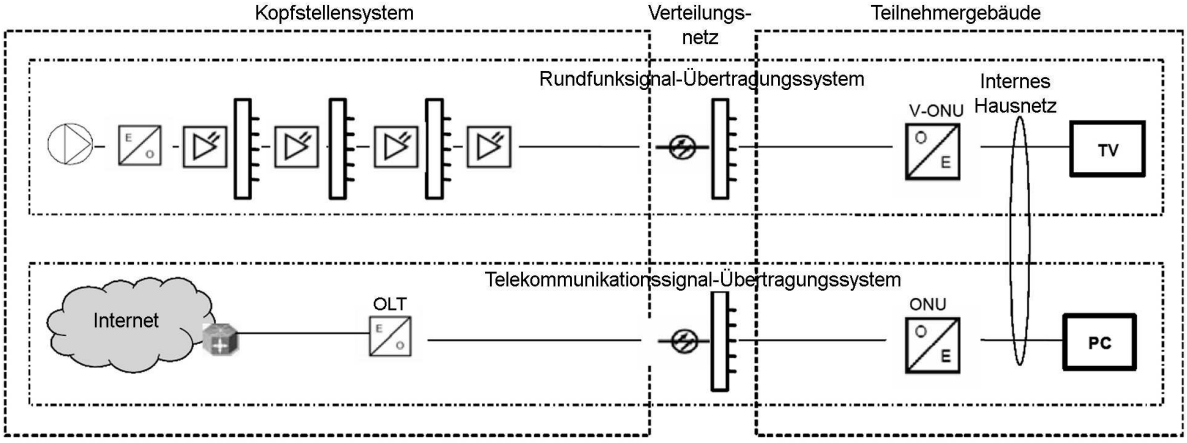


Bild 2 – Optisches Systemreferenzmodell für die Einfaserlösung

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

In dieser Norm wird die Einfaserlösung als Referenzmodell verwendet.

Das Referenzmodell nach Bild 1 schließt das Rundfunksignal-Übertragungssystem und das Telekommunikationssignal-Übertragungssystem mit ein. Ein Telekommunikationssignal-Übertragungssystem besteht aus einer Zweiwegübertragung über die optische Faser bei verschiedenen optischen Wellenlängen. Beide Systeme werden beispielhaft am Eingang und am Ausgang vom Verteilnetz mit WDM-Filtern kombiniert. Unter Berücksichtigung von Wartung und künftigen Systemerweiterungen besteht das Verteilnetz aus passiven optischen Komponenten, wie optischer Faser und optischen Leistungsverteilern. Obwohl das Telekommunikationssignal-Übertragungssystem jedes IP-Datagramm zu den Teilnehmergebäuden über IP-Netze übertragen kann, fällt dieses Telekommunikationssystem nicht im Anwendungsbereich dieser Norm.

Ein Problem, das die Leistungsdaten der CATV-Netzes im PON-System begrenzt, ist das im PON-Triplexer erzeugte Übersprechen. Bild 3 zeit das Blockschaltbild eines PON-Triplexers.

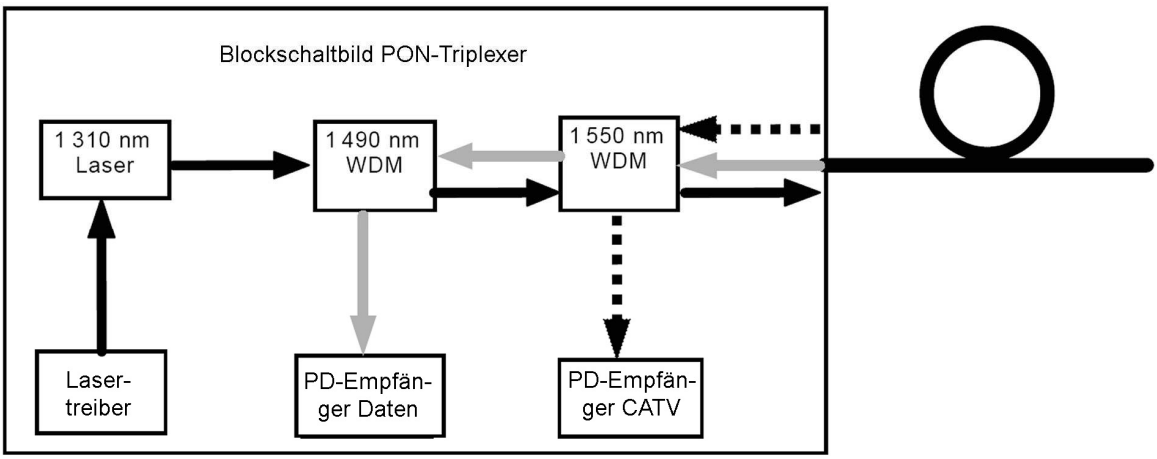


Bild 3 – Beispiel eines PON-Triplexers

Optisches und elektrisches Übersprechen treten auf:

- Ein optisches Übersprechen zwischen dem mit der Wellenlänge 1 490 nm übertragenen Signal für die Abwärtsdaten und dem CATV-Abwärtssignal wird erzeugt, falls das WDM mit 1 550 nm keine ausreichende Trennung vom Signal mit 1 490 nm besitzt.
- Elektrisches Übersprechen vom Signal für den Datentreiber mit 1 310 nm und dem Photodioden-Empfängereingangssignal mit 1 550 nm durch elektromagnetische Strahlung im sehr kompakten Gehäuse des Triplexers.
  Beispiel: Typische Ströme für den Lasertreiber des 1 310 nm-Lasers liegen in der Größenordnung von 10 dB(mA). Der Strom für den Eingangsempfänger eines TV-Signals besitzt die Größenordnung von –36 dB(mA), was 46 dB weniger bedeutet. Um ein geringeres Übersprechen als –60 dB zwischen dem IP-Sender und dem CATV-Empfängersignal zu erreichen, muss die Trennung des IP-Treibersignals bezogen auf den CATV-Empfänger besser als 100 dB sein. Dies in kompakten Gehäusen im Frequenzbereich von 45 MHz bis 1 000 MHz zu erreichen ist ziemlich schwierig.

Deshalb werden in einigen Anlagen PON-Diplexer mit getrennten WDMs zu 1 550 nm an Stelle von Triplexern eingesetzt um bessere Leistungsdaten bei der CATV-Übertragung zu erreichen.

Die Prüfpunkte in der optischen Anlage zur Festlegung der Leistungsdaten sind in Bild 4 festgelegt. Einige der Prüfpunkte im optischen Verteilnetz sollten in Übereinstimmung mit dem Wartungsverfahren des Netzbetreibers zur Verfügung gestellt werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

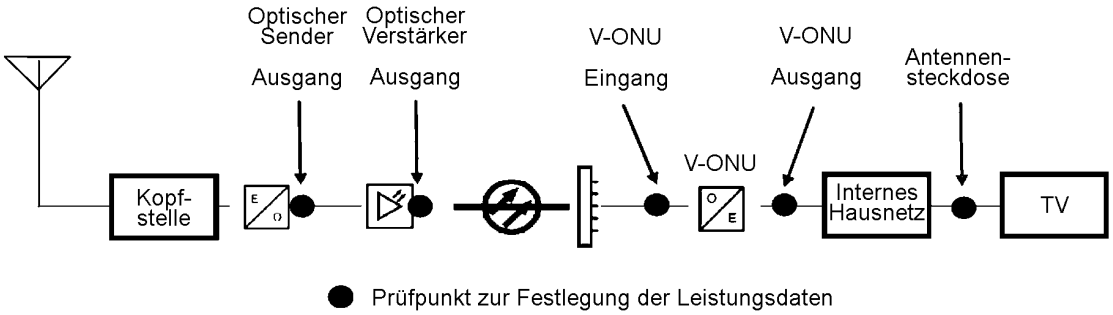


Bild 4 – Prüfpunkte zur Festlegung der Leistungsdaten einer optischen Anlage

5 Vorbereitung der Messungen

5.1 Umgebungsbedingungen

Soweit nicht anders angegeben müssen alle Messungen unter folgenden genormten Messbedingungen ausgeführt werden.

5.1.1 Temperatur und Luftfeuchte

Die Umgebungstemperatur muss zwischen 15 °C und 35 °C liegen und die relative Luftfeuchte entsprechend zwischen 25 % und 75 % (IEC 60068-1, 5.3.1). Dennoch sind die Spezifikationen der Messgeräte zu berücksichtigen.

5.1.2 Einstellungen für den Messaufbau und die zu prüfende Anlage

Die zu prüfende Anlage muss sich üblichen Betriebszustand befinden und alle Geräte müssen in der vor der Messung entsprechend dem festgelegten Pegeldiagramm eingestellt und abgestimmt werden.

5.1.3 Betrieb der automatischen Verstärkungsregelung (AGC)

Falls nicht anders festgelegt müssen, soweit vorhanden, alle Geräte in der Anlage mit AGC betrieben werden.

5.1.4 Impedanzanpassung der Geräte

Die Impedanzanpassung der Geräte und Messeinrichtung muss beachtet werden. Besondere Sorgfalt ist beim Einbau von Komponenten wie Dämpfungsgliedern erforderlich, damit Messfehler vermieden werden.

5.1.5 Normgerechter Betriebszustand

Der normgerechte Betriebszustand bezieht sich auf den Zustand bei dem die zu prüfende Kabelfernsehanlage bei gegebenen Leistungsmerkmalen voll funktionsfähig ist. Alle Eingänge und Ausgänge der einzelnen Geräte müssen vor einer Messung entsprechend dem festgelegten Pegeldiagramm abgestimmt sein.

5.1.6 Normgerechte Signale und Messgeräte

Für die Messungen müssen die mit den Messgeräten und der zu prüfenden Anlage verwendeten normgerechten Signale entsprechend der vorgeschriebenen genormten Signalform des speziellen Systems eingestellt werden. Die zu verwendenden Messgeräte sind in Tabelle 1 beschrieben (passive Geräte werden nicht aufgeführt).

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Tabelle 1 – Messgeräte

Gerätebezeichnung	Anwendung
optisches Leistungsmessgerät	Gerät für die Messung der optischen Signalleistung
Spektrumanalysator	Gerät für die quantitative Messung hochfrequenter Signale
Signalgenerator	Gerät zur Erzeugung hochfrequenter Signale (sinusförmig)
Netzwerkanalysator*)	Gerät zur Messung der hochfrequenten Leistungsmerkmale der Geräte
Rauschzahlmessgerät*)	Gerät zur Messung der Rauschzahl NF
Strommessgerät*)	Gerät zur Messung der Stromstärke
V-ONU	Optische Empfängereinheit zur Umsetzung eines optischen Videosignals in ein elektrisches Signal

*) Diese Geräte werden nicht benötigt, falls die berechneten RIN -Werte der ONU, die Empfindlichkeit R, der Dunkelstrom I_{d0} und der äquivalente Rauschstrom vorab bekannt sind.

5.2 Genauigkeit der Messgeräte

Alle für die Messung eingesetzten Einrichtungen und Messgeräte müssen genau kalibriert werden. Innerhalb von 6 Monaten vor dem Tag der Messung müssen die für die Kalibrierung verwendeten genormten Quellen kalibriert werden.

5.3 Stromversorgung

Spannung und Frequenz der Stromversorgung für die Messgeräte und Geräte der zu prüfenden Anlage müssen mit den Spezifikationen der entsprechenden Messgeräte und Geräte übereinstimmen.

6 Messverfahren

Dieser Abschnitt beschreibt die speziell für die FTTH-Anlagen entwickelten Messverfahren.

6.1 Prüfpunkte und Prüfobjekte

Die in dieser Norm festgelegten Prüfpunkte beschränken sich auf den Teil der Anlage, der vom Endgerät des optischen Sender bis zur Teilnehmeranschlussdose reicht.

6.1.1 Prüfpunkte

Um die gesamte Anlagengüte sicherzustellen ist an den Punkten (1) bis (5) die optische Leistung und der elektrische Signalpegel an den Punkten (6) und (7) in Bild 5 zu messen. Damit die Anlagengüte am Endpunkt des optischen Abschnitts und am Übergabepunkt zum Teilnehmergebäude gewährleistet ist, müssen die Punkte (5), (6) und (7) gemessen werden. Die RIN-Messung sollte an den Punkten (1) bis (5) erfolgen, die elekrischen C/N-Messungen hingegen an den Punkten (6) und (7).

6.1.2 Messwerte

a) Optische Leistung

Die optische Leistung muss an den Punkten (1) bis (5) des optischen Anlage nach Bild 5 gemessen werden.

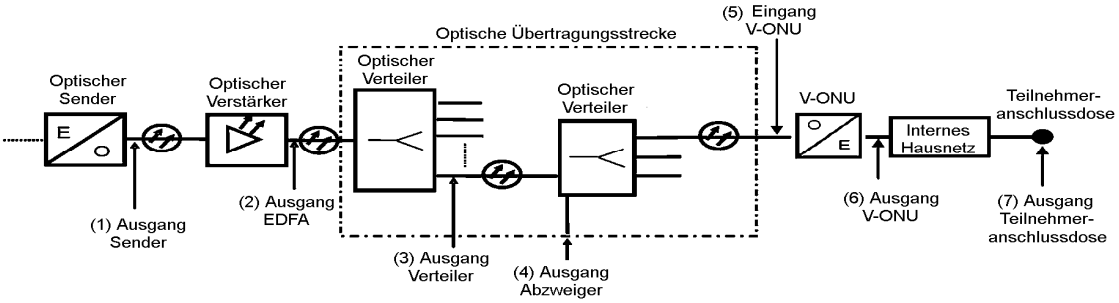


Bild 5 – Typisches optisches Videoverteilnetz

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

b) Träger-Rausch-Verhältnis (elektrisches Signal)

Die Messung des Träger-Rausch-Verhältnis erfolgt nachdem das optische Signal in ein elektrisches Signal umgesetzt wurde und muss an den Punkten (6) und (7) gemessen werden.

c) *C/N*-Verhältnis (*RIN*)

Der Wert für das Träger-Rausch-Verhältnis am Ausgang der V-ONU wird aus dem gemessenen *RIN* (relatives Intensitätsrauschen, en: relative intensity noise) des optischen Eingangssignals der V-ONU an Punkt (5) berechnet.

Vorzugsweise ist das *RIN* bei einer optischen Leistung größer als –3 dB(mW) am Prüfpunkt zu messen, eine Begrenzung die vom Rauschverhalten der Messeinrichtung herrührt. Da die optische Leistung in einer typischen Anlage an Punkt (5) niedriger als –3 dB(mW) ist, wird der Messfehler entsprechend groß und es wird die Messung des *RIN* an diesem Punkt nicht empfohlen.

Da jedoch die vorgegebene Begrenzung nur von den Leistungsdaten der Messgeräte abhängt, kann hiervon abgewichen werden, falls sich die Genauigkeit der Messung künftig verbessern sollte.

Tabelle 2 – Prüfpunkte und Messwerte

Messwerte	**Prüfpunkte**						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Ausgang Sender	Ausgang EDFA	Ausgang Verteiler	Ausgang Abzweiger	Eingang V-ONU	Ausgang V-ONU	Teilnehmeranschlussdose
Optische Leistung	O	O	O	O	O	–	–
C/N (elektrisch)	–	–	–	–	–	O	O
C/N (*RIN*)	O	O	X	X	X	–	–

LEGENDE O: An diesen Punkten sind Messungen möglich.
X: An diesen Punkten sind Messungen bei optischer Leistung größer –3 dB(mW) möglich.

ANMERKUNG 1 Die theoretische Bestimmung des *C/N* an (6), dem Ausgang der V-ONU, basiert auf den Messergebnissen der einzelnen Geräte.

ANMERKUNG 2 Die Messungen an den Punkten (5), (6) und (7) ist obligatorisch, die Messungen an den anderen Punkten hingegen sind zur Verifikation der Anlagengüte erforderlich.

6.2 Optische Leistung

6.2.1 Einführung

Ziel dieser Messung ist die Bestimmung der mittleren optischen Leistung an jedem Prüfpunkt der optischen Anlage, dargestellt in Bild 6 oder Bild 7.

6.2.2 Messaufbau

1. Messung der optischen Leistung bei einer einzelnen Wellenlänge

Die Messung der optischen Leistung bei einer einzelnen Wellenlänge erfolgt nach IEC 60728-6, 4.2.

2. Messung der optischen Leistung eines WDM-Signals

Werden mehrere Wellenlängen entweder mit einem optischen Filter oder einem WDM-Richtkoppler gebündelt, muss die optische Leistung der festgelegten Wellenlänge gemessen werden. Die Kennwerte für Richtverhältnis und Entkopplung des WDM-Richtkopplers müssen mit demselben Filter der V-ONU oder einem bessere Filter gemessen werden.

ANMERKUNG Messverfahren für die optische Leistung einer einzelnen Wellenlänge sind in IEC 60728-6 beschrieben.

Die Messung der optischen Leistung am Ausgang eines WDM-Richtkopplers muss nach IEC 60728-6, 4.2 durchgeführt werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

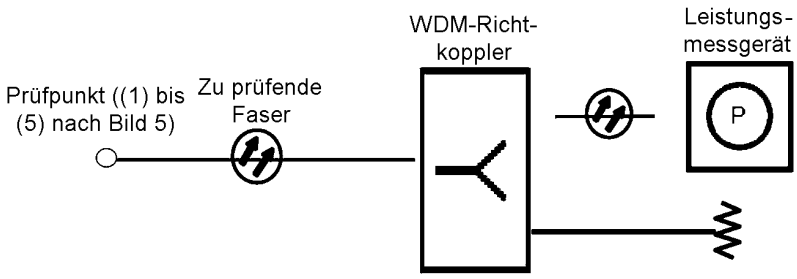


Bild 6 – Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Richtkoppler

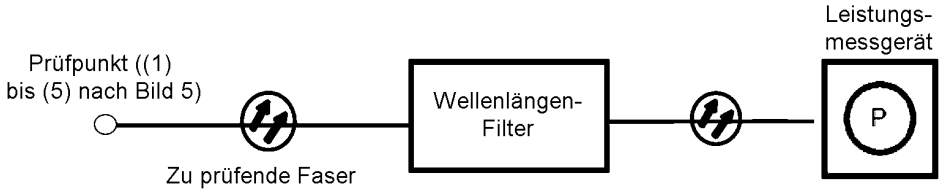


Bild 7 – Messung der optischen Leistung mit einem Wellenlängen-Filter

6.2.3 Messverfahren

Zusätzlich zu IEC 60728-6 müssen die folgenden Punkte beachtet werden.

a) Die zu prüfende Faser ist mit dem Leistungsmessgerät zu verbinden und es ist sicherzustellen, dass das Leistungsmessgerät auf die festgelegte einzelne Wellenlänge eingestellt ist und nur das Signal mit der festgelegten Wellenlänge verwendet wird.

b) Mit dem Leistungsmessgerät ist die Leistung des Ausgangssignals zu messen und festzuhalten.

c) Wird ein WDM-Richtkoppler oder ein Wellenlängen-Filter zur Messung der WDM-Signale verwendet, muss die vorab bestimmte Einfügungsdämpfung des WDM-Richtkopplers oder Wellenlängen-Filters zur gemessenen optischen Leistung addiert werden.

6.2.4 Vorkehrungen zur Messung

a) Die Stirnfläche der optischen Faser oder die Stirnfläche des Steckverbinders sollten nicht direkt betrachtet werden. Ebenso sollte die Stirnfläche der Faser nicht direkt auf eine Person zeigen. Bei nicht abgeschlossenen einzelnen oder mehrfachen Fasern müssen diese abgedeckt werden, um jegliche Gefährdung durch Strahlung auszuschließen. Jeder nicht angeschlossene optische Steckverbinder muss mit einer Schutzkappe während der gesamten Messzeit abgedeckt werden.

b) Es ist sicherzustellen, dass das Leistungsmessgerät einen für die erwartete Leistung ausreichenden Messbereich besitzt und dass es in der Lage ist die erwartete Wellenlänge zu messen. Das Detektorsystem des Leistungsmessgeräts muss eine ausreichend große Fläche besitzen, um die gesamte Strahlung der zu prüfenden Faser aufzunehmen und eine zur Lichtquelle passende spektrale Empfindlichkeit besitzen. Empfohlen wird eine Mindestgenauigkeit von ± 10 %.

c) Vor der Messung muss der Sensorteil des Leistungsmessgeräts ausgeschaltet und ein Nullabgleich durchgeführt werden.

d) Um Leistungsverluste und Reflexionen zu verhindern müssen die zu prüfenden Fasern und Steckverbinder saubere und unbeschädigte Enden haben.

e) Können Messbandbreite und Messbereich unabhängig voneinander eingestellt werden, müssen diese vor der Messung auf Automatikbetrieb eingestellt werden.

f) Die Messung muss in der Dauerstrichbetriebsart (CW) durchgeführt werden. Kann beim Leistungsmessgerät die Messbetriebsart (CW, 270 kHz, 1 kHz, 2 kHz) eingestellt werden, muss die CW-Betriebsart gewählt werden. Leistungsmessgeräte ohne einstellbare Messbetriebsart arbeiten üblicherweise in der CW-Betriebsart und stellen vor der Messung die CW-Betriebsart sicher.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

g) Falls während der Messung Instabilitäten (der Messwert schwankt beim direkten Anschluss des festen Dämpfungsglieds am Leistungsmessgerät) muss ein geeignetes Verbindungskabel verwendet und die Messung wiederholt werden.

h) Die potenziellen Fehlerquellen sind:

1. Ungenauigkeit des Leistungsmessgeräts, z. B. durch nicht genügend niedrigem Dunkelstrom;
2. Die Dämpfung der zu prüfenden Faser und der festgelegten Koppelglieder.

6.2.5 Darstellung der Ergebnisse

Die optische Leistung muss in dB(mW) ausgedrückt werden.

6.3 Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis

6.3.1 Einführung

Ziel dieses Messverfahrens ist die Messung des Trägerpegels vom Fernsehrundfunksignal. Ebenso wird das Träger-Rausch-Verhältnis anhand des gemessenen Rauschpegels innerhalb der Übertragungsbandbreite des Fernsehsignals gemessen. Dieses Prüfverfahren führt die Messung in der elektrischen Ebene durch.

6.3.2 Messaufbau

Die Geräte sind entsprechend Bild 8 zu verbinden. Das Messverfahren für das Träger-Rausch-Verhältnis analoger optischer Übertragungssysteme ist nahezu das gleiche wie für Kabelverteilnetze (siehe IEC 60728-1, 4.6).

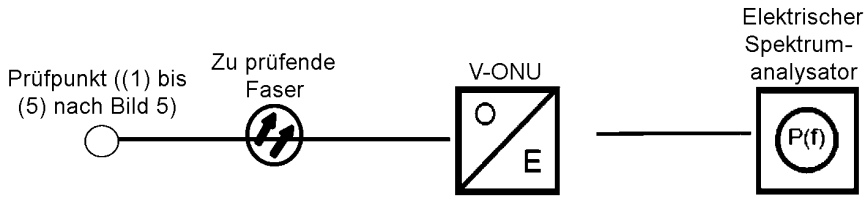


Bild 8 – Messaufbau für die Messung des Träger-Rausch-Verhältnis

6.3.3 Messbedingungen

a) Der für die Messung eingesetzte Spektrumanalysator muss vor der Messung kalibriert werden. Die Stromversorgung aller für die Messungen verwendeten Geräte muss mindestens 30 min vor Beginn der Messungen eingeschaltet werden.

b) Besitzt das Messgerät eine Kalibrierfunktion, muss diese vor der Messung ausgeführt werden.

c) Um eine Impedanzanpassung innerhalb des Messsystems zu erreichen, müssen geeignete Koaxialkabel und Steckverbinder verwendet werden.

d) Wird ein Spektrumanalysator für die Messung verwendet, werden bei verschiedenen Einstellungen des Spektrumanalysators unterschiedliche Werte abgelesen. Es wird empfohlen, die von der Signalform und dem Messverfahren abhängigen Einstellungen nach Tabelle 3 zu verwenden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Tabelle 3 – Empfohlene Einstellung des Spektrumanalysators und äquivalente Rauschbandbreiten der Fernsehsysteme

Signalformat	Messverfahren	Rasterauflösung	Videobandbreite	äquivalente Rauschbandbreite[a]
analoges Fernsehsignal (AM-RSB)	Messung mit der Funktion zur Bestimmung der elektrischen Leistung	100 kHz	1,0 MHz	[b] 4,00 MHz (NTSC) 5,08 MHz (I) 4,75 MHz (B, G, D1) 5,00 MHz (L) 5,75 MHz (D, K)
QAM	Messung mit der Funktion zur Bestimmung der elektrischen Leistung	100 kHz	1,0 MHz	(IEC 60728-1, Anhang H, Tabelle H.1)
OFDM	Messung mit der Funktion zur Bestimmung der elektrischen Leistung	30 kHz	300 kHz	(IEC 60728-1, Anhang H, Tabelle H.1)

[a] Dieser Wert hängt vom Format des Übertragungssignals ab.

[b] IEC 60728-1, Tabelle 10 – Träger-Rausch-Verhältnisse an der Teilnehmeranschlussdose (Fernsehen).

6.3.4 Messverfahren für analoge Signale (AM-RSB)

Messverfahren für Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis (C/N) sind in IEC 60728-1, 4.6 und 4.8 beschrieben.

6.3.5 Messverfahren für digital modulierte Signale (64 QAM, OFDM)

Messverfahren für Signal-Pegel und Träger-Rausch-Verhältnis

Messverfahren für Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis für digital modulierte Signale sind in IEC 60728-1 beschrieben.

6.3.6 Vorkehrungen zur Messung

a) Messgenauigkeit: Um eine genaue Messung des Träger-Rausch-Verhältnis zu erhalten, ist es notwendig den zu prüfenden Kanal abzuschalten und den Rauschpegel innerhalb der Kanalbandbreite zu messen. Situationsabhängig ist davon auszugehen, dass beliebige Rundfunkkanäle während des Netzbetriebs nicht abgeschaltet werden können. Deshalb muss besondere Aufmerksamkeit den Ungenauigkeiten und dem Messfehler des in dieser Norm beschriebenen Prüfverfahrens gewidmet werden.

b) Einstellung der Verstärkung des Spektrumanalysators: Die meisten Spekrumanalysatoren haben nach dem Einschalten eine Eingangsverstärkung von 10 dB. Die Messung kann mit diesem Vorgabewert durchgeführt werden, falls die gesamte elektrische Eingangsleistung nicht größer als 0 dB(mW) ist. Die gesamte elektrische Eingangsleistung wird mit der Funktion zur elektrischen Leistungsmessung des Spektrumanalysators bei der Mittenfrequenz 510 MHz und dem Frequenzbereich bis 1 GHz gemessen. Es dürfen keine Signale oberhalb der oberen Frequenzgrenze auftreten. Um Störungen auszuschließen, die innerhalb des Spektrumanalysators erzeugt werden, ist bei einer größeren Gesamtleistung größer als 0 dB(mW) (109 dB(µV) auf der Spannungsanzeige) die Einstellung der Eingangsdämpfung so durchzuführen, dass folgende Bedingung erfüllt wird. Die gesamte Eingangsleistung abzüglich der Eingangsdämpfung muss kleiner als –10 dB(mW) sein.

c) Die Messung des Signalausgangs vom digitalen Signalgenerator erfolgt mittels kalibriertem Leistungsmessgerät mit Temperaturfühler. Mit diesem angenommenen wahren Wert wird der Messpegel des Spektrumanalysators kalibriert.

d) Ist das Träger-Rausch-Verhältnis des Signals sehr gering, wird das Rauschen im Signal größer als der Messfehler sein und darf nicht vernachlässigt werden. Muss ein Korrekturfaktor eingesetzt werden, muss dieser Korrekturfaktor vom Pegel abgezogen werden, der mit dem Spektrumanalysator gemessen wird (IEC 60728-1, Anhang F).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

e) Um mit QAM- und OFDM-Signalen arbeiten zu können, empfiehlt diese Norm die Funktion der elektrischen Leistungsmessung des Spektrumanalysators zu verwenden. Dieses Prüfverfahren wird bevorzugt, da jede notwendige Korrektur im Spektrumanalysator automatisch durchgeführt wird, unabhängig vom Typ des für die Messung verwendeten Spektrumanalysators. Ebenso wenig beeinflusst die Welligkeit des Signals innerhalb der Übertragungsbandbreite die Messergebnisse.

ANMERKUNG Der Rauschpegel für einen Skalenteil der Frequenzskala kann in dB(µV/√Hz) oder in dB(µV/Hz) angegeben werden.

6.3.7 Darstellung der Ergebnisse

Der Trägerpegel muss in dB(mW) oder in dB(µV) und das Träger-Rausch-Verhältnis in dB ausgedrückt werden.

6.4 Träger-Rausch-Verhältnis des optischen Signals

6.4.1 Einführung

Dieses Messverfahren dient zur Bestimmung des Träger-Rausch-Verhältnis am Ausgang der V-ONU aus dem gemessenen relativen Intensitätsrauschen (*RIN*) des optischen Eingangssignals der V-ONU.

RIN ist das durch zeitliche Schwankungen der optischen Ausgangsleistung erzeugte Rauschen und wird ausgedrückt als das Verhältnis von mittlerer optischer Leistung und mittlerer Rauschleistung, gemessen mit einer Bandbreite von 1 Hz. Das *RIN* direkt in der optischen Ebene zu messen ist schwierig und die Messung muss nach Umsetzung des optischen Signals in ein elektrisches Signal erfolgen. Ist der optische Eingang der V-ONU wie in den meisten realisierten Anlagen klein, ist eine genaue Messung des *RIN* jedoch nicht möglich. Das *RIN* kann auch aus den gemessenen Leistungsdaten der einzelnen Komponenten, aus denen die Anlage aufgebaut ist, berechnet werden. Trotzdem ist es erforderlich das *RIN* an einem möglichst nahe gelegenen Prüfpunkt zu messen.

6.4.2 Messaufbau

a) Prüfpunkte

Die Prüfpunkte im Kabelfernsehnetz für optische Signale sind in Bild 9 angegeben.

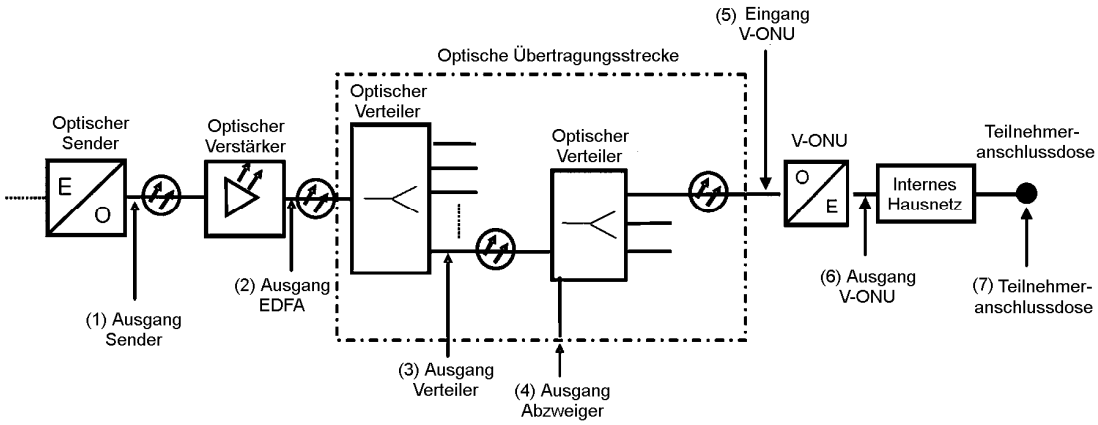


Bild 9 – Prüfpunkte im optischen Kabelfernsehnetz

ANMERKUNG Bild 9 stimmt mit Bild 5 überein. Es wird nur die Beschriftung der Prüfpunkte geändert.

- Zur Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis am Ausgang der V-ONU ist es erforderlich das *RIN* nach Bild 5 an den Punkten (1) bis (3) zu messen, wo die optische Ausgangsleistung hinreichend groß ist, um genaue *RIN*-Messungen zu ermöglichen. (*RIN*-Messungen sind bei geringeren optischen Leistungen als –3 dB(mW) ungenau.)
- Wird in der Anlage kein optischer Verstärker eingesetzt, muss das *RIN* an Punkt (1) gemessen werden.
- Wird ein für den Einsatz im Freien geeigneter optischer Verstärker eingesetzt und wird die Messung im Freien durchgeführt, muss der Ausgang des optischen Verstärkers als Prüfpunkt genommen werden.
- Ist die optische Leistung an den Punkten (4) oder (5) hinreichend groß, müssen diese Punkte zur Messung des *RIN* verwendet werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

b) Bild 10 zeigt den Aufbau für die *RIN*–Messung.

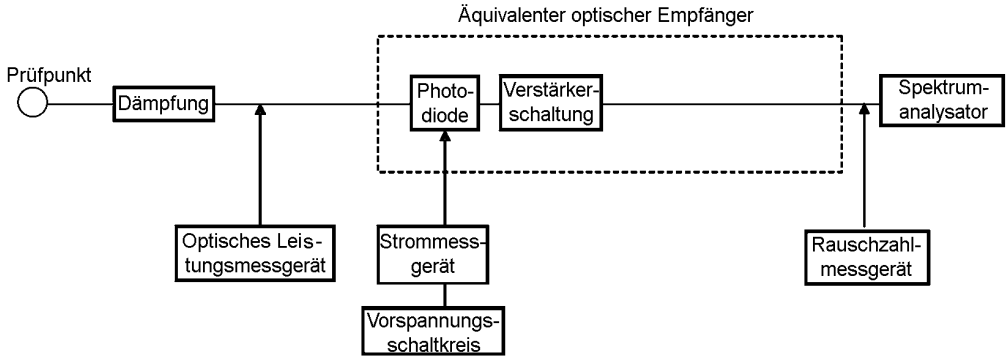


Bild 10 – Aufbau für die *RIN*–Messung

6.4.3 Messbedingungen

- Für die Messungen dürfen nur kalibrierte Geräte (Spektrumanalysator, optisches Leistungsmessgerät, Strommessgerät, Netzwerkanalysator, Rauschzahlmessgerät und optisches Dämpfungsglied) verwendet werden.
- Der Spektrumanalysator muss eine Funktion zur Messung der optische Rauschleistungsdichte besitzen. Die Baugruppe optischer Empfänger besteht aus einer Photodiode, einem rauscharmen Vorverstärker und einer Anpassungsschaltung. Die Photodiode muss es ermöglichen, den Photodiodenstrom zu messen.
- Für die Messung muss ein optisches Dauerstrichsignal (CW) verwendet werden. Um SBS-Störungen zu vermeiden, muss einiger technischer Aufwand, wie das SBS-Trägerunterdrückungsverfahren, angewandt werden.
- Der optische Eingangspegel des optischen Empfängers muss ungefähr 0 dB(mW) betragen und darf nicht niedriger als –3 dB(mW) sein.

Die von der Rayleigh-Streuung und den mehrfachen optischen Reflexionen verursachte Verschlechterung des *RIN* auf der Übertragungsstrecke darf nicht vernachlässigt werden. Deswegen wird die *RIN*-Messung innerhalb der Kopfstelle durchgeführt und ein äquivalentes optisches Kabel mit ähnlichen Leistungsdaten wie die des realen optischen Netzes muss am Prüfpunkt in Bild 10 eingefügt werden.

6.4.4 Messverfahren für das *RIN* der Anlage

Dieses Prüfverfahren muss für die Bestimmung des Träger-Rausch-Verhältnis am Ausgang der V-ONU aus der *RIN*-Messung mit dem in Bild 10 gezeigten Aufbau verwendet werden. Dieser Abschnitt ist in mehrere Schritte wie folgt unterteilt. Sind die Parameter für R, I_{d0}, I_{eq} und G nicht bekannt, siehe Anhang D in dieser Norm. Das *RIN* kann aus diesen Parametern berechnet werden.

SCHRITT A: Eingangsleistung des optischen Empfängers und Systemrauschen (Rauschstromdichte)

- Mit dem Leistungsmessgerät ist P_r zu messen.
- Der Spektrumanalysator ist mit dem Ausgang des optischen Empfängers zu verbinden und die Messbetriebsart für die Messung der Rauschleistungsdichte einzustellen. Die Rauschleistungsdichte N_p in dB(mW/Hz) ist je Einheit der Frequenzskala zu messen. Der gesamte Rauschstrom I_{bn} je Hz im optischen Empfänger kann mit Gleichung (1) berechnet werden. (Die Rasterauflösung für die Bandbreite des Spektrumanalysators muss auf 100 kHz eingestellt werden.)

$$I_{bn} = \sqrt{\frac{10^{\frac{N_p}{10}} \times 10^{-3}}{Z_0}} \quad \text{in } [\text{A}/\sqrt{\text{Hz}}] \qquad (1)$$

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Dabei ist

Z_0 die Impedanz des Messaufbaus.

Wird der Rauschpegel mit dem Spektrumanalysator gemessen, muss folgende Korrektur durchgeführt werden:

Z_0 = 10 log (B_n/B) + K_1 + K_2

B_n ist die Messbandbreite der Rauschleistung bezogen auf 1 Hz.

B ist die Rauschbandbreite; das 1,2-fache (Korrekturfaktor für die Rauschbandbreite) der Rasterauflösung ergibt 120.000 Hz.

K_1 ist der Korrekturfaktor für die Umrechnung in den effektiven Spannungspegel:

$$K_1 = 10\log(2/\sqrt{\pi}) = 1{,}05\,\text{dB}$$

K_2 ist der Korrekturfaktor für den logarithmischen Verstärker des Spektrumsanalysators und beträgt 1,45 dB.

N_p die Rauschleistungsdichte N_p in [dB(mW/Hz)].

SCHRITT B: RIN-Berechnung

- Aus den vorstehend Messergebnissen kann das RIN mit folgender Gleichung bestimmt werden.

$$RIN = 10\lg\left(\frac{\frac{I_{bn}^2}{G}}{(R\times P_r)^2} - \frac{2e}{(R\times P_r)^2}(I_{d0} + R\times P_r) - \frac{I_{eq}^2}{(R\times P_r)^2}\right) \text{ in [dB/Hz]} \quad (2)$$

Dabei ist

R die Empfindlichkeit der Photodiode in [A/W]

I_{d0} der Dunkelstrom der Photodiode in [A]

I_{eq} die äquivalente Rauschstromdichte am Eingang des Vorverstärkers in [A/√Hz]

I_{bn} der gesamte Rauschstrom in der Bandbreite 1 Hz am Ausgang des optischen Empfängers in [A/√Hz]

G die Verstärkung des optischen Empfängers (einschließlich der Verstärkung der Anpassungsschaltung)

P_r die Eingangsleistung des optischen Empfängers in [W]

e die Elementarladung, gleich $1{,}602 \times 10^{-19}$ C

6.4.5 Berechnung des C/N aus dem RIN-Wert

Das Träger-Rausch-Verhältnis C/N am Ausgang der V-ONU kann mit der folgenden Gleichung ermittelt werden.

$$C/N = 10\lg\left(\frac{1}{B_N}\cdot\frac{\frac{1}{2}(m_k\cdot R\cdot P_r)^2}{RIN(R\cdot P_r)^2 + 2e\cdot(I_{d0} + R\cdot P_r) + I_{eq}^2}\right) \text{ in [dB]} \quad (3)$$

Dabei ist

$$M = \sqrt{\sum_{k=1}^{K} m_k^2} \quad (4)$$

Die anderen Parameter für die Berechnung werden in Tabelle 4 aufgelistet.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

6.4.6 Berechnung der *RIN*-Komponente

Kann das Verfahren in 6.4.4 nicht angewendet werden, muss das folgende für die Berechnung der *RIN*-Komponente des optischen Signals am Eingang der V-ONU verwendet werden. Wird das *RIN* der ersten EDFA (*RIN* des optischen Senders) als RIN_{in} bezeichnet, ergibt sich das *RIN* der n-ten EDFA als RIN_{out} aus der folgenden Gleichung.

$$RIN_{out} = 10\lg\left(\sum \frac{2 \cdot E \cdot 10^{\frac{NF_n}{10}}}{10^{\frac{P_n}{10}}} + 10^{\frac{RIN_{in}}{10}}\right) \quad (5)$$

Dabei ist

E die Photonenenergie mit $E = h\,f$, dabei ist
h die Planck-Konstante $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ Js
f die Frequenz;

Bei der optischen Wellenlänge 1 555 nm ist $E = 1{,}278 \times 10^{-16}$ mJ.

NF_n Rauschzahl des n-ten EDFA in [dB];

P_n optische Leistung am Eingang des n-ten EDFA in [db(mW)].

ANMERKUNG Der Ausdruck $1/G$ in IEC/TR 60728-6-1, Gleichung (12) ist im Vergleich zu den anderen Ausdrücken sehr klein und kann deshalb vernachlässigt werden.

- Obgleich der Abfall des *RIN* durch die Rayleigh-Streuung und andere Reflexionen in der Faser gering ist, darf dieser nicht vernachlässigt werden falls ein optischer Sender mit einem kleineren *RIN* als -160 dB(Hz^{-1}) und mehrere EDFA mit niedriger Rauschzahl *NF* eingesetzt werden. Die folgende Gleichung muss zur Berechnung des RIN_f, das von der Faserübertragung herrührt, verwendet werden.

$$RIN_f = 10\lg\left[\frac{S^2}{4}(2\alpha L - 1 + e^{-2\alpha L}) \cdot \frac{\Delta\nu}{\pi(f_{RF}^2 + \Delta\nu^2)}\right] \text{ in [dB/Hz]} \quad (6)$$

Dabei ist

S das Verhältnis der gestreuten optischen Leistung in Rückwärtsrichtung
$S = \frac{1{,}5}{(\pi \cdot W \cdot \eta_1)^2}$;

α der Übertragungsverlust in der Faser. Ist der Übertragungsverlust α_{dB} in [dB/km], dann gilt $\alpha = \alpha_{dB} / 4{,}343$;

L die Länge der Übertragungsstrecke in [km];

$\Delta\nu$ die spektrale Breite des optisch modulierten Signals in [Hz];

f_{RF} die Messfrequenz in [Hz];

W der Modendurchmesser in der Faser in [µm];

η_1 der Brechungsindex des Faserkerns;

λ die optische Wellenlänge in [µm].

- Das *RIN* des optischen Signals am Eingang der V-ONU ergibt sich aus Gleichung (7).

$$RIN = -10\lg\left[10^{-(RIN_{out}/10)} + 10^{-(RIN_f/10)}\right] \text{ in [dB/Hz]} \quad (7)$$

Ausgehend vom vorgenannten *RIN*-Wert kann das *C/N* mit Gleichung (3) aus 6.4.5 berechnet werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Tabelle 4 – Zur Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis *C/N* verwendete Parameter

Parameter	Bemerkungen	
B_n	Rauschbandbreite AM-RSB: 4,00 MHz (NTSC) 5,08 MHz (I) 4,75 MHz (B, G, D1) 5,00 MHz (L) 5,75 MHz (D, K) QAM: IEC 60728-1, Anhang H, Tabelle H.1 OFDM: IEC 60728-1, Anhang H, Tabelle H.1	Dieser Parameter hängt vom Format des Übertragungssignals ab.
K	Anzahl der Träger für die Übertragung	
M	gesamter optischer Modulationsindex	Diese Parameter hängen ab vom optischen Sender, dem Übertragungssignal usw.
m_k	optischer Modulationsindex des k-ten Trägers (modulierte HF-Träger)	
P_r	empfangene optische Leistung in [W]	Dieser Parameter hängt von der Konstruktion der Übertragungsstrecke ab.
RIN	*RIN* des optischen Eingangssignals der V-ONU in [dB(Hz^{-1})]	Dieser Parameter hängt vom optischen Sender, Verstärker und der Übertragungsstrecke ab. Ist der Parameter nicht bekannt, können die folgenden Werte für die Berechnung des *RIN* vom optischen Eingangssignal der V-ONU verwendet werden. Das *RIN* des optischen Senders bei einer Mehrkanalübertragung beträgt –155 dB(Hz^{-1}). Das *RIN* des optischen Senders bei einer erneuten Übertragung beträgt –150 dB(Hz^{-1}). Die Rauschzahl *NF* des optischen Verstärkers beträgt 6,5 dB. Das *RIN* der optischen Übertragungsstrecke beträgt –161 dB(Hz^{-1}).
e	Ladung eines Elektrons ($1{,}602 \times 10^{-19}$ C)	physikalische Konstante
R	Empfindlichkeit der V-ONU in [A/W]	...
I_{d0}	Dunkelstrom der V-ONU in [A]	

Beispiel zur Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis *C/N*:

Das Träger-Rausch-Verhältnis *C/N* kann mit typischen Werten wie folgt berechnet werden.

Rauschbandbreite:	4 MHz
Anzahl der Träger:	57 analoge Kanäle (AM-RSB)
Gesamter Modulationsindex:	0,264
RIN des optischen Eingangssignals der V-ONU:	–148 dB(Hz^{-1})
Antwort der V-ONU:	0,89 A/W
Dunkelstrom der V-ONU:	0,1 nA
äquivalente Rauschstromdichte am Eingang des Vorverstärkers vor der V-ONU:	7 pA/√Hz

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

ANMERKUNG Das *RIN* des optischen Eingangssignals der V-ONU wird bei einem *RIN* des optischen Senders von –155 dB(Hz^{-1}) berechnet. Die Rauschzahl *NF* des optischen Verstärkers beträgt 6,5 (einstufig, optischer Eingang 0 dB(mW)). Daraus ergibt sich das *RIN* der optischen Übertragungsstrecke zu –161 dB(Hz^{-1}).

Wird angenommen, dass der optische Modulationsindex aller Träger identisch ist, dann ergibt sich der optische Modulationsindex für einen Träger aus

$$m_k = \frac{0{,}264}{\sqrt{57}} = 0{,}035\ .$$

Ergibt sich aus Gleichung (8) für die optische Eingangsleistung der V-ONU der Wert –9,6 dB(mW), dann berechnet sich der Wert für das Träger-Rausch-Verhältnis zu 43,0 dB.

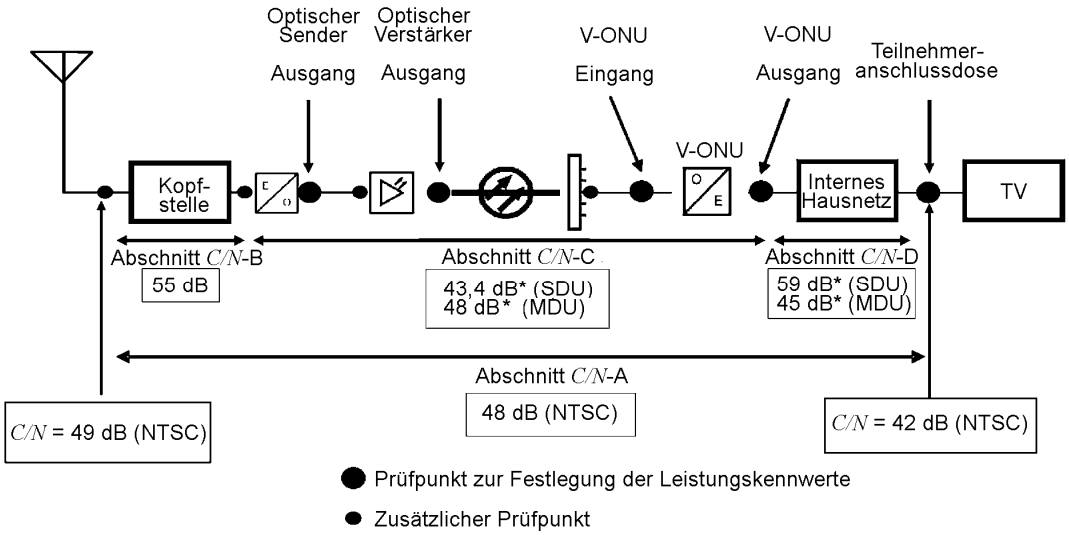
6.5 Optischer Modulationsindex (*OMI*)

Der optische Modulationsindex (*OMI*) analoger Signale muss mit dem in IEC 60728-6, 4.9 beschriebenem Verfahren gemessen werden. In dieser Norm wird angenommen, dass die automatische Verstärkungsregelung für die Leistung im Sender abgeschaltet ist.

7 Festlegungen für die optische Anlage zur Übertragung von Rundfunksignalen

7.1 Analoges und digitales Rundfunkübertragungssystem mit optischem Kabelnetz

NTSC-, PAL- oder SECAM-Systeme werden üblicherweise in analogen Rundfunksystemen mit AM-RSB-Modulation übertragen. In digitalen Rundfunksystemen mit optischen Kabelnetzen werden hauptsächlich die Modulationsarten 64 QAM und OFDM verwendet. Das geringste *C/N* am Eingang der Kopfstelle und an der Teilnehmeranschlussdose für NTSC-, PAL- oder SECAM-Systeme sind in Tabelle 2 angegeben. Diese Werte müssen in den mit *C/N* gekennzeichneten Abschnitten von Bild 11 erzielt werden, in diesem Bild sind nur die Werte für NTSC angegeben. Bei digital modulierten Signalen muss die Bitfehlerrate (*BER*) aus den Festlegungen für die Werte an der Teilnehmeranschlussdose übernommen werden. Dabei sind 1×10^{-4} für 64QAM-Signale und 2×10^{-4} für OFDM-Signale gefordert. Bild 11 weist zusätzlich die Prüfpunkte (Punkte zur Festlegung der Leistungskennwerte) aus, damit die Betriebskennwerte der optischen Anlage gewährleistet werden können. Für Wartungszwecke sind zusätzliche Prüfpunkte angegeben. Es müssen die Prüfpunkte der Abschnitt 5 und 6 aus dieser Norm verwendet werden.



*ANMERKUNG 1 Bei der Konzeption von Anlagen für interne Hausnetze in Einzel- und Mehrfachwohneinheiten muss ein geeigneter optischer Signalpegel am Eingang der V-ONU berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 Alle angegebenen Werte sind Mindestanforderungen.

ANMERKUNG 3 Abschnitt D stimmt nicht mit dem in IEC 60728-1 festgelegtem internen Hausnetz überein.

Bild 11 – Zuordnung der Leistungskennwerte und Prüfpunkte

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Für die weiteren Anlagenparameter muss Tabelle 5 verwendet werden.

ANMERKUNG Bei FTTH-Anlagen für professionelle Anwendungen nach dieser Norm können Tabellen 5 und 6 angewandt werden.

7.2 Internationale Fernsehsysteme

Tabelle 5 – Mindestanforderungen an das *C/N*

Fernsehsystem		Modulation	Mindest-*C/N* am Eingang der Kopfstelle in [dB]	Mindest-*C/N* am Ausgang der Teilnehmeranschluss-dose in [dB]
NTSC		AM-RSB FM	49 20	42 13
PAL	**I** **B, G, D1** **L** **D, K**	AM-RSB	50 50 48,5 50	43 43 44,5 43
PAL		FM	21	14
SECAM		AM-RSB FM	50 21	43 14

Tabelle 6 – Mindestanforderungen an das HF-Signal-Rausch-Verhältnis

System	Modulation	Code-Rate	Mindest-HF-Signal-Rausch-Verhältnis $S_{D,HF}$ am Eingang der Kopfstelle in [dB]				Mindest-HF-Signal-Rausch-Verhältnis $S_{D,HF}$ am Ausgang der Teilnehmeranschlussdose in [dB]			
DVB-S	QPSK	1/2	8,6				6,6			
		2/3	10,5				8,5			
		3/4	11,5				9,6			
		5/6	12,6				10,6			
		7/8	13,3				11,3			
DVB-S2	QPSK		QPSK	8 PSK	16 APSK	32 APSK	QPSK	8 PSK	16 APSK	32 APSK
	8 PSK	1/4	3,7	–	–	–	1,7	–	–	–
	16 APSK	1/3	4,8	–	–	–	2,8	–	–	–
	32 APSK	2/5	5,7	–	–	–	3,7	–	–	–
	(****)	1/2	7,0	–	–	–	5,0	–	–	–
		3/5	8,2	11,5	–	–	6,2	9,5	–	–
		2/3	9,1	12,6	15,0	–	7,1	10,6	13,0	–
		3/4	10,0	13,9	16,2	18,7	8,0	11,9	14,2	16,7
		4/5	10,7	–	17,0	19,6	8,7	-	15,0	17,6
		5/6	11,2	15,4	17,6	20,3	9,2	13,4	15,6	18,3
		8/9	12,2	16,7	18,9	21,2	10,2	14,7	16,9	19,4
		9/10	12,4	17,0	19,1	22,1	10,4	15,0	17,1	20,1
DVB-C	16 QAM		25,9				19(**)			
	64 QAM		31,9				25(**)			
	256 QAM		37,9				31(**)			

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Tabelle 6 (*fortgesetzt*)

System	Modulation	Code-Rate	Mindest-HF-Signal-Rausch-Verhältnis $S_{D,HF}$ am Eingang der Kopfstelle in [dB]			Mindest-HF-Signal-Rausch-Verhältnis $S_{D,HF}$ am Ausgang der Teilnehmeranschlussdose in [dB]		
DVB-T COFDM	QPSK (***)		Betriebsarten 2k und 8k			Betriebsart 2k	Betriebsart 8k	
		1/2	6,1			4,9	5,1	
		2/3	8,2			7,2	7,4	
		3/4	9,3			8,5	8,6	
		5/6	10,5			9,9	10,0	
		7/8	11,3			10,9	11,0	
	16 QAM (***)		Betriebsarten 2k und 8k			Betriebsart 2k	Betriebsart 8k	
		1/2	12,2			11,0	11,2	
		2/3	14,2			13,2	13,4	
		3/4	15,6			14,7	14,9	
		5/6	17,1			16,4	16,6	
		7/8	17,7			17,3	17,3	
	64 QAM (***)		Betriebsarten 2k und 8k			Betriebsart 2k	Betriebsart 8k	
		1/2	17,4			16,1	16,3	
		2/3	20,0			19,0	19,2	
		3/4	21,6			20,7	20,9	
		5/6	23,3			22,5	22,6	
		7/8	24,5			23,8	23,9	
ISDB-T (OFDM)	16QAM		Betriebsart 1 (*****)	Betriebsart 2 (*****)	Betriebsart 3 (*****)	Betriebsart 1	Betriebsart 2	Betriebsart 3
		1/2				24	24	24
		2/3				24	24	24
		3/4				24	24	24
		5/6				24	24	24
		7/8				24	24	24
	64QAM		Betriebsart 1 (*****)	Betriebsart 2 (*****)	Betriebsart 3 (*****)	Betriebsart 1	Betriebsart 2	Betriebsart 3
		1/2				24	24	24
		2/3				24	24	24
		3/4				24	24	24
		5/6				24	24	24
		7/8				24	24	24
	QPSK		Betriebsart 1 (*****)	Betriebsart 2 (*****)	Betriebsart 3 (*****)	Betriebsart 1	Betriebsart 2	Betriebsart 3
		1/2				24	24	24
		2/3				24	24	24
		3/4				24	24	24
		5/6				24	24	24
		7/8				24	24	24
	DQPSK		Betriebsart 1 (*****)	Betriebsart 2 (*****)	Betriebsart 3 (*****)	Betriebsart 1	Betriebsart 2	Betriebsart 3
		1/2				24	24	24
		2/3				24	24	24
		3/4				24	24	24
		5/6				24	24	24
		7/8				24	24	24

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Tabelle 6 (*fortgesetzt*)

(**) Die vorstehenden Werte berücksichtigen die gleichzeitige Verteilung analoger und digitaler Signale. Bei diesen Werten wird vorausgesetzt, dass kein Intermodulationsrauschen vorhanden ist oder vernachlässigt werden kann und vor der Reed-Solomon-Decodierung die Bitfehlerrate (BER) 1×10^{-4} erreicht wird. In CATV-Kabelnetzen können die Intermodulationen im Zeitbereich als Begrenzungsrauschen angesehen werden und es sollte ein Abstand von 6 dB dazuaddiert werden, auch wenn das Signal in der Kopfstelle regeneriert wird.

(***) Diese Werte berücksichtigen Weißes Rauschen und Impulsrauschen.

(****) Diese Werte entsprechend ETSI EN 302 307, Tabellen 13 und H.1 berechnet. Diese zielen auf die Paketfehlerrate (PER) 1×10^{-7} hinter den LDPC- und BCH-Decodern.

(*****) Jeder Wert ist bei einer Bitfehlerrate (BER) 1×10^{-4} vor der Reed-Solomon-Decodierung festgelegt und nicht als Signal-Rausch-Verhältnis.

ANMERKUNG Die Werte für die Teilnehmeranschlussdose wurden von IEC 60728-1-2 übernommen. Die Werte für die Kopfstelle wurden aus den Werten für die Teilnehmeranschlussdose berechnet und den Systemanforderungen nach IEC 60728-1. Dabei sind die folgenden Punkte zu bedenken.

7.3 Zusammenhang zwischen *RIN* und *C/N*

Beim CATV-Rundfunkdienst können drei Betriebsarten unterschieden werden: Mehrkanalbetrieb mit gemischten analogen und digitalen Signalen, rein digitaler Mehrkanalbetrieb und Retransmissionsbetrieb bei schlechtem Signalempfang. Tabelle 7 listet die verschiedenen Betriebsarten der Rundfunkdienste mit ihren typischen Trägerzahlen auf. Bei der Kombination analoger und digitaler Träger in realen Anlagen sollte Anhang A in Bezug genommen werden.

Tabelle 7 – Betriebsarten der Rundfunkdienste

	analoges System (NTSC)	**digitales System**
a) Mehrkanalbetrieb mit gemischten analogen und digitalen Signalen	40 Träger	30 Träger (64 QAM, OFDM)
b) rein digitaler Mehrkanalbetrieb	–	110 Träger (64 QAM, OFDM)
c) Retransmissionsbetrieb bei schlechtem Signalempfang	10 Träger	10 Träger (OFDM)

Die Leistung der Übertragungsstrecke kann mit dem Wert des relativen Intensitätsrauschens (RIN) für die optische Anlage und dem Träger-Rausch-Verhältnis (C/N) für das elektrische Signal am Ausgang der V-ONU festgelegt werden. Der Begriff V-ONU wird in dieser Norm als Synonym für das optische Empfangsgerät (O/E) verwendet. Einzelheiten zur RIN-Messung sind in Anhang A beschrieben. Die erforderlichen RIN-Werte für die drei Betriebsarten zeigt Tabelle 8. Das Intensitätsmodulationsverfahren wird für die optische Anlage in allen Betriebsarten eingesetzt.

Tabelle 8 – Betriebsarten und *RIN*-Werte

Betriebsart und Eingangspegel am V-ONU			**RIN-Wert für die Anlage**	**C/N in Abschnitt B**
Mehrkanalbetrieb mit gemischten analogen und digitalen Signalen		–8 dB(mW)	–149 dB(Hz^{-1})	44 dB
rein digitaler Mehrkanalbetrieb		–12 dB(mW)	–146 dB(Hz^{-1})	28 dB
Retransmissions-betrieb bei schlechtem Signalempfang	**Eingangspegel am V-ONU**	–5 dB(mW)	–134 dB(Hz^{-1})	44 dB
		–8 dB(mW)	–134 dB(Hz^{-1})	44 dB
		–10 dB(mW)	–136 dB(Hz^{-1})	44 dB

Optische Mehrfachreflexionen in der Übertragungskette können die RIN-Werte verschlechtern. Um diese Verschlechterung möglichst gering zu halten wird der Einsatz optischer SPC- oder APC-Steckverbindungen empfohlen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

7.4 Optische Wellenlänge

In Übereinstimmung mit ITU-R Recommendation G.983.3 wird die Verwendung einer Wellenlänge im Bereich von 1 555 nm ± 5 nm für den Einsatz kombinierter Rundfunk- und Telekommunikationssysteme über eine einzige Faser dringend empfohlen. In DWDM-Systemen müssen die Wellenlängen entsprechend dem in ITU-R Recommendation G.692 festgelegten Raster verwendet werden.

In CWDM-Systemen muss ITU-R Recommendation G.694.2 berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit von EDFA und geeigneter Festlegung der Wellenlänge, kann der Bereich von 1 530 nm bis 1 625 nm (Grenz des C-Bands und L-Bands nach ITU-R Recommendation G.694.2) in realen und wirtschaftlichen Videoübertragungsstrecken verwendet werden.

7.5 Frequenz der Signalquelle

Der Frequenzbereich der hier betrachteten Signalquelle beträgt 47 MHz bis 862 MHz. Es kann jedoch der örtlichen Frequenzbelegungsplan zur Festlegung des Frequenzbereichs für den Betrieb der optischen Anlage verwendet werden.

7.6 Festlegungen für die optische Anlage zur Übertragung des Rundfunksignals

Die Festlegungen für die wichtigsten Parameter der optischen Anlage sind in Tabelle 9 angegeben.

Tabelle 9 – Festlegungen für die optische Anlage

Parameter		**analoges Fernsehen NTSC, PAL, SECAM**	**digitales Fernsehen 64 QAM**	**digitales Fernsehen OFDM**
optische Wellenlänge		1 530 nm bis 1 625 nm (1 550 nm ± 10 nm wird dringend empfohlen)		
Frequenzbereich Signalquelle		90 MHz bis 770 MHz (NTSC) 47 MHz bis 862 MHz (PAL, SECAM)		
Schwankungen des Trägerpegels		innerhalb 4 dB über eine Dauer von 1 min	innerhalb 3 dB über eine Dauer von 1 min	
Rauschbandbreite des elektronischen Signals		4 MHz	5,3 MHz	5,6 MHz
Mindest- C/N **im Abschnitt (zwischen Ausgang Kopfstelle und Teilnehmeranschlussdose)**		44 dB	28 dB	27 dB
Mindest- C/N	**am Eingang der Kopfstelle**	51 dB	–	–
	am Ausgang der Teilnehmeranschlussdose*	43 dB	26 dB	24 dB
Mindest- BER	**am Eingang der Kopfstelle**	–	1×10^{-4}	1×10^{-4}
	am Ausgang der Teilnehmeranschlussdose*	–	1×10^{-4}	2×10^{-4}

* ANMERKUNG Das Mindest- C/N muss für die Teilnehmeranschlussdose festgelegt werden. Alternativ ist es jedoch zulässig das C/N für den Eingang der V-ONU, die als Übergabepunkt im Gebäude des Teilnehmers dient, festzulegen. In diesem Fall sind weitere 2 dB auf das Mindest-C/N der Tabelle 5 aufzuschlagen. Das Mindest-BER der Tabelle 6 bleibt unverändert.

7.7 Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (C/N) für Kabelnetze in Gebäuden

Das Träger-Rauschverhältnis (C/N) kann für den Ausgang der Teilnehmeranschlussdose festgelegt werden, falls die Leistungsdaten der Kabelnetze in Gebäuden ordentlich eingehalten werden. Aufbauend auf die derzeitige Installationstechnik wird das C/N für den Abschnitt des Kabelnetzes im Gebäude nach Tabelle 10 festgelegt. Die Festlegung des C/N ist für Einzel- und Mehrfachwohneinheiten unterschiedlich, wie in den

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

Bildern 12 und 13 gezeigt wird. Das koaxiale Verteilnetz hinter dem V-ONU muss so konstruiert sein, dass in Einzelwohneinheiten das *C/N* der Gebäudeverkabelung nicht schlechter als 59 dB und in Mehrfachwohneinheiten nicht schlechter als 45 dB ist. Dabei wird berücksichtigt, dass die Verminderung des *C/N* nur aus dem Kabelnetz herrührt und deshalb ein unsymmetrisches Eingangssignal für das Kabelnetz im Gebäude vorausgesetzt wird.

Tabelle 10 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis für Kabelnetze in Gebäuden

Gebäudekategorie		**Mindest- *C/N* für Kabelnetze in Gebäuden**
Einzelwohneinheit (SDU)	–	59 dB
Mehrfachwohneinheit (MDU)	optisch-elektrische Umsetzung beim Eintritt in die Mehrfachwohneinheit, Verteilung zum Fernsehgerät mittels Koaxialkabel (Bild 12)	45 dB
	keine optisch-elektrische Umsetzung beim Eintritt in die Mehrfachwohneinheit, Verteilung zum Fernsehgerät mittels optischem Kabel (Bild 13)	45 dB

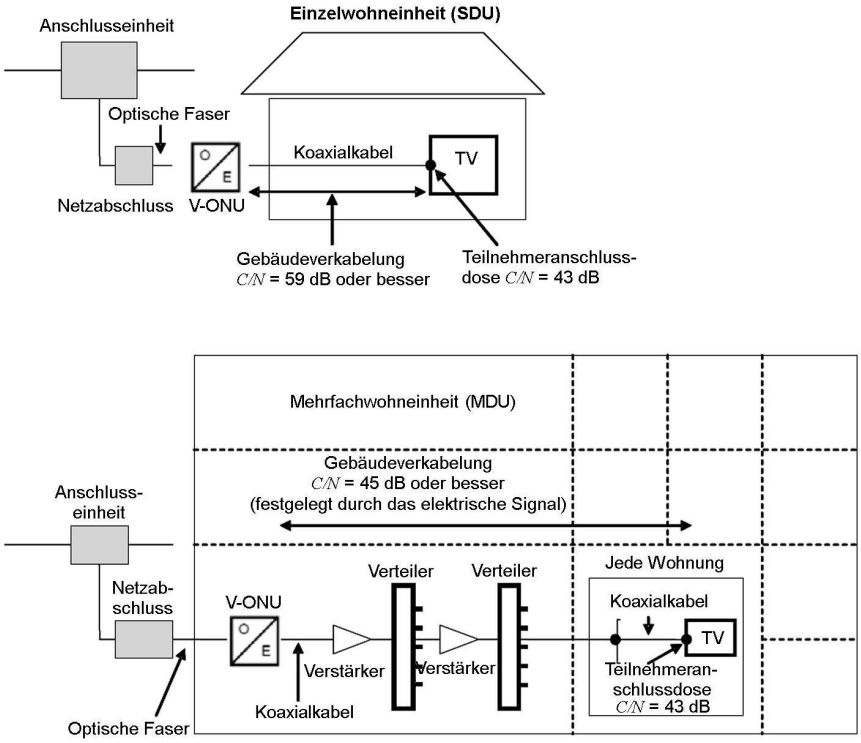


Bild 12 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (45 dB) für Kabelnetze in Gebäuden (elektrisches Signal)

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

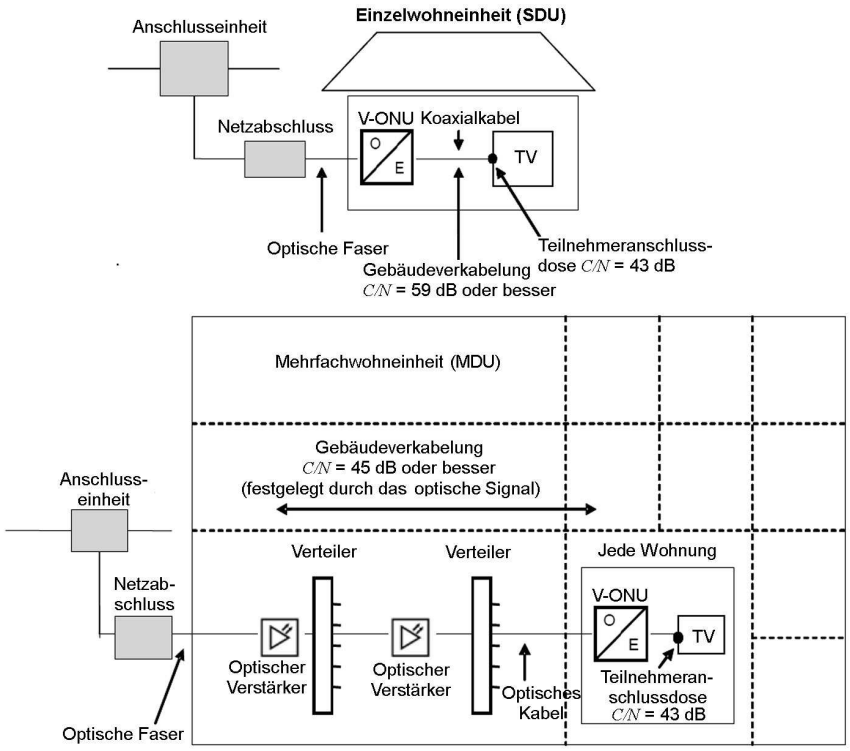


Bild 13 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis für Kabelnetze in Gebäuden (optisches Signal)

7.8 Übersprechen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser

In einem hybriden WDM-Übertragungssystem, das sowohl das AM-RSB-Rundfunksignal als auch das digitale Telekommunikationssignal überträgt, muss das Nebensprechen, verursacht durch Nichtlinearitäten der optischen Faser, zwischen den beiden Signalen berücksichtigt werden. Entsprechend der Beschreibung in Anhang D.2 sind die wichtigen Einflussgrößen die stimulierte Raman-Streuung (SRS), die Selbstphasen-modulation (SPM) und die Kreuzphasenmodulation (XPM). Von diesen Einflussgrößen ist nur das von der SRS erzeugte Nebensprechen vorherrschend und es ist schwierig die vom Raman-Effekt (Veränderung der optischen Wellenlänge) und dem festen Frequenzabstand der beiden Signale (1 550 nm und 1 490 nm) herrührenden Störungen zu vermindern. Die XPM ist bei derartigen Abständen der Wellenlängen nicht vorherrschend. Die SPM wird durch den nichtlinearen Brechungsindex des Fasermaterials verursacht und signifikant vermindert, sobald die Eingangsleistung abgesenkt wird.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Eigenschaften des Nebensprechens müssen mindestens folgende Punkte als Richtlinie eingehalten werden um das von der SRS durch Nichtlinearitäten in der optischen Faser erzeugte Nebensprechen zu verringern.

- Optischer Pegel des Kommunikationssignal am Fasereingang der Zubringerleitung: < 0 dB
- Optischer Pegel des Rundfunksignal am Fasereingang der Zubringerleitung: < 18 dB
- Optischer Modulationsindex für das Rundfunksignal: > 3% vom Trägersignal, dabei muss der optische Modulationsindex mit der Festlegung in IEC/TR 60728-6-1 sein.
- Zufallsverteilung des Signalmusters für das Kommunikationssignal: empfohlen.

ANMERKUNG 1 In Anhang D sind weitere Ausführungen zur SRS enthalten.

ANMERKUNG 2 Zur Festlegung des optischen Modulationsindex und die Anzahl der Kombinationen analoger und digitaler Träger muss auf Anhang A, Tabelle A.3 Bezug genommen werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09

7.9 Pegel der Einzelfrequenzstörungen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser

Der Pegel der Einzelfrequenzstörungen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser muss die Anforderungen entsprechend der Werte in Tabelle 11 erfüllen. Alle Parameter der optischen Anlage für die Rundfunkübertragung müssen geeignet eingestellt werden um die Anforderungen an den Störpegel zu erfüllen. Prüfpunkt ist Punkt (6) in Bild 5.

Tabelle 11 – Störpegel durch Nichtlinearitäten der optischen Faser

Rundfunksystem	***D/U*-Verhältnis**
AM-RSB	> 52 dB
64 QAM (Japan)	> 39 dB
OFDM (ISDB)	> 45 dB

7.10 Umgebungsbedingungen

Die Geräte der FTTH-Anlage müssen die Umgebungsbedingungen nach Tabelle 12 erfüllen.

Tabelle 12 – Umgebungsbedingungen

	optischer Sender (im Gebäude)	**EDFA (im Gebäude)**	**V-ONU (im Gebäude)**	**V-ONU (im Freien)**
Temperatur in [°C]	0 bis 40	0 bis 40	0 bis 40	–20 bis +40 (Anmerkungen 1, 2)
Luftfeuchte in [%]	20 bis 90	20 bis 90	20 bis 90	20 bis 100

ANMERKUNG 1 Ausgenommen ist der Temperaturanstieg durch Sonneneinstrahlung.

ANMERKUNG 2 Gilt für übliche Klimabedingungen in nichttropischen Gebieten, nicht für extrem niedrige und hohe Temperaturen.

ANMERKUNG 3 Bei anderen Klimabedingungen muss bei Tabelle 12 Bezuge genommen werden auf IEC 60068, IEC 60271-3 und ETSI EN 300 019-1-4.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13:2008-09