DEUTSCHE NORM *Entwurf* April 2010

DIN IEC 60728-13-1 (VDE 0855-13-1)

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 2010-06-30

Entwurf

Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 13-1: Bandbreitenerweiterung für Rundfunksignale in FTTH-Systemen (IEC 100/1671/NP:2010)

Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –
Part 13-1: Bandwidth Expansion for Broadcast Signal over FTTH system
(IEC 100/1671/NP:2010)

Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs –
Partie 13-1: Enlargement des bandes pour radiodiffusion des signaux en systèmes FTTH
(CEI 100/1671/NP:2010)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-04-06 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 110 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Inhalt

Seite

1 Anwendungsbereich ... 10
2 Normative Verweisungen ... 10
3 Begriffe und Abkürzungen ... 11
3.1 Begriffe ... 11
3.2 Symbole ... 16
3.3 Abkürzungen ... 17
4 Optisches Systemreferenzmodell ... 19
5 Vorbereitung der Messungen ... 20
5.1 Umgebungsbedingungen ... 20
5.1.1 Normgerechte Messbedingungen ... 20
5.1.2 Normgerechter Betriebszustand ... 21
5.1.3 Normgerechte Signale und Messgeräte ... 21
5.2 Genauigkeit der Messgeräte ... 21
5.3 Stromversorgung ... 21
6 Messverfahren ... 22
6.1 Prüfpunkte und Prüfobjekte ... 22
6.1.1 Allgemeines ... 22
6.1.2 Prüfpunkte ... 22
6.1.3 Messwerte ... 22
6.2 Optische Leistung ... 23
6.3 Optische Wellenlänge ... 23
6.4 Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis ... 24
6.4.1 Allgemeines ... 24
6.4.2 Messaufbau ... 24
6.4.3 Messbedingungen ... 24
6.4.4 Messverfahren für xPSK-Signale ... 24
6.4.5 Darstellung der Ergebnisse ... 24
6.5 Träger-Rausch-Verhältnis des optischen Signals ... 24
6.5.1 Allgemeines ... 24
6.5.2 Prüfpunkte und Messaufbau ... 25
6.5.3 Messbedingungen ... 25
6.5.4 Messverfahren für das *RIN* der Anlage ... 26
6.5.4.3 SCHRITT B: *RIN*-Berechnung ... 26
6.5.5 Berechnung des *C/N* aus dem *RIN*-Wert ... 27
6.5.6 Berechnung der *RIN*-Komponente ... 28

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Seite

6.6 Optischer Modulationsindex (*OMI*) ... 28
6.7 Träger-Übersprechverhältnis (*CCR*) ... 28
7 Festlegungen für die optische Anlage zur Übertragung von Rundfunksignalen ... 29
7.1 Analoges und digitales Rundfunkübertragungssystem mit optischem Kabelnetz ... 29
7.2 Internationale Fernsehsysteme ... 29
7.3 Zusammenhang zwischen *RIN* und *C/N* ... 29
7.4 Optische Wellenlänge ... 31
7.5 Frequenz der Signalquelle ... 31
7.6 Festlegungen für die optische Anlage für die Satellitenübertragung ... 32
7.7 Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (*C/N*) für Kabelnetze in Gebäuden ... 32
7.8 Übersprechen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser ... 33
7.9 Pegel der Einzelfrequenzstörungen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser ... 33
7.10 Umgebungsbedingungen ... 33
Anhang A (informativ) Reale Anlagen und Auslegungsbetrachtungen ... 34
A.1 Mehrkanalbetrieb mit gemischten analogen und digitalen Signalen ... 34
A.2 Mehrkanalbetrieb mit zusätzlichen Nachrichtensignalen (CS) ... 35
A.3 Retransmissionsbetrieb bei schlechtem Signalempfang ... 35
A.4 Referenzmodell für die Anlage ... 36
A.4.1 Anlagenwerte ... 36
A.4.2 Umgebungsbedingungen ... 38
A.5 Hinweise für den praktischen Betrieb ... 45
A.5.1 Optischer Sender ... 45
A.5.2 Optischer Verstärker ... 45
Anhang B (informativ) Wellenlängenmultiplex ... 46
B.1 Abstand der optischen Wellenlängen (optische Frequenz) ... 46
B.2 Nennwerte für Mittenfrequenzen und mittlere Wellenlängen ... 46
B.3 Anmerkungen zum Wellenlängenmultiplex ... 48
B.3.1 Übersprechen zwischen zwei Wellenlängen ... 48
B.3.2 Empfang zweier Wellenlängen mit einer einzigen V-ONU ... 50
Anhang C (informativ) Geringste Trennung der Wellenlängen ... 52
C.1 Störung durch optische Überlagerung (en: optical beat interference) ... 52
C.2 Bereich für die Wellenlängenänderungen ... 53
C.3 WDM-Anlagen mit optischen Filtern und Kopplern ... 54
Anhang D (informativ) Zusammenhang zwischen *C/N*-Verschlechterung und Niederschlagsdämpfung ... 56
Literaturhinweise ... 58

Bilder

Bild 1 – FTTH-Kabelfernsehnetz mit einer Wellenlänge ... 20
Bild 2 – FTTH-Kabelfernsehnetz mit zwei Wellenlängen ... 20

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Seite

Bild 3 – Prüfpunkte zur Festlegung der Leistungsdaten einer optischen Anlage 20
Bild 4 – Prüfpunkte in einer typischen Videoverteilanlage 22
Bild 5 – Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Richtkoppler 23
Bild 6 – Messaufbau für die Messung von Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis 24
Bild 7 – Prüfpunkte im typischen FTTH-System 25
Bild 8 – Messaufbau für die *RIN*–Messung 25
Bild 9 – Zuordnung der Leistungskennwerte und Prüfpunkte 29
Bild 10 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (38 dB) für Kabelnetze in Gebäuden 33
Bild 11 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (24 dB) für Kabelnetze in Gebäuden (bei Verteilung mittels Koaxialkabel hinter der V-ONU) 33
Bild A.1 – Beispiel einer Mehrkanalanlage für 1 Million Teilnehmer 34
Bild A.2 – Beispiel einer Mehrkanalanlage für 2 000 Teilnehmer 35
Bild A.3 – Beispiel einer Mehrkanalanlage mit zusätzlichen Nachrichtensignalen (CS) für 2 000 Teilnehmer 35
Bild A.3 – Beispiel einer Anlage mit Retransmissionsbetrieb für 144 Teilnehmer 36
Bild A.4 – Beispiel einer Anlage mit Retransmissionsbetrieb für 72 Teilnehmer 36
Bild A.5 –Berechnung der Leistungsdaten Modell 1 39
Bild A.6 –Berechnung der Leistungsdaten Modell 2 40
Bild A.7 –Berechnung der Leistungsdaten Modell 3 41
Bild A.8 –Berechnung der Leistungsdaten Modell 4 42
Bild A.9 –Berechnung der Leistungsdaten Modell 5 43
Bild A.10 –Berechnung der Leistungsdaten Modell 6 44
Bild B.1 – Lineares Übersprechen zwischen zwei Wellenlängen 48
Bild B.2 – Abhängigkeit Raman-Übersprechen von der Wellenlänge 49
Bild B.3 – Nichtlineares Übersprechen zwischen zwei Wellenlängen 49
Bild B.4 – Frequenzabhängigkeit der Kreuzphasenmodulation (XPM) 50
Bild B.5 – *C/N*-Verschlechterung (bei zwei Wellenlängen am Eingang einer V-ONU) 51
Bild C.1 – Versuchsergebnisse der *RIN*-Verschlechterung durch optische Überlagerung 53
Bild C.2 – Umgebungstemperaturabhängigkeit der Wellenlängenänderung eines DWDM-Senders 53
Bild C.3 – Umgebungstemperaturabhängigkeit der Wellenlängenänderung eines CWDM-Senders 54
Bild C.4 – Beispiel für Wellenlängenmultiplex mit WDM-Filter 54
Bild C.5 – Beispiel für einen CWDM-Filterentwurf 55
Bild C.6 – Beispiel für Wellenlängenmultiplex mit optischem Koppler 55

Tabellen

Tabelle 1 – Pegel der HF-Signale 14
Tabelle 1x – Messgeräte 21
Tabelle 2 – Prüfpunkte und Messwerte 23
Tabelle 3 – Zur Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis *C/N* verwendete Parameter bei Empfang eines WDM-Signals durch eine V-ONU 27
Tabelle 4 – Mindestanforderungen an das HF-Signal-Rausch-Verhältnis 29

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Seite

Tabelle 5 – Betriebsarten der Rundfunkdienste 30
Tabelle 6 – Betriebsarten und Mindest-*RIN*-Werte für den Betrieb von Satellitendiensten 31
Tabelle 7 – Werte für optische Wellenlänge und Leistung 31
Tabelle 8 – Festlegungen für die optische Anlage 32
Tabelle 9 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis für Kabelnetze in Gebäuden 32
Tabelle 10 – Störpegel durch Nichtlinearitäten der optischen Faser 33
Tabelle A.1 – Grundlegende Anlagenwerte 36
Tabelle B.1 – Beispiele für Nennwerte der Mittenfrequenzen im DWDM-Raster 47
Tabelle B.1 – Beispiele für Nennwerte der Mittenfrequenzen im CWDM-Raster 48

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 100/1671/NP:2010 „Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 13-1: Bandwidth Expansion for Broadcast Signal over FTTH system“ (NP, en: New Work Item Proposal) 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 NP 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 NP 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.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	IEC 60050-191:1990	N1)	
	IEC 60050-702	N1)	
	IEC 60050-731	N1)	
EN 60068	IEC 60068 (alle Teile)	DIN EN 60068 (VDE 0468) (alle Teile)	VDE 0468 (alle Teile)
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988 + Cor. 1988 + A1:1992	DIN EN 60068-1:1995-03	–
EN 60617	IEC 60617	DIN EN 60617	–
EN 60728-1	IEC 60728-1	DIN EN 60728-1 (VDE 0855-7)	VDE 0855-7
– 	100/1338/NP ersetzt durch IEC 60728-1-1	DIN IEC 60728-1-1 (VDE 0855-7-1) z. Z. Entwurf	VDE 0855-7-1
EN 60728-1-2:2009	IEC 60728-1-2:2009	DIN EN 60728-1-2 (VDE 0855-7-2):2010-02	VDE 0855-7-2
EN 50083-2 –	– IEC 60728-2	DIN EN 50083-2 (VDE 0855-200) –	VDE 0855-200 –
FprEN 60728-3 –	IEC 100/1598/CDV ersetzt durch IEC 60728-3	E DIN EN 60728-3 (VDE 0855-3) z. Z. Entwurf	VDE 0855-3
EN 60728-5	IEC 60728-5	DIN EN 60728-5 (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	–	–
–	IEC 100/1418/CD ersetzt durch IEC 60728-13	DIN IEC 60728-13 (VDE 0855-13)	VDE 0855-13
EN 60825-1	IEC 60825-1	DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1) DIN EN 60825-1 Berichtigung 1 (VDE 0837-1 Berichtigung 1) DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2) DIN EN 60825-1 Bbl 1 (VDE 0837-1 Bbl 1)	 VDE 0837-1 VDE 0837-1 Berichtigung 1 VDE 0837-1 Berichtigung 2 VDE 0837-1 Bbl 1
EN 60825-2 + A1	IEC 60825-2 + A1	DIN EN 60825-2 (VDE 0837-2) DIN EN 60825-2 Bbl 1 (VDE 0837-2 Bbl 1)	VDE 0837-2 VDE 0837-2 Bbl 1
EN 60825-12	IEC 60825-12	DIN EN 60825-12 (VDE 0837-12)	VDE 0837-12
–	IEC 60874-14-2	–	–
–	IEC 60875-1	DIN EN 60875-1	–

N1) „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM zu beziehen über Beuth Verlag.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Tabelle NA.1 *(fortgesetzt)*

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
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 61291-1:1998 ersetzt durch EN 61291-1:2006	IEC 61291-1:1998 ersetzt durch IEC 61291-1:2006	DIN EN 61291-1:2007-06	–
–	IEC 61292-4	–	–
EN 61300-3-2	IEC 61300-3-2	DIN EN 61300-3-2	–
EN 61754-13	IEC 61754-13	DIN EN 61754-13	–
EN 61755-1	IEC 61755-1	DIN EN 61755-1	–
–	IEC 61930	–	–
–	IEC 61931	–	–
ETSI EN 300019-1-4	–	DIN EN 300019-1-4	–
ETSI EN 302307	–	DIN EN 302307	–

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 60068 (VDE 0468) alle Teile, *Umweltprüfungen*

DIN EN 60068-1:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden (IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992); Deutsche Fassung EN 60068-1:1994*

DIN EN 60617, *Graphische Symbole für Schaltpläne*

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

DIN EN 60728-1-2 (VDE 0855-7-2):2010-02, *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 1-2: Leistungsanforderungen an Signale der Teilnehmeranschlussdose im realen Betrieb (IEC 60728-1-2:2009); Deutsche Fassung EN 60728-1-2:2009*

DIN EN 60728-3 (VDE 0855-3) z. Z. Entwurf, *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 3: Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze*

DIN EN 60728-5 (VDE 0855-5), *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 5: Geräte für Kopfstellen*

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

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

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

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

DIN EN 60825-1 Berichtigung 2 (VDE 0837-1 Berichtigung 2), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen*

DIN EN 60825-1 Bbl 1 (VDE 0837-1 Bbl 1), *Nationaler Wortlaut der Hinweisschilder für Laserstrahlung*

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

DIN EN 60825-2 Bb 1 (VDE 0837-2 Bbl 1), *Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen (LWLKS) – Beiblatt 1: Auslegungsblatt 1*

DIN EN 60825-12 (VDE 0837-12), *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 12: Sicherheit von optischen Freiraumkommunikationssystemen für die Informationsübertragung*

DIN EN 60875-1, *Lichtwellenleiter-Verzweiger (wellenlängenunabhängig) – Teil 1: Fachgrundspezifikation*

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 Kommunikationsuntersysteme – 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 (IEC 61291-1:2006); Deutsche Fassung EN 61291-1:2006*

DIN EN 61300-3-2, *Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 3-2: Untersuchungen und Messungen – Polarisationsabhängiger Verlust in Einmoden-Lichtwellenleiter-Bauteilen*

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

DIN EN 61755-1, *Optische Schnittstellen von Lichtwellenleiter-Steckverbindern – Teil 1: Optische Schnittstellen von nicht-dispersionsverschobenen Einmodenfasern – Allgemeines und Leitfaden*

DIN EN 300019-1-4, *Geräte-Entwicklung – Umweltbedingungen und Umweltprüfungen für Telekommunikationsanlagen – Teil 1-4: Klassen von Umweltbedingungen – Ortsfester Einsatz, nicht wettergeschützt*

DIN EN 302307, *Digitaler Fernsehrundfunk (DVB) – Rahmenstruktur der zweiten Generation, Kanalcodierung und Modulationssysteme für Rundfunk, interaktive Dienste, Satelliten-Berichterstattung und andere Breitbandanwendungen für Satellit (DVB-S2)*

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

DIN IEC 60728-13 (VDE 0855-13) z. Z. Entwurf, *Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 13: Optische Anlage zur Übertragung von Rundfunksignalen*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Teil 13-1: Bandbreitenerweiterung für Rundfunksignale in FTTH-Systemen

1 Anwendungsbereich

Ziel dieser Norm ist die genaue Beschreibung des FTTH-Systems (en: Fibre To The Home; Lichtwellenleiter bis zur Teilnehmerwohnung) für die die Breitband-Rundfunksignalübertragung. Sie gilt für unterschiedliche Dienstsignale (Internet-Fernsehen, Mobiltelefon usw.) und digitale Rundfunk- und Fernmeldsatellitensignale (en: BS and CS signals). Der Anwendungsbereich ist begrenzt auf die HF-Signalübertragung mit FTTH-Systemen und enthält keine Internetprotokollübertragungsverfahren (IP) wie Internetgruppenübertragung (en: IP Multicast). Zur Information beschreibt Anhang A die Systemauslegung und ein Modellsystem nach dieser Norm, Anhang B die Grundlagen des optischen Wellenlängenmultiplexverfahren und Bemerkungen zur Systemkonfiguration. Anhang C erläutert die minimale Wellenlängentrennung und Anhang C den Zusammenhang zwischen Verminderung des Träger-Rausch-Verhältnis (C/N) und der Niederschlags-dämpfung.

Diese Norm beschreibt das Weiterleitungsverfahren von Satelliten-Rundfunksignalen über das FTTH-System, das AM-FDM (SCM)-Übertragung verwendet. Für das FTTH-System unterhalb 1 GHz gilt IEC 60728-13, die Beschreibungen der Messverfahren, Festlegungen für den optischen Wellenlängenmultiplex und für Systeme mit PSK-Modulation enthält. Diese Norm legt die Videosignal-Übertragung im Abwärtskanal fest und folglich gehört die Beschreibung bidirektionaler optischer Übertragungssystem nicht zum Anwendungsbereich.

Diese Norm gilt für FTTH-Systeme zur Breitband-Rundfunk-Signalübertragung, bei der Satelliten-Rundfunk-signale auf ein oder mehreren optischen Wellenlängen übertragen werden. Diese Norm dient Kabelnetz-betreibern zur Erweiterung ihrer Breitbanddienste unter Vermeidung von Störungen zwischen den optischen Wellenlängen, die auf die in IEC 60728-13 beschriebene Technik zurückgehen.

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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60728-1:2007, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: System performance of forward paths*

IEC 60728-6:2003, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6: Optical equipment*

IEC/TR 60728-6-1:2006, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6-1: System guidelines for analogue optical transmission systems*

IEC 61755-1:2005, *Fibre optic connector optical interfaces – Part 1: Optical interfaces for single mode non-dispersion shifted fibres – General and guidance*

IEC 61930, *Fibre optic graphical symbology*

IEC 61931, *Fibre optic – Terminology*

ITU-T Recommendation G.694.2, *Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments 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

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)

ANMERKUNG 3 Wellenlängen und erforderliche Trennung der Wellenlängen sind in Anhang B und C beschrieben

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-)Koppler
(Lichtwellenleiter-)Verteiler
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

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

[IEC 61931, Begriff 2.6.21, modifiziert]

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

3.1.5
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]

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;

K die Gesamtzahl der HF-Träger; und

M der gesamte optische Modulationsindex.

Diese Größe wird überwiegend in analogen Systemen verwendet.

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.10, modifiziert]

3.1.7
relatives Intensitätsrauschen
RIN
Verhältnis des mittleren Quadrats der Intensitätsschwankungen der optischen Leistung einer Lichtquelle zum Quadrat der mittleren optischen Ausgangsleistung.

ANMERKUNG 1 Das *RIN* wird üblicherweise in dB/Hz mit sich hieraus ergebenden negativen Werten ausgedrückt.

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.12, modifiziert]

ANMERKUNG 2 Der Wert für das *RIN* kann aus Ergebnissen von Messungen des Träger-Rausch-Verhältnisses einer Anlage berechnet werden.

3.1.8
Empfindlichkeit
Quotient von elektrischer Ausgangsgröße durch optische Eingangsgröße eines optischen Empfängers bei einer vorgegebenen Wellenlänge

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.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

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

[IEC 60728-6, Begriff 3.1.15]

3.1.9
Wellenlänge
die von der Periode der Wellenfront einer harmonischen ebenen Welle abgedeckte Entfernung

Die Wellenlänge λ von Licht im Vakuum ist definiert durch:

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

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, modifiziert]

3.1.10
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]

3.1.11
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

[IEV 702-06-28, modifiziert]

ANMERKUNG Bei terrestrischer Rundfunkübertragung und in Kabelfernsehnetzen werden Restseitenbandsignale übertragen.

3.1.12
QAM-Signal
Quadratur-Amplitudenmodulation
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, modifiziert]

3.1.13
OFDM-Signal
orthogonales Frequenzmultiplex-Signal
Multiplexübertragungsverfahren mit orthogonalem Frequenzmultiplex das zur Übertragung von SDTV- und HDTV-Signalen für den terrestrischen digitalen Rundfunk verwendet wird.

ANMERKUNG 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.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

3.1.14
PSK-Signal
phasenmoduliertes Signal
Winkelmodulation, bei der jeder signifikante Zustand in einem modulierten zeitdiskreten Signal durch einen festgelegten Phasenwinkel einer periodischen Sinusschwingung dargestellt wird

[IEV 721-06-07]

3.1.15
Definition HF-Signalpegel
Pegel eines HF-Signals nach Tabelle 1; er wird ausgedrückt in μV oder in $dB(\mu V)$ oder in dB(mW)

3.1.16
amplitudenmoduliertes Restseitenbandsignal
AM-RSB
Signalpegel des Bildträgers als Spitzenwert C_{rms} in $dB(\mu V)$ des Bildträgers (Effektivwert) aus der Modulationshüllkurve, gemessen mit einem Abschlusswiderstand von 75 Ω oder bezogen auf 75 Ω

ANMERKUNG 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.

3.1.17
FM-Rundfunk- oder FM-Tonträger eines Fernsehsignals
Pegel eines FM-Rundfunk- oder FM-Tonträger eines Fernsehsignals als Effektivwert des Trägersignals in $dB(\mu V)$ gemessen mit einem Abschlusswiderstand von 75 Ω oder bezogen auf 75 Ω

3.1.18
digital modulierte Signale
Pegel $S_{D.RF}$ in dB(mW) oder $dB(\mu V)$ eines digital modulierten Signals als Effektivwert (Leistung) des Signals in der Kanalbandbreite bezogen auf 75 Ω

ANMERKUNG 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 (siehe Tabelle 1).

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
Digital modulierte Signale	**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		
	PSK-Signal	Effektivwert		

3.1.19
Träger-Rausch-Verhältnis
Signal-Rausch-Verhältnis
dabei ergibt sich der Störsignalpegel N_{rms} aus: Auf 75 Ω bezogener Effektivwert in dB(mW) oder $dB(\mu V)$ des Störsignals der äquivalenten Rauschbandbreite des HF-Kanals.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

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

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

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

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.

3.1.20
***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.

3.1.21
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..

3.1.22
optisches Leitungsendgerät
OLT
(en: optical line terminal)
zentrales Bürogerät das mit der optischen Netzwerkeinheit (ONU) im Kundengebäude verbunden ist

ANMERKUNG Das OLT ist in der Regel mit der Kopfstelle verbunden.

3.1.22
optische Netzwerkeinheit
ONU
(en: optical network unit)
mit dem OLT verbundenes Endgerät

3.1.24
video-optische Netzwerkeinheit
V-ONU
(en: Video-Optical Network Unit)
Endgerät, das das optische Signal eines Rundfunkübertragungssystem in ein elektrisches Signal umsetzt

ANMERKUNG Der Begriff V-ONU wird in dieser Norm als Synonym für den optischen Empfänger O/E verwendet.

3.1.25
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.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

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).

3.1.26
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.

3.1.27
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).

3.1.28
Übersprechen und Träger-Übersprech-Verhältnis
CCR
Pegeldifferenz zwischen dem Trägerpegel des CATV-Signals und dem ungünstigsten Fall des Übersprechens der Einzelfrequenzen anderer Dienste, die am HF-Signalausgang des optischen Empfängers für den CATV-Rundfunkdienst gemessen wird

$$CCR = D_{\text{CATV}} - U_{\text{andere Dienste}}$$

Dabei ist

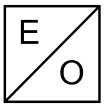
D_{CATV} der Nennpegel am HF-Signalausgang des optischen CATV-Rundfunkempfängers des CATV-Rundfunksignals in dB (µV) ;

$U_{\text{andereDienste}}$ der Pegel für den ungünstigsten Fall des Übersprechens der Einzelfrequenzen anderer Dienste in dB (µV) am HF-Signalausgang des optischen CATV-Rundfunkempfängers. Der Wert von $U_{\text{andereDienste}}$ geht hauptsächlich auf die stimulierte Raman-Streuung zurück.

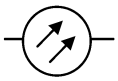
3.2 Symbole

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.

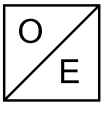
Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04



optischer Sender
[S00213]



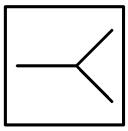
Glasfaser
[S01318]



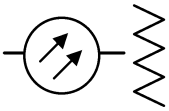
optischer Empfänger
[S00213]

elektrischer Spektrum-analysator
[S00059, S00910]

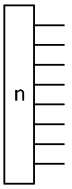
Strommessgerät
[S00059, S00910]



Koppler
[S00059, S01188]



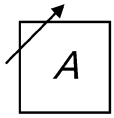
optischer Abschluss
[S01389, S01318]



optischer Verteiler
[nach IEC 61930, 3.33.1]

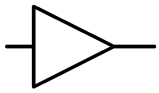
video-optische Netzwerkeinheit

optischer Verstärker
[S00127, S01239]

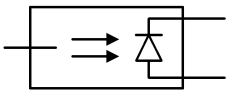


einstellbarer Abschwächer
[S01245]

Leistungsmessgerät
[S00059, S00910]



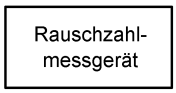
Verstärker
[S01239]



Photodiode mit Glasfaserende

[S01327]

optischer Filter



Rauschzahlmessgerät

Fernsehgerät

WDM-Filter

3.3 Abkürzungen

AGC	Automatic Gain Control	automatische Verstärkungsregelung
AM	Amplitude Modulation	Amplitudenmodulation
AM-RSB	Amplitude Modulation Vestigal Side Band	amplitudenmoduliertes Restseitenbandsignal
APC	Angled Physical Contact optical connector	optischer Steckverbinder mit abgewinkelter Kontaktfläche
ATC	Automatic temperature control	automatische Temperaturregelung
BS	Broadcast Satellite	Rundfunksatellit

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

CATV	Community antenna television (network)	Kabelfernsehnetz, Großgemeinschafts-antennenanlage
CCR	Carrier to Crosstalk Ratio	Träger-Übersprechverhältnis
C/N	Carrier to Noise Ratio	Träger-Rausch-Verhältnis
CS	Communication Satellite	Fernmeldesatellit
CSO	Composite Second Order	Verzerrungen zweite Oberwelle
CTB	Composite Triple Beat	Verzerrungen dritter Ordnung
D/U	Desired to Undesired signal ratio	Verhältnis Nutz-/Störsignalpegel
EDFA	Erbium-Doped Fibre Amplifier	Erbium-dotierter Faserverstärker
E/O	Optical Sender (Electrical to Optical transducer)	optischer Sender (elektro-optischer Umsetzer)
FM	Frequency Modulation	Frequenzmodulation
FTTH	Fibre To The Home	Lichtwellenleiter bis zur Teilnehmerwohnung
GPON	Gigabit Passive Optical Network	passives optisches Gigabit-Netz
GEPON	Gigabit Ethernet-Passive Optical Network	passives optisches Ethernet-Gigabit-Netz
HDTV	High Definition Television	hochauflösendes Fernsehen
H/E	Head End	Kopfstelle
HF	High Frequency	Hochfrequenz
HFC	Hybrid Fibre Coaxial	hybrides Faser-Koaxial-(System)
IP	Internet Protocol	Internetprotokoll
ISDB-S	Integrated Services Digital Broadcasting – Satellite	digitaler Fernsehrundfunk über Satellit (Japan)
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial	terrestrischer digitaler Fernsehrundfunk (Japan)
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication sector	Internationale Fernmeldeunion – Bereich Tele-kommunikation
LD	Laser Diode	Laser-Diode
MDU	Multiple Dwelling Unit	Mehrfachwohneinheit
NF	Noise Figure	Rauschzahl
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
PD	Photo Diode	Photodiode
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

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

RIN	Relative Intensity Noise	relatives Intensitätsrauschen
RBW	Resolution Bandwidth	Auflösungsbandbreite
RF	Radio Frequency	Hochfrequenz (s.a. HF)
RSB	Vestigal Side Band	Restseitenband
SBS	Stimulated Brillouin Scattering	angeregte Brillouin-Streuung
SCM	Single Carrier Modulation	Einträgermodulation
SDTV	Standard Definition Television	Fernsehen in üblicher Auflösung
SDU	Single Dwelling Unit	Einzelwohneinheit, Einfamilienhaus
SMF	Single Mode Fibre	Monomodefaser
S/N	Signal-to-Noise ratio	Signal-Rausch-Verhältnis
SPM	Self-Phase Modulation	Selbstphasenmodulation
SRS	Stimulated Raman Scattering	stimulierte Raman-Streuung
TC8PSK	Trellis Coded 8PSK	trellis-codierte 8-PSK
VBW	Video Bandwidth	Videobandbreite
V-ONU	Video Optical Network Unit	video-optische Netzwerkeinheit
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Wellenlängenmultiplex
XPM	Cross-Phase Modulation	Kreuzphasenmodulation

4 Optisches Systemreferenzmodell

Dieser Abschnitt legt die Bandbreitenspreizung des in IEC 60728-13 beschriebenen Systems fest. Dabei schließt die Erweiterung ein Konvertierungsverfahren ein, das Rundfunksignale hinter der Bandbreitenspreizung (d. h. System mit einer Wellenlänge) oder mit einem anderen Übertragungsverfahren, das optische Sender erweiterter Bandbreite (d. h. System mit zwei Wellenlängen) zum optischen Sender überträgt. Es wird empfohlen eines der Systeme für die Migration des Originalsystems einzusetzen.

– Bild 1 zeigt das FTTH-Kabelfernsehnetz mit einer Wellenlänge.
– Bild 2 zeigt das FTTH-Kabelfernsehnetz mit zwei Wellenlängen.
– bei getrennter Faserübertragung der Rundfunk- und Nachrichtensignale sollte der WDM-Filter in Bild 1 oder Bild 2 entfernt werden und das System getrennte Fasern für jedes Signal enthalten.
– das System mit zwei Wellenlängen (Bild 2) sollte zwei optische Empfänger enthalten und die beiden Wellenlängen (λ_1, λ_2) simultan empfangen. Das WDM-Filter auf der Empfängerseite für die Aufspaltung in die λ_1- und λ_2-Signale ist nicht erforderlich. Jedoch ist das WDM-Filter zur Aufspaltung von Rundfunk- und Nachrichtensignal auf der Empfängerseite erforderlich.
– das FTTH-System unterhalb 1 000 MHz ist festgelegt in IEC 60728-13.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

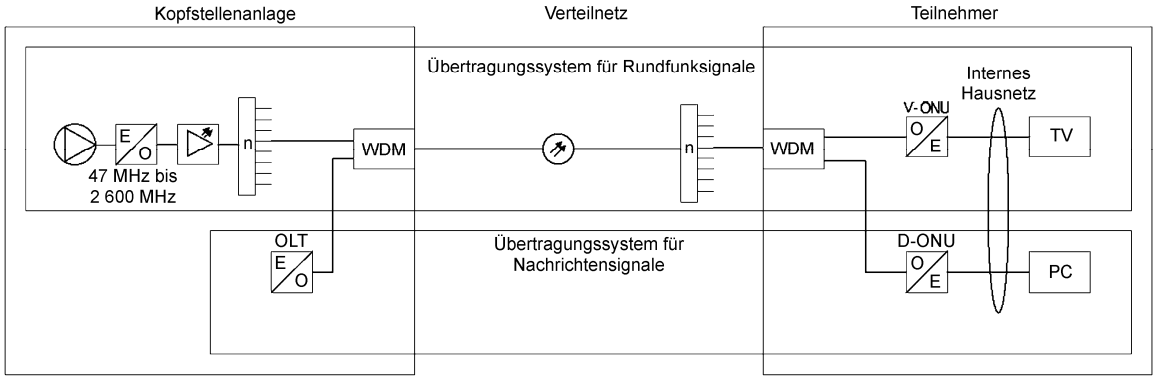


Bild 1 – FTTH-Kabelfernsehnetz mit einer Wellenlänge

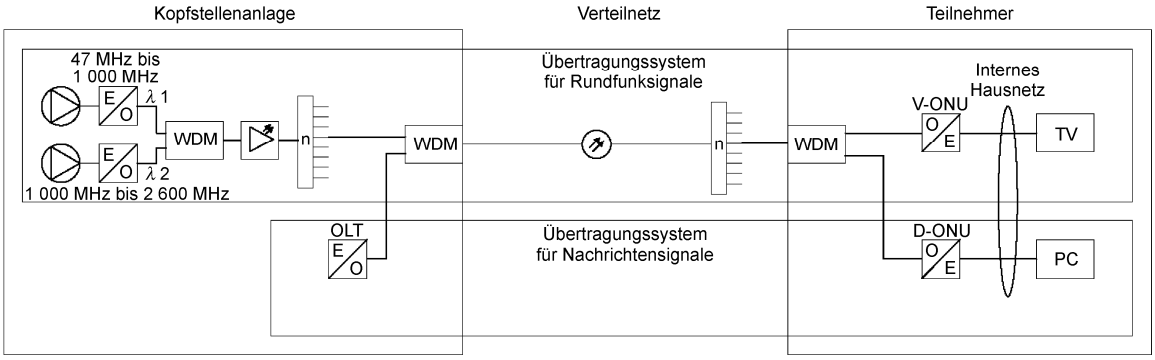


Bild 2 – FTTH-Kabelfernsehnetz mit zwei Wellenlängen

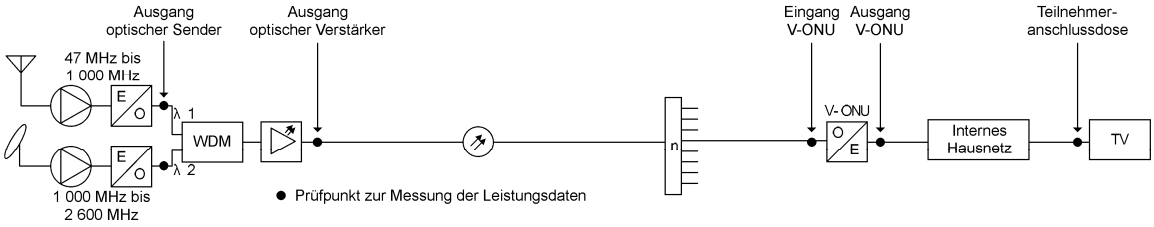


Bild 3 – Prüfpunkte zur Festlegung der Leistungsdaten einer optischen Anlage

5 Vorbereitung der Messungen

5.1 Umgebungsbedingungen

5.1.1 Normgerechte Messbedingungen

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

a) 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.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

b) 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.

c) Betrieb der automatischen Verstärkungsregelung (AGC)

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

d) 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.

5.1.2 Normgerechter Betriebszustand

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

5.1.3 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 1x beschrieben (passive Geräte werden nicht aufgeführt).

Tabelle 1x – Messgeräte

Gerätebezeichnung	Anwendung
optisches Leistungsmessgerät	Gerät für die Messung der optischen Signalleistung
Spektrumanalysator	Gerät für die quantitative Messung hochfrequenter Signale
optischer Spektrumanalysator oder Wellenlängenmessgerät	Gerät für die Messung optischer Wellenlängen
Signalgenerator	Gerät zur Erzeugung hochfrequenter Signale (sinusförmig)
Netzwerkanalysator[a)]	Gerät zur Messung der hochfrequenten Leistungsmerkmale der Geräte
Rauschzahlmessgerät[a)]	Gerät zur Messung der Rauschzahl NF
Strommessgerät[a)]	Gerät zur Messung der Stromstärke
V-ONU	Optische Empfängereinheit zur Umsetzung eines optischen Videosignals in ein elektrisches Signal
WDM-Filter	Gerät für die Trennung der Wellenlängen zur Messung der optischen Leistung und Wellenlänge
a) 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.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

6 Messverfahren

6.1 Prüfpunkte und Prüfobjekte

6.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die speziell zur Übertragung der Satelliten-Rundfunksignale über FTTH-Anlagen entwickelten Messverfahren.

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

6.1.2 Prüfpunkte

Die Prüfpunkte für das FTTH-System zur Übertragung der Satelliten-Rundfunksignale zeigt Bild 4. Die in diesem Abschnitt beschriebenen Messverfahren gelten für das WDM-Systemmodell und entsprechen grundsätzlich denen für das System mit einer Wellenlänge.

Die am Ausgang des Abzweigpunkts durchgeführten Messungen können zur Abschätzung der Systemleistung am Ausgang des V-ONU verwendet werden. Entsprechend ist es für die Systembetreiber einfacher die Leistungsdaten an den Endgeräten zu überwachen und zu steuern.

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 4 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). Die Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis am Ausgang des V-ONU erfolgt aus dem gemessenen *RIN*-Wert des optischen Eingangssignals vom V-ONU an Punkt (5).

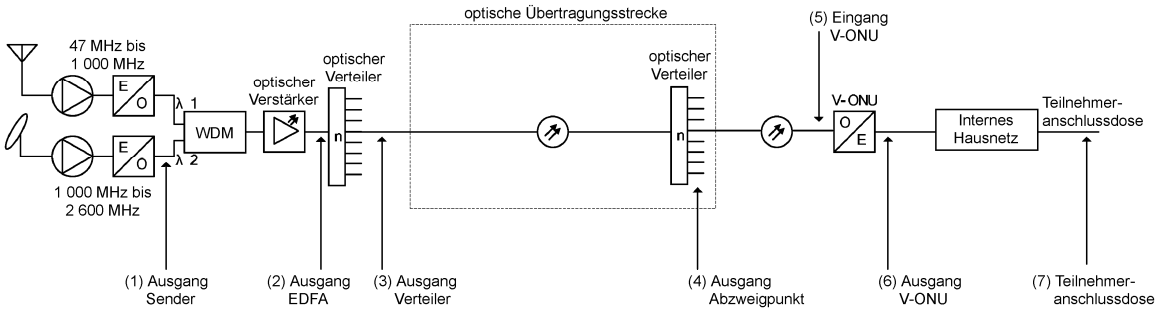


Bild 4 – Prüfpunkte in einer typischen Videoverteilanlage

6.1.3 Messwerte

Die Prüfpunkte und Messwerte sind in Tabelle 2 aufgeführt.

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.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Tabelle 2 – Prüfpunkte und Messwerte

Messwerte	Prüfpunkte						
	(1) Ausgang Sender	(2) Ausgang EDFA	(3) Ausgang Verteiler	(4) Ausgang Abzweiger	(5) Eingang V-ONU	(6) Ausgang V-ONU	(7) Teilnehmeranschlussdose
Optische Leistung	O	O	O	O	O	–	–
Optische Wellenlänge	O	•	•	•	•	–	–
C/N (elektrisch)	–	–	–	–	–	O	O
C/N (*RIN*) Anm. 1	O	O	X	X	X	–	–
O : An diesen Punkten sind Messungen möglich. • : Die am Ausgang des Senders gemessene Wellenlänge kann für das Gesamtsystem gelten. 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) sind obligatorisch, die Messungen an den anderen Punkten hingegen sind zur Verifikation der Anlagengüte erforderlich.

6.2 Optische Leistung

Die Messung der optischen Leistung bei einer Wellenlänge muss nach IEC 60728-6:2003, 4.2, erfolgen. Die Messung der gesamten mittleren optischen Leistung mehrerer Wellenlängen am Ausgang einer Prüffaser muss mit dem in IEC 60728-13 beschriebenen Verfahren erfolgen.

ANMERKUNG Im Allgemeinen wird im optischen Leistungsmessgerät nicht selektiv für eine einzelne Wellenlänge die optische Leistung bestimmt und angezeigt. Deshalb ist es notwendig, die Wellenlängen mit einem WDM-Richtkoppler oder WDM-Filter zu trennen. In diesem Fall ist es notwendig, die Dämpfung des verwendeten WDM-Filters zu kompensieren.

6.3 Optische Wellenlänge

Die optische Wellenlänge des FTTH-Systems zur Übertragung der Satelliten-Rundfunksignale muss wie nachfolgend beschrieben gemessen werden.

Wird ein einziger V-ONU für den simultanen Empfang mehrerer Wellenlängen ohne WDM-Filter eingesetzt, muss für die Prüfung ein WDM-Filter eingesetzt werden, um die einzelnen optischen Wellenlängen am Eingang des V-ONU zu messen. Den Messaufbau zeigt Bild 5.

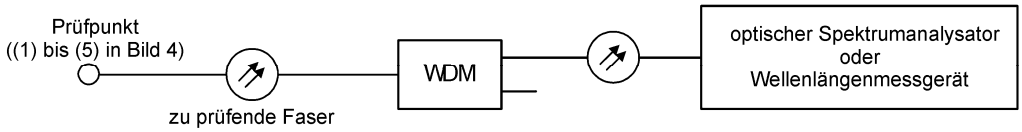


Bild 5 – Messung der optischen Leistung mit einem WDM-Richtkoppler

Zur Messung der mittleren Wellenlänge λ_c des Spektrums eines modulierten optischen Signals muss das in IEC 61280-1-3 beschriebene Verfahren verwendet werden. Die mittlere Wellenlänge muss in nm ausgedrückt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

6.4 Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis

6.4.1 Allgemeines

Ziel dieses Messverfahrens ist die Messung des Trägerpegels vom Satelliten-Rundfunksignal (TC8PSK, QPSK). 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.

6.4.2 Messaufbau

Der Messaufbau für den Trägerpegel und das Träger-Rausch-Verhältnis zeigt Bild 6.

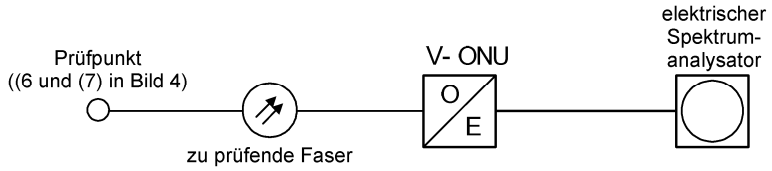


Bild 6 – Messaufbau für die Messung von Trägerpegel und Träger-Rausch-Verhältnis

6.4.3 Messbedingungen

Es gelten die folgenden 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.

6.4.4 Messverfahren für xPSK-Signale

Für die Messung des mittleren Trägerpegels und des Träger-Rausch-Verhältnis für digital modulierte Signale müssen die in IEC 60728-1 beschriebenen Verfahren angewandt werden.

6.4.5 Darstellung der Ergebnisse

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

6.5 Träger-Rausch-Verhältnis des optischen Signals

6.5.1 Allgemeines

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.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Das *RIN* kann auch aus den gemessenen Leistungsdaten der einzelnen Komponenten, aus denen die Anlage aufgebaut ist, berechnet werden.

6.5.2 Prüfpunkte und Messaufbau

a) Prüfpunkte

Die Prüfpunkte zur Messung des *RIN* eines FTTH-Systems zur Übertragung der Satelliten-Rundfunksignale sind in Bild 7 angegeben.

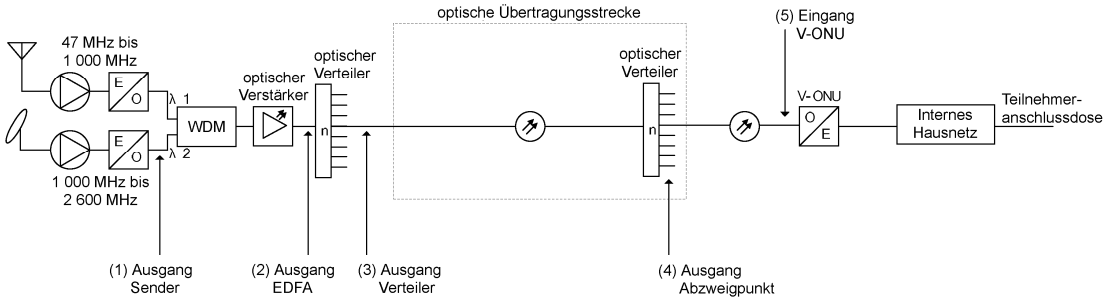


Bild 7 – Prüfpunkte im typischen FTTH-System

– zur Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis am Ausgang der V-ONU ist es erforderlich das *RIN* nach Bild 7 an den Punkten (1) bis (3) zu messen, wo die optische Ausgangsleistung hinreichend groß ist, um genaue *RIN*-Messungen zu ermöglichen.

– ANMERKUNG *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.

b) Messaufbau

– Bild 8 zeigt den Aufbau für die *RIN*–Messung.

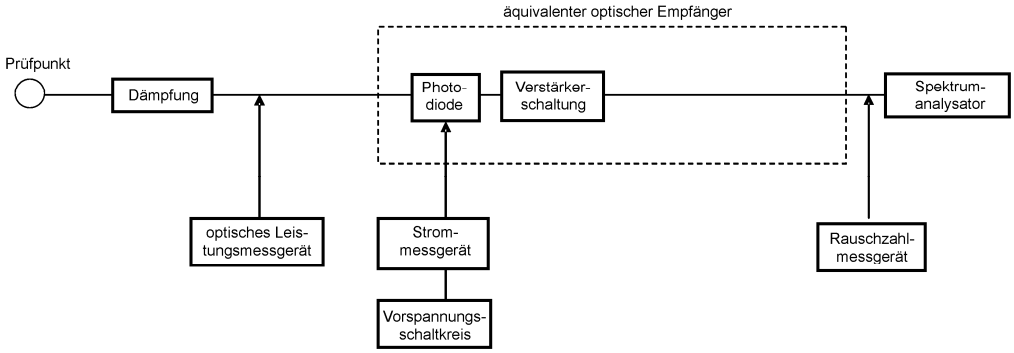


Bild 8 – Messaufbau für die *RIN*–Messung

6.5.3 Messbedingungen

Die Messbedingungen für die *RIN*–Messung sind dieselben wie in IEC 60728-13:2010, 6.4.3.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

6.5.4 Messverfahren für das *RIN* der Anlage

6.5.4.1 Allgemeines

Dieses Prüfverfahren muss für die Bestimmung des Träger-Rausch-Verhältnis am Ausgang der V-ONU aus der *RIN*-Messung mit dem in Bild 8 gezeigten Aufbau verwendet werden. Werden im System mehrere Wellenlängen eingesetzt, muss das *RIN* für jede einzelne Wellenlänge gemessen werden. Um das *RIN* einer einzelnen Wellenlänge zu messen, muss entweder ein optischer Wellenlängenfilter am Prüfpunkt eingefügt werden oder die Sender der anderen Wellenlängen werden abgeschaltet und es ist sicherzustellen, dass nur die interessierende Wellenlänge am Eingang des Messaufbaus anliegt.

Dieser Abschnitt ist in mehrere Schritte wie folgt unterteilt. Sind die Parameter für R, I_{d0}, I_{eq} und G nicht bekannt, ist auf die typischen Werte nach IEC 60728-13:2010, Anhang D Bezug zu nehmen. Das *RIN* kann aus diesen Parametern berechnet werden.

6.5.4.2 Allgemeines

Für Schritt A ist wie folgt vorzugehen.

Mit dem Leistungsmessgerät ist die Leistung des optischen Empfängers 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.)

$$I_{bn} = \sqrt{\frac{10^{\frac{N_p}{10}} \times 10^{-3}}{Z_0}} \quad \text{in A}/\sqrt{\text{Hz}} \tag{1}$$

Dabei ist

Z_0 die Impedanz des Messaufbaus.

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

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

$$N_p = N_L + 10 \log (B_n/B) + K_1 + K_2 \tag{2}$$

Dabei ist

B_n die Messbandbreite der Rauschleistung bezogen auf 1 Hz;

B die Rauschbandbreite; RBW $\times$ 1,2 (Korrekturfaktor für die Rauschbandbreite), 120 000 Hz;

K_1 der Korrekturfaktor für die Umrechnung in den effektiven Spannungspegel: $K_1 = 10\log(2/\sqrt{\pi}) = 1{,}05\,\text{dB}$

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

ANMERKUNG Um die Ergebnisse nicht zu beeinflussen setzt die gemessene Rauschleistungsdichte N_p setzt voraus, dass die des Messgeräts (Spektrumanalysator) mindestens 20 dB niedriger als der Rauschpegel außerhalb des Kanalbands ist. Ansonsten sollten die Rauschanteile (durch das System oder der zu prüfenden Geräte und der Messgeräte) bei der Messung des Rauschpegels (siehe IEC 60728-1:2007, Anhang F) berücksichtigt werden.

6.5.4.3 SCHRITT B: *RIN*-Berechnung

In Schritt B ist wie folgt vorzugehen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

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

$$RIN_n = 10\lg\left(\frac{\frac{I_{bn}^2}{G}}{(R\times P_{rn})^2} - \frac{2e}{(R\times P_{rn})^2}(I_{d0} + R\times P_{rn}) - \frac{I_{eq}^2}{(R\times P_{rn})^2}\right) \text{ in dB/Hz} \quad (3)$$

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_{rn} die Eingangsleistung des optischen Empfängers in W;

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

6.5.5 Berechnung des *C/N* aus dem *RIN*-Wert

Das Träger-Rausch-Verhältnis $(C/N)_{sk}$, der berechnete C/N-Wert des k-ten HF-Trägers des s-ten optischen Signals, aus n (1 bis N_T) optischen Signalen kann am Ausgang der V-ONU mit der folgenden Gleichung ermittelt werden.

$$(C/N)_{sk} = 10\lg\left(\frac{1}{B_N}\cdot\frac{\frac{1}{2}(m_{sk}\cdot R\cdot P_{rs})^2}{\sum_{n=1}^{N_T}\{RIN_n(R\cdot P_{rn})^2\} + 2e\cdot(I_{d0} + \sum_{n=1}^{N_T} R\cdot P_{rn}) + I_{eq}^2}\right) \text{ in [dB]} \quad (4)$$

Dabei ist

$$M_s = \sqrt{\sum_{k=1}^{K_s} m_{sk}^2} \quad (5)$$

Die anderen Parameter für die Berechnung werden in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3 – Zur Berechnung des Träger-Rausch-Verhältnis *C/N* verwendete Parameter bei Empfang eines WDM-Signals durch eine V-ONU

Parameter	Bemerkungen	
B_N	Rauschbandbreite AM-RSB: 4,00 MHz (NTSC) 64-QAM: 5,6 MHz QPSK, TC8PSK: 28,86 MHz	Dieser Parameter hängt vom Format des Übertragungssignals ab.
K_s	Anzahl der HF-Träger für die Übertragung des s-ten optischen Signals	
M_s	gesamter optischer Modulationsindex des s -ten optischen Signals	Diese Parameter hängen ab vom optischen Sender, dem Übertragungssignal usw.
m_{sk}	optischer Modulationsindex des k-ten Trägers, übertragen mit dem s -ten optischen Signal	

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Tabelle 3 *(fortgesetzt)*

Parameter	Bemerkungen	
P_{rs}	empfangene optische Leistung in W des s -ten optischen Signals zur Leistungsberechnung	Um die optische Leistung einzelner Wellenlänge zu messen sind entweder die Sender anderer Wellenlängen abzuschalten oder ein optisches Wellenlängenfilter am Prüfpunkt einzufügen. Dabei ist sicherzustellen, dass nur die untersuchte Wellenlänge am Eingang des Leistungsmessgerätes anliegt.
P_{rn}	empfangene optische Leistung in W des n -ten optischen Signals zur Leistungsberechnung	Dieser Parameter hängt von der Konstruktion der Übertragungsstrecke ab.
RIN_n	RIN des n-ten optischen Signals zur Berechnung des optischen Rauschpegels 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	Hängt ab von den Leistungsdaten der V-ONU ab. Sind diese Parameter nicht bekannt, können die folgenden Werte bei der Berechnung des RIN verwendet werden: R = 0,89 A/W; I_{d0} = 0,1 nA; I_{eq} = 7 pA/√Hz
I_{d0}	Dunkelstrom der V-ONU in A	
I_{eq}	äquivalente Rauschstromdichte der V-ONU in A/√Hz	
N_T	Anzahl der simultan übertragenen optischen Signale	

6.5.6 Berechnung der *RIN*-Komponente

Um die vom optischen Verstärker und der optischen Übertragungsstrecke verursachte Beeinträchtigung des RIN zu berechnen sind die Verfahren nach IEC 60728-13:2010, 6.4.6, anzuwenden.

6.6 Optischer Modulationsindex (*OMI*)

Der optische Modulationsindex (OMI) analoger Signale muss mit dem in IEC 60728-6:2003, 4.9, beschriebenem Verfahren gemessen werden. In dieser Norm wird angenommen, dass die automatische Verstärkungsregelung für die Leistung im Sender abgeschaltet ist.

6.7 Träger-Übersprechverhältnis (*CCR*)

Dieses Messverfahren ist bei der Übertragung anderer Dienste (d. h. digitale Nachrichtensignale wie GPON, GEPON oder Punkt-zu-Punkt Ethernet) neben der CATV-Rundfunkübertragung (d. h. AM-RSB, 64/256-QAM, OFDM, TC8PSK und QPSK) im Kabelnetz anwendbar. Andere Dienste können Übersprecheffekte in opti-

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

schen Fasern und in optischen Empfängern hoher Linearität erzeugen. Das Träger-Übersprechverhältnis (*CCR*) von Satelliten-Rundfunksignalen muss nach dem im IEC 60728-13:2010, 6.6, festgelegtem Messverfahren bestimmt werden.

7 Festlegungen für die optische Anlage zur Übertragung von Rundfunksignalen

7.1 Analoges und digitales Rundfunkübertragungssystem mit optischem Kabelnetz

AM-RSB-, PAL-, SECAM-, OFDM- und QAM (47 MHz – 1 000 MHz)-Systeme werden in IEC 60728-13 beschrieben. Diese Norm beschreibt die mit TC8PSK und QPSK modulierten Signale der Rundfunksatelliten (BS) und Fernmeldesatelliten (CS) (1 000 MHz – 2 600 MHz). Die nachfolgend angegebene *C/N*-Festlegung gilt nur für diese Signale. Das *C/N* für das Gesamtsystem muss auf Basis der analogen Signale festgelegt werden, wofür höhere Anforderungen gelten (siehe IEC 60728-13).

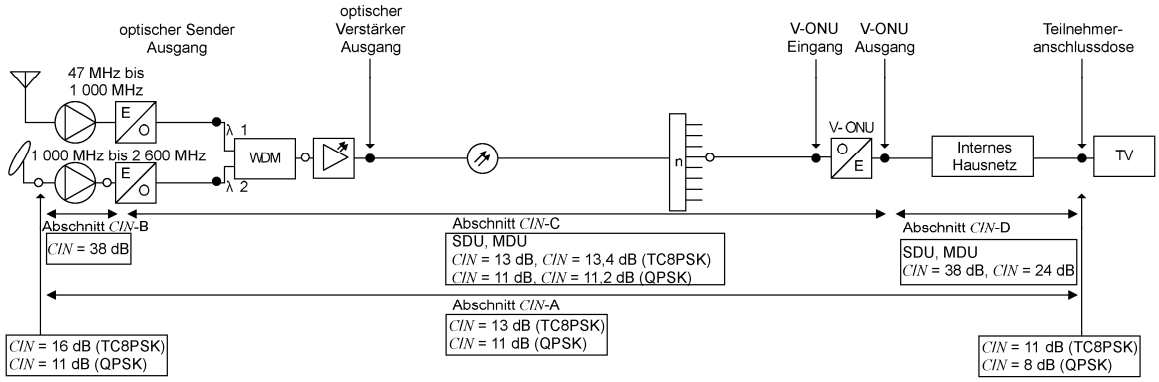


Bild 9 – Zuordnung der Leistungskennwerte und Prüfpunkte

7.2 Internationale Fernsehsysteme

Tabelle 4 – Mindestanforderungen an das HF-Signal-Rausch-Verhältnis

System	Modulation	Code-Rate	Mindest-HF-Signal-Rausch-Verhältnis $S_{D,HF}/N$ am Eingang der Kopfstelle	Mindest-HF-Signal-Rausch-Verhältnis $S_{D,HF}/N$ am Ausgang der Teilnehmeranschlussdose
ISDB-S	TC8PSK	2/3	16 dB (siehe Anmerkung)	11 dB
	QPSK	3/4	11 dB (siehe Anmerkung)	8 dB
ANMERKUNG Dies zeigt die Reduktion des *C/N* im Eingangssignal der Kopfstelle, hervorgerufen durch „eine Niederschlagsdämpfung von 99 % im ungünstigsten Monat mit entsprechender *C/N*-Verminderung“. Für Einzelheiten im Zusammenhang von Niederschlagsdämpfung und *C/N*-Verminderung siehe Anhang D.				

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

Der CATV-Rundfunkdienst nach dieser Norm kann in drei Klassen eingeteilt werden:

– Mehrkanalbetrieb mit gemischten analogen und digitalen Signalen;
– Mehrkanalbetrieb mit zusätzlichen Nachrichtensignalen (CS); und
– Retransmissionsbetrieb bei schlechtem Signalempfang.

Die Übertragung der Rundfunkkanäle kann entweder mit einer oder zwei (WDM) Wellenlängen erfolgen.

Tabelle 5 listet die verschiedenen Betriebsarten der Rundfunkdienste (BS) mit ihren typischen Trägerzahlen auf. Bei der Kombination analoger und digitaler Träger in realen Anlagen sollte Anhang A in Bezug genommen werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Mehrkanalanlagen verwenden für die gemischte Übertragung analoger und digitaler Signale bei längeren Übertragungsstrecken und größeren Teilnehmerzahlen Sender mit externem Intensitätsmodulationsverfahren. Bei Mehrkanalbetrieb mit zusätzlichen Nachrichtensignalen werden die BS/CS-ZF-Kanäle mit dem direkten Intensitätsmodulationsverfahren übertragen.

Anlagen mit Retransmissionsbetrieb bieten eine eingeschränkte Empfangsmöglichkeit mit schlechter Empfangsmöglichkeit für Fernsehrundfunkprogramme. Für diesen Dienst werden 10 Träger sowohl für das analoge als auch digitale Signal vorausgesetzt. Die meisten Anlagen mit Retransmissionsbetrieb benötigen kein oder nur ein EDFA und die optische Anlage verwendet im Allgemeinen das direkte Intensitätsmodulationsverfahren.

Tabelle 5 – Betriebsarten der Rundfunkdienste

	Anzahl Wellenlängen		**analog (NTSC)**	**digital**	**Satellit**
a) Mehrkanalbetrieb mit gemischten analogen und digitalen Signalen	1		11 Träger	80 Träger (64 QAM, OFDM)	12 Träger (TC8PSK)
	2	λ_1	11 Träger	80 Träger (64 QAM, OFDM)	–
		λ_2	–	–	12 Träger (TC8PSK)
b) Mehrkanalbetrieb mit zusätzlichen Nachrichtensignalen (CS)	1		11 Träger	11 Träger (64 QAM, OFDM)	24 Träger (TC8PSK)
	2	λ_1	11 Träger	11 Träger (64 QAM, OFDM)	–
		λ_2	–	–	24 Träger (TC8PSK)
c) Retransmissionsbetrieb bei schlechtem Signalempfang	1		9 Träger	9 Träger (OFDM)	12 Träger (TC8PSK)
	2	λ_1	9 Träger	9 Träger (OFDM)	–
		λ_2	–	–	12 Träger (TC8PSK)

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 und bei Betrieb mit zwei Wellenlängen wird angenommen, dass das Multiplexsignal durch eine einzige V-ONU empfangen wird. Einzelheiten zu aktuellen Kennwerten sind in Anhang A beschrieben. Die erforderlichen RIN-Werte für die drei Betriebsarten zeigt Tabelle 6. Das Intensitätsmodulationsverfahren wird für die optische Anlage in allen Betriebsarten eingesetzt.

Die folgenden Tabellen gelten nur für das Signalband des Rundfunksatelliten mit digitaler Modulation (TC8PSK und QPSK). Der RIN-Wert wird aus dem erforderlichen Träger-Rausch-Verhältnis (C/N) für die Übertragung des erweiterten Rundfunksignals (digitales Rundfunksatellitensignal) ermittelt. Das C/N für das Gesamtsystem muss auf Basis der analogen Signale festgelegt werden, wofür höhere Anforderungen gelten (siehe IEC 60728-13).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

Tabelle 6 – Betriebsarten und Mindest-*RIN*-Werte für den Betrieb von Satellitendiensten

Betriebsart	Anzahl Wellen-längen	*OMI* %	Mindesteingangspegel am V-ONU db(mW)	Mindest-*RIN*-Wert der Anlage dB(Hz^{-1})	entsprechender C/N-Wert (Anmerkung 1) dB
a) Mehrkanalbetrieb mit gemischten analogen und digitalen Signalen	1	2,2	– 8	– 124 – 125	13 (SDU) 14 (MDU)
	2	–	– 8 (λ_1, Anmerkung 2)	– 124 (Anmerkung 3) – 125 (Anmerkung 3)	13 (SDU) 14 (MDU)
		8,8	– 14 (λ_2, Anmerkung 2)		
b) Mehrkanalbetrieb mit zusätzlichen Nach-richtensignalen (CS)	1	2,2	– 8	– 124 – 125	13 (SDU) 14 (MDU)
	2	–	– 8 (λ_1, Anmerkung 2)	– 124 (Anmerkung 3) – 125 (Anmerkung 3)	13 (SDU) 14 (MDU)
		8,8	– 14 (λ_2, Anmerkung 2)		
c) Retransmissions-betrieb bei schlechtem Signalempfang	1	2,9	– 12	– 122 – 123	13 (SDU) 14 (MDU)
	2	–	– 12 (λ_1, Anmerkung 2)	– 125 (Anmerkung 3) – 126 (Anmerkung 3)	13 (SDU) 14 (MDU)
		2,9	– 12 (λ_2, Anmerkung 2)		

ANMERKUNG 1 Das Träger-Rausch-Verhältnis (*C/N*) wird für das TC8PSK-System bestimmt.

ANMERKUNG 2 λ_1 ist die Wellenlänge vom Übertragungsband 47 MHz – 1 000 MHz, λ_1 die Wellenlänge vom Übertragungsband 1 000 MHz – 2 600 MHz.

ANMERKUNG 3 Gesamt-*RIN*-Wert für Anlagen mit zwei Wellenlängen.

Optische Mehrfachreflexionen in der Übertragungskette können die *RIN*-Werte verschlechtern. Um diese Verschlechterung möglichst gering zu halten wird der Einsatz von Klasse-2-Steckverbindern nach IEC 61755-1 oder optischen APC-Steckverbindungen empfohlen.

7.4 Optische Wellenlänge

Tabelle 7 zeigt die Werte für optische Wellenlänge und Leistung für FTTH-Anlagen nach dieser Norm.

Tabelle 7 – Werte für optische Wellenlänge und Leistung

Optische Wellenlänge		Siehe IEC 60728-13
Optische Leistung	**Optische Übertragungsleistung**	Bei FTTH-Anlagen die mit zwei Wellenlängen betrieben werden gilt für die optische Leistung der ersten Wellenlänge IEC 60728-13 und die Leistung der zweiten Wellenlänge beträgt – 6 dB der ersten Wellenlänge (Anmerkung).
	Eingangssignalleistung der V-ONU	
Abstand der Wellenlängen (Anlagen mit zwei Wellenlängen)		Bei DWDM müssen die Wellenlängen nach ITU-T G.694.1 und bei CWDM nach ITU G.694.2 gewählt werden. Falls dem nicht so ist, muss ein Mindestabstand von 0,3 nm eingehalten werden, damit bei den Rundfunksignalen keine Störungen auftreten.

ANMERKUNG Um eine Beeinflussung der ersten Wellenlänge durch die zweite zu vermeiden, muss der Pegel der zweiten Wellenlänge ausreichend niedriger als die der ersten sein. Bei Vervierfachung des *OMI* vom zweiten Signal ergibt dies eine Pegeldifferenz von – 6 dB (siehe Anhang A.5 b).

7.5 Frequenz der Signalquelle

Der Frequenzbereich der hier betrachteten Signalquelle beträgt 47 MHz bis 2 600 MHz. Es kann jedoch der örtlichen Frequenzbelegungsplan zur Festlegung des Frequenzbereichs für den Betrieb der optischen Anlage verwendet werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

7.6 Festlegungen für die optische Anlage für die Satellitenübertragung

Die Festlegungen für die wichtigsten Parameter der optischen Anlage sind in Tabelle 8 angegeben. Für AM-RSB-, OFDM- und QAM-Signale siehe IEC 60728-13.

Tabelle 8 – Festlegungen für die optische Anlage

Parameter		TC8PSK	QPSK	noch festzulegen	noch festzulegen
optische Wellenlänge		1 530 nm bis 1 625 nm (1 555 nm ± 5 nm wird dringend empfohlen)			
Frequenzbereich Signalquelle		1 000 MHz bis 2 600 MHz			
Schwankungen des Trägerpegels					
Rauschbandbreite des elektronischen Signals		28,86 MHz	28,86 MHz		
Mindest- C/N **im Abschnitt (zwischen Ausgang Kopfstelle und Teilnehmeranschlussdose)**		15 dB	9 dB		
Mindest- C/N	**am Eingang der Kopfstelle**	16 dB (Anmerkung 1)	11 dB (Anmerkung 1)		
	am Ausgang der Teil-nehmeranschlussdose	11 dB (Anmerkung 2)	8 dB (Anmerkung 2)		
ANMERKUNG 1 Dies zeigt die Reduktion des C/N im Eingangssignal der Kopfstelle, hervorgerufen durch "seine Niederschlags-dämpfung von 99 % im ungünstigsten Monat mit entsprechender C/N-Verminderung". Für Einzelheiten im Zusammenhang von Niederschlagsdämpfung und C/N-Verminderung siehe Anhang D. ANMERKUNG 2 Dies entspricht einer $BER = 1 \times 10^{-8}$.					

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 9 festgelegt. Die Festlegung des C/N ist für Einzel (SDU)- und Mehrfachwohneinheiten (MDU) unterschiedlich, wie in den Bildern 10 und 11 unter Berücksichtigung der Kabelnetzauslegung gezeigt wird.

Tabelle 9 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis für Kabelnetze in Gebäuden

Gebäudekategorie		Mindest- C/N für Kabelnetze in Gebäuden dB
Einzelwohneinheit (SDU)	–	38
Mehrfachwohneinheit (MDU)	optisch-elektrische Umsetzung beim Eintritt in die Mehrfachwohneinheit, Verteilung zum Fernsehgerät mittels Koaxialkabel	24
	keine optisch-elektrische Umsetzung beim Eintritt in die Mehrfachwohneinheit, Verteilung zum Fernsehgerät mittels optischem Kabel	24

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04

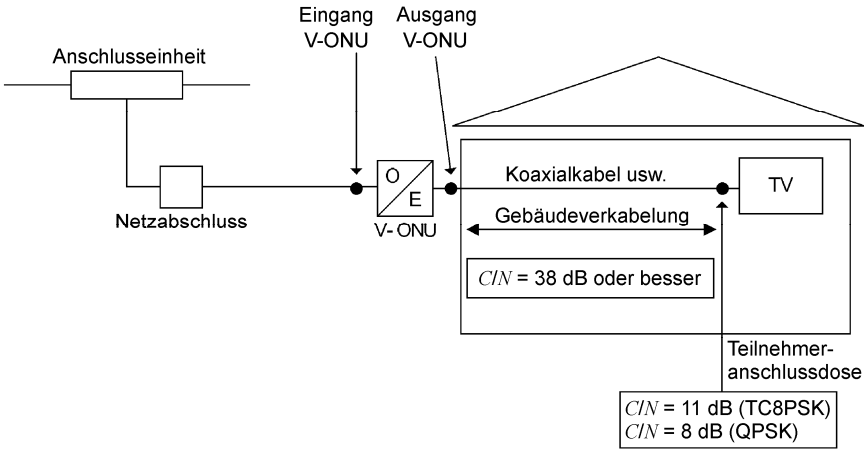


Bild 10 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (38 dB) für Kabelnetze in Gebäuden

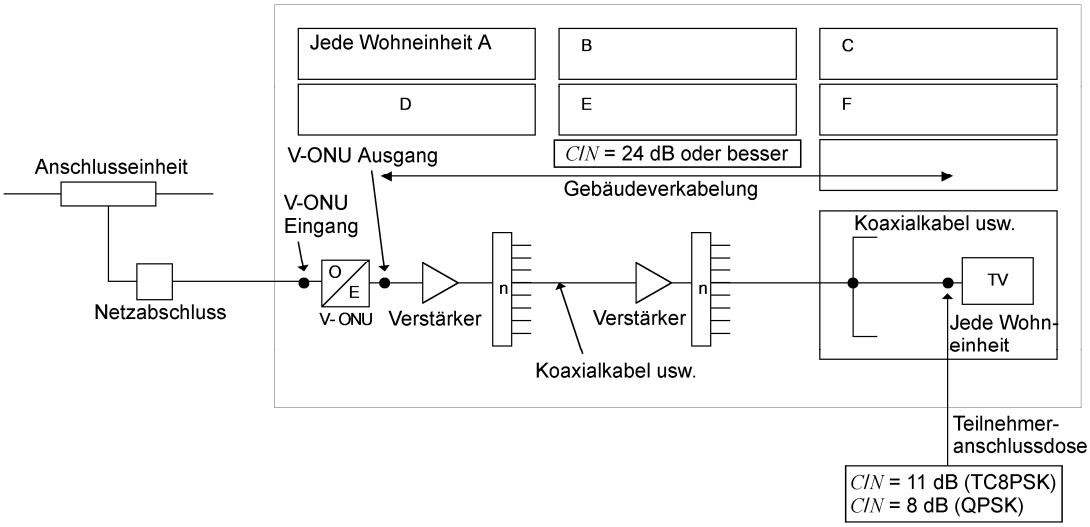


Bild 11 – Festlegung des Träger-Rauschverhältnis (24 dB) für Kabelnetze in Gebäuden (bei Verteilung mittels Koaxialkabel hinter der V-ONU)

7.8 Übersprechen durch Nichtlinearitäten der optischen Faser

Siehe IEC 60728-13.

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 10 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 4.

Tabelle 10 – Störpegel durch Nichtlinearitäten der optischen Faser

Rundfunksystem	***D/U*-Verhältnis**
Rundfunksatellit	> 13 dB
Fernmeldesatellit	> 13 dB

7.10 Umgebungsbedingungen

Siehe IEC 60728-13.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60728-13-1:2010-04