

## 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 <i>RIN</i> der Anlage .....	28

	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
<b>Bilder</b>	
Bild 1	– Optisches Systemreferenzmodell für die Einfaserlösung ..... 19

	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 <i>RIN</i> -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 <i>D/U</i> ).....	60
Bild C.6 – SRS-Simulation (Länge der optischen Faser in Abhängigkeit des <i>D/U</i> ).....	61
Bild C.7 – Frequenzabhängigkeit der ersten SRS- <i>D/U</i> -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
<b>Tabellen</b>	
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 <i>C/N</i> verwendete Parameter.....	31
Tabelle 5 – Mindestanforderungen an das <i>C/N</i> .....	33
Tabelle 6 – Mindestanforderungen an das HF-Signal-Rausch-Verhältnis.....	33

	Seite
Tabelle 7 – Betriebsarten der Rundfunkdienste.....	35
Tabelle 8 – Betriebsarten und <i>RIN</i> -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