

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	2
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Symbole und Abkürzungen	11
4 Hintergrund zu PMD-Eigenschaften.....	13
5 Messverfahren.....	14
5.1 Verfahren zur Messung der PMD.....	14
5.1.1 Allgemeines	14
5.1.2 Verfahren A: Festanalysator mit Fourier-Transformation (FA-FT).....	15
5.1.3 Verfahren B: Auswertung der Stokes-Parameter (SPE).....	15
5.1.4 Verfahren C: Interferometrisch	16
5.1.5 Verfahren D: Auswertung der Stokes-Parameter mit rückgestrahltem Licht	16
5.1.6 Verfahren E: Modulierte Phasenverschiebungstechnik	16
5.1.7 Verfahren F: Polarisationsphasenverschiebung (PPS).....	17
5.1.8 Verfahren G: Wellenlängenabtastr-OTDR und SOP-Analyse (WSOSA).....	17
5.2 Dokumentstruktur	17
5.3 Referenzprüfverfahren.....	17
6 Messkonfigurationen	17
6.1 Übertragungsstrecke mit passiver Verkabelung	17
6.2 Übertragungsstrecken mit Verstärkern.....	18
6.3 Übertragungsstrecken mit Modulen zur Kompensation der chromatischen Dispersion	18
6.3.1 Allgemeines	18
6.3.2 Auf Gittern beruhende DCM.....	19
6.4 Übertragungsstrecken mit ROADM.....	19
6.4.1 Allgemeines	19
6.4.2 Mehrkanalige Punkt-zu-Punkt-Konfiguration.....	19
6.4.3 Einkanalkonfiguration	19
7 Überlegungen zur Messung	19
7.1 Allgemeines	19
7.2 Wellenlängenbereich	19
7.3 PMD-Messbereich	20
7.4 Dynamikbereich der Messung	20
7.5 Faserbewegung.....	20
7.6 Eingangs- und Ausgangs-SOP-Mischung.....	21

	Seite
7.6.1 Allgemeines.....	21
7.6.2 Polarisatoren/Mischer	21
7.6.3 Der 9-Zustands-Müller-Satz.....	21
7.6.4 Zufälliges Mischen	21
7.7 Polarisationsabhängige Dämpfung	22
7.8 Betrachtungen zum Verstärker	22
7.8.1 Allgemeines.....	22
7.8.2 Optische Isolatoren	22
7.8.3 Wellenlängenbereich.....	22
7.8.4 Leistungspegel	22
7.8.5 Rauschen der verstärkten spontanen Emission (ASE).....	22
7.9 Betrachtungen zum Standort der Messausrüstung.....	22
8 Messaufbau	23
8.1 Allgemeines.....	23
8.2 Lichtquelle und Polarisatoren.....	23
8.3 Eingangsoptik.....	24
8.4 Mantelmodenabstreifer	24
8.5 Modenfilter höherer Ordnung	24
8.6 Ausgangsverbindung	24
8.7 Ausgangsoptik.....	24
8.8 Empfänger.....	24
8.9 Computer oder Prüfplattform.....	25
8.10 Mittel zur Verringerung der Effekte der verstärkten spontanen Emission.....	25
9 Probenahme und Prüflinge	25
10 Durchführung.....	25
11 Berechnung oder Interpretation der Ergebnisse	25
12 Dokumentation	26
12.1 Angaben, die für jede Messung gefordert sind	26
12.2 Angaben, die verfügbar zur halten sind	26
13 Angaben für die Spezifikation	26
Anhang A (normativ) Festanalysatorverfahren.....	27
A.1 Messaufbau.....	27
A.1.1 Blockschaltbilder	27
A.1.2 Lichtquelle	29
A.1.3 Analysator	30
A.1.4 Optionale Polarisationssteuerung am Eingang und Ausgang der zu prüfenden Übertragungsstrecke.....	30
A.2 Durchführung.....	30
A.2.1 Wellenlängenbereich und -schritt.....	30

	Seite
A.2.2 Durchführung der Abtastungen	31
A.3 Berechnungen – Fourier-Transformation	32
A.3.1 Allgemeines	32
A.3.2 Datenvorverarbeitung und Fourier-Transformation	33
A.3.3 Anpassung der Transformationsdaten	33
A.3.4 Spektralbereich.....	36
Anhang B (normativ) Verfahren der Auswertung der Stokes-Parameter	37
B.1 Messaufbau	37
B.1.1 Blockschaltbilder.....	37
B.1.2 Lichtquelle	38
B.1.3 Polarimeter	38
B.2 Durchführung.....	38
B.3 Berechnungen	39
B.3.1 Allgemeines	39
B.3.2 Jones-Matrix-Eigenanalyse (JME)	40
B.3.3 DGD-Berechnung mit der Poincaré-Kugel-Analyse (PSA)	41
Anhang C (normativ) Interferometerverfahren.....	42
C.1 Allgemeines	42
C.2 Übliche Analyse (TINTY).....	43
C.2.1 Messaufbau	43
C.2.2 Verfahren.....	44
C.2.3 Berechnungen	45
C.3 Allgemeine Analyse (GINTY)	46
C.3.1 Vorteile.....	46
C.3.2 Messaufbau	46
C.3.3 Verfahren.....	47
C.3.4 Berechnungen	49
Anhang D (informativ) Auswertung der Stokes-Parameter mit rückgestrahltem Licht.....	50
D.1 Brauchbarkeit	50
D.2 Messaufbau	50
D.2.1 Blockschaltbild.....	50
D.2.2 Richtkoppler.....	50
D.2.3 Steckverbinder für angeschrägte Fasern	50
D.2.4 Anschluss am entfernten Ende	51
D.3 Verfahren.....	51
D.4 Berechnung und Interpretation der Ergebnisse	51
Anhang E (informativ) Verfahren der Modulationsphasenverschiebung	52
E.1 Messaufbau	52
E.1.1 Überblick und Blockschaltbilder	52

	Seite
E.1.2 Lichtquelle(n).....	53
E.1.3 Modulation.....	54
E.1.4 Polarisationssteuerung.....	55
E.1.5 Eingangs- und Ausgangsoptik.....	55
E.1.6 Optischer Empfänger und Phasendetektor-Elektronik.....	56
E.1.7 Referenzsignal.....	56
E.2 Verfahren.....	56
E.2.1 Modulationsfrequenz.....	56
E.2.2 Wellenlängenabtastung und DGD-Messung.....	56
E.2.3 Kalibrierung.....	59
E.3 Berechnungen.....	59
E.3.1 DGD-Berechnungen.....	59
E.3.2 PMD-Berechnungen.....	60
Anhang F (informativ) Verfahren der Polarisationsphasenverschiebung.....	61
F.1 Messaufbau.....	61
F.1.1 Blockschaltbild.....	61
F.1.2 Lichtquelle.....	61
F.1.3 Modulation.....	61
F.1.4 Polarisations-einstellung.....	62
F.1.5 Ausgangsoptik.....	62
F.1.6 Optische Empfänger.....	62
F.1.7 Amplituden- und Phasenkomparator.....	63
F.1.8 Referenzsignal.....	63
F.2 Verfahren.....	63
F.2.1 Modulationsfrequenz.....	63
F.2.2 Wellenlängenschritt.....	63
F.2.3 Abtastwellenlängen und Messung der DGD.....	64
F.2.4 Kalibrierung.....	64
F.3 Berechnungen.....	64
F.3.1 Überblick über die Ergebnisse.....	64
F.3.2 DGD-Bestimmung.....	65
F.3.3 PMD-Berechnung.....	66
Anhang G (normativ) PMD-Prüfverfahren mit Wellenlängenabtast-OTDR und SOP-Analyse (WSOSA).....	67
G.1 Allgemeines.....	67
G.2 Messaufbau.....	68
G.2.1 Blockschaltbild.....	68
G.2.2 Lichtquelle.....	68
G.2.3 Einkoppelpolarisation.....	69

	Seite
G.2.4 Polarisationsmischung.....	69
G.2.5 Eingangs- und Ausgangsoptik.....	69
G.3 Stabilität des Prüfobjekts.....	69
G.4 Durchführung.....	70
G.4.1 Einstellen der Messgeräteparameter	70
G.4.2 Bedienung des Messgeräts nach der Einleitung der Messung.....	70
G.5 Berechnungen	73
G.5.1 Leistungsnormierung	73
G.5.2 Übertragungsdifferenzen.....	73
G.5.3 Quadratischer Mittelwert der Übertragungsdifferenz und Umlauf-PMD.....	74
G.5.4 Bestimmung der PMD	75
G.6 Verfahren zur PMD-Messung an installierten Freileitungen.....	75
G.6.1 Ausgleich der Instabilitäten	75
G.6.2 Ansätze zur Verringerung der Auswirkungen von Instabilitäten.....	76
Anhang H (informativ) PMD-Bestimmung durch Verfahren C.....	78
H.1 Allgemeines	78
H.2 Übliche Analyse.....	78
H.3 Allgemeine Analyse	80
Literaturhinweise.....	81
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	83
Bilder	
Bild 1 – Übliche Konfiguration einer Übertragungsstrecke mit passiver Verkabelung	18
Bild 2 – Beispielkonfiguration einer Übertragungsstrecke mit Verstärkern	18
Bild A.1 – Blockschaltbild für Festanalysator.....	29
Bild A.2 – Beispiel der R-Funktion für das Festanalysatorverfahren.....	32
Bild A.3 – Eine gechirpte Sinusschwingung	34
Bild A.4 – PMD durch Fourier-Analyse.....	35
Bild B.1 – Blockschaltbild für Verfahren B mit Schmalbandquelle (abstimmbarer Laser).....	37
Bild B.2 – Blockschaltbild für Verfahren B mit Breitbandquelle (ASE)	38
Bild C.1 – Grundlegender Aufbau für Verfahren C (INTY)	42
Bild C.2 – Blockschaltbild für Verfahren C (TINTY).....	43
Bild C.3 – Typische Daten, die mit Verfahren C (TINTY) ermittelt wurden	45
Bild C.4 – Blockschaltbild für Verfahren C (GINTY)	46
Bild C.5 – Daten einer typischen zufälligen Modenkopplung, die mit Verfahren C (GINTY) ermittelt wurden.....	48
Bild C.6 – Daten einer typischen gemischten Modenkopplung, die mit Verfahren C (GINTY) ermittelt wurden.....	48
Bild D.1 – Aufbau für Verfahren D	50
Bild E.1 – Grundlegender Messaufbau.....	52

	Seite
Bild E.2 – Anordnung des Messaufbaus für Polarisationsmodulation	53
Bild E.3 – Müller-Zustände auf einer Poincaré-Kugel	58
Bild E.4 – DGD in Abhängigkeit von der Wellenlänge	59
Bild E.5 – DGD als Histogramm	60
Bild F.1 – Blockschaltbild für Verfahren F (Verfahren der Polarisationsphasenverschiebung)	61
Bild F.2 – DGD in Abhängigkeit von der Wellenlänge für ein Gerät mit zufälliger Modenkopplung	65
Bild G.1 – Darstellung des Frequenzbereichs und der Parameter für WSOSA.....	67
Bild G.2 – Typische allgemeine experimentelle Ausführung für WSOSA.....	68
Bild G.3 – Typische Leistungsmessergebnisse.....	72
Bild G.4 – Typische $s(\omega)$ -Funktion für zufällige I/O-SOP.....	73
Bild G.5 – Typische Übertragungsdifferenz für ein Frequenzpaar und I/O-SOP.....	74
Bild G.6 – Beispiel einer 2-Impuls-Ausführung bei vorhandenen Instabilitäten	77
Tabellen	
Tabelle E.1 – Beispiel für einen Müller-Satz	58