



IEC 61280-4-1

Edition 3.1 2021-12
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre-optic communication subsystem test procedures –
Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques –
Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-8322-4941-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Fibre-optic communication subsystem test procedures –
Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques –
Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal**

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions, graphical symbols and abbreviated terms	9
3.1 Terms and definitions	10
3.2 Graphical symbols	12
3.3 Abbreviated terms	14
4 Test methods	14
4.1 General	14
4.2 Cabling configurations and applicable test methods	15
5 Overview of uncertainties	17
5.1 General	17
5.2 Sources of significant uncertainties	17
5.3 Consideration of the PM	18
5.4 Consideration of test cord connector grade	18
5.5 Typical uncertainty values	18
6 Apparatus	19
6.1 General	19
6.2 Light source	19
6.2.1 Stability	19
6.2.2 Spectral characteristics (LSPM measurement)	19
6.3 Launch cord	20
6.4 Receive or tail cord	20
6.5 Substitution cord	21
6.6 Power meter – LSPM methods only	21
6.7 OTDR apparatus	21
6.8 Connector end face cleaning and inspection equipment	22
6.9 Adapters	22
7 Procedures	22
7.1 General	22
7.2 Common procedures	23
7.2.1 Care of the test cords	23
7.2.2 Make reference measurements (LSPM methods only)	23
7.2.3 Inspect and clean the ends of the optical fibres in the cabling	23
7.2.4 Make the measurements	23
7.2.5 Make the calculations	23
7.2.6 Duplex and bi-directional testing	23
7.3 Calibration	23
7.4 Safety	24
8 Calculations	24
9 Documentation	24
9.1 Information for each test	24
9.2 Information to be available	24
Annex A (normative) One-cord method	25
A.1 Applicability of test method	25

A.2	Apparatus	25
A.3	Procedure	25
A.4	Calculation	26
A.5	Components of reported attenuation	26
Annex B	(normative) Three-cord method	27
B.1	Applicability of test method	27
B.2	Apparatus	27
B.3	Procedure	27
B.4	Calculations	28
B.5	Components of reported attenuation	28
Annex C	(normative) Two-cord method	29
C.1	Applicability of test method	29
C.2	Apparatus	29
C.3	Procedure	29
C.4	Calculations	30
C.5	Components of reported attenuation	30
Annex D	(normative) Equipment cord method	32
D.1	Applicability of the test method	32
D.2	Apparatus	32
D.3	Procedure	32
D.4	Calculation	33
D.5	Components of reported attenuation	33
D.6	Typical uncertainty values	34
Annex E	(normative) Optical time domain reflectometer	35
E.1	Applicability of the test method	35
E.2	Apparatus	35
E.2.1	General	35
E.2.2	OTDR	35
E.2.3	Test cords	35
E.3	Procedure (test method)	36
E.4	Calculation	37
E.4.1	General	37
E.4.2	Connection location	37
E.4.3	Definition of power levels F_1 and F_2	38
E.4.4	Alternative calculation	38
E.5	OTDR uncertainties	40
Annex F	(normative) Requirements for the source characteristics	42
F.1	Encircled flux	42
F.2	Assumptions and limitations	42
F.3	Encircled flux templates	42
F.3.1	General	42
F.3.2	Uncertainties expectations	43
F.3.3	Templates	43
F.4	Graphical representation of templates	44
Annex G	(informative) OTDR configuration information	46
G.1	General	46
G.2	Fundamental parameters that define the operational capability of an OTDR	47
G.2.1	Dynamic range	47

G.2.2	Pulse width	47
G.2.3	Averaging time	47
G.2.4	Dead zone	47
G.3	Other parameters	47
G.3.1	Index of refraction.....	47
G.3.2	Measurement range	48
G.3.3	Distance sampling	48
G.4	Other measurement configurations	48
G.4.1	General	48
G.4.2	Macrobend or splice attenuation measurement	48
G.4.3	Splice attenuation measurement.....	49
G.4.4	Measurement with high reflection connectors or short length cabling	49
G.4.5	Ghost	51
G.5	More on the measurement method	52
G.6	Bi-directional measurement.....	53
G.7	Non-recommended practices.....	54
G.7.1	Measurement without tail test cord	54
G.7.2	Cursor measurement	54
Annex H (informative)	Test cord attenuation verification	55
H.1	General.....	55
H.2	Apparatus	55
H.3	Procedure	55
H.3.1	General	55
H.3.2	Test cord verification for the one-cord and two-cord methods when using non-pinned/unpinned and non-plug/socket style connectors	56
H.3.3	Test cord verification for the one-cord and two-cord methods when using pinned/unpinned or plug/socket style connectors.....	57
H.3.4	Test cord verification for the three-cord method when using non-pinned/unpinned and non-plug/socket style connectors	59
H.3.5	Test cord verification for the three-cord method when using pinned/unpinned or plug/socket style connectors	61
Annex I (normative)	On the use of reference-grade test cords.....	63
I.1	General.....	63
I.2	Practical configurations and assumptions.....	63
I.2.1	Component specifications	63
I.2.2	Conventions	64
I.2.3	Reference planes	64
I.3	Impact of using reference grade test cords for recommended LSPM methods	64
I.4	Examples for LSPM measurements.....	65
I.4.1	Example 1 (configuration A, 1-C method – Annex A).....	65
I.4.2	Example 2 (configuration D, EC method – Annex D)	65
I.5	Impact of using reference-grade test cords for different configurations using the OTDR test method	66
I.5.1	Cabling configurations A, B and C	66
I.5.2	Cabling configuration D	67
Annex J (informative)	Launch cord output near-field verification.....	69
J.1	Direct verification	69
J.2	Test equipment manufacturer verification.....	69
J.3	Field check with physical artefact.....	69
J.3.1	General	69

J.3.2	Procedure for attenuation characterization of artefacts	71
J.3.3	Construction details	71
J.3.4	Example results	72
	Bibliography.....	76
	Figure 1 – Connector symbols	13
	Figure 2 – Symbol for cabling under test.....	13
	Figure 3 – Reference plane for configuration A tested with the 1-cord method	16
	Figure 4 – Reference plane for configuration B tested with the 3-cord method	16
	Figure 5 – Reference plane for configuration C tested with the 2-cord method	17
	Figure 6 – Reference plane for configuration D tested with the EC method	17
	Figure 7 – OTDR schematic.....	22
	Figure A.1 – Reference measurement.....	26
	Figure A.2 – Test measurement.....	26
	Figure B.1 – Reference measurement.....	27
	Figure B.2 – Test measurement.....	28
	Figure C.1 – Reference measurement.....	29
	Figure C.2 – Test measurement.....	30
	Figure C.3 – Test measurement for plug-socket style connectors.....	30
	Figure D.1 – Reference measurement.....	33
	Figure D.2 – Test measurement.....	33
	Figure E.1 – OTDR method.....	36
	Figure E.2 – Location of the ports of the cabling under test.....	37
	Figure E.3 – Graphic construction of F_1 and F_2	38
	Figure E.4 – Graphic construction of F_1 , F_{11} , F_{12} and F_2	40
	Figure F.1 – Encircled flux example	45
	Figure G.1 – Splice and macrobend attenuation measurement.....	49
	Figure G.2 – Attenuation measurement with high reflection connectors.....	50
	Figure G.3 – Attenuation measurement of a short length cabling.....	51
	Figure G.4 – OTDR trace with ghost	52
	Figure G.5 – Cursor positioning	53
	Figure H.1 – Obtaining reference power level P_0	57
	Figure H.2 – Obtaining power level P_1	57
	Figure H.3 – Obtaining reference power level P_0	58
	Figure H.4 – Obtaining power level P_1	58
	Figure H.5 – Obtaining reference power level P_0	59
	Figure H.6 – Obtaining power level	59
	Figure H.7 – Obtaining reference power level P_0	60
	Figure H.8 – Obtaining power level P_1	60
	Figure H.9 – Obtaining power level P_5	61
	Figure H.10 – Obtaining reference power level P_0	62

Figure H.11 – Obtaining power level P_1	62
Figure I.1 – Cabling configurations A, B and C tested with the OTDR method	66
Figure I.2 – Cabling configuration D tested with the OTDR method	68
Figure J.1 – Initial power measurement.....	70
Figure J.2 – Verification of reference-grade connection	70
Figure J.3 – Two offset splices.....	70
Figure J.4 – Five offset splices	71
Figure J.5 – EF centred	72
Figure J.6 – EF underfilling	73
Figure J.7 – EF overfilling	73
Figure J.8 – L1 attenuation with mandrel.....	74
Figure J.9 – L1 attenuation with mandrel and mode conditioner	74
Figure J.10 – L2 attenuation with mandrel.....	74
Figure J.11 – L2 attenuation with mandrel and mode conditioning.....	75
Figure J.12 – L3 attenuation with mandrel.....	75
Figure J.13 – L3 attenuation with mandrel and mode conditioning.....	75
Table 1 – Cabling configurations.....	15
Table 2 – Test methods and configurations.....	15
Table 3 – Measurements bias related to test cord connector grade	18
Table 4 – Uncertainty for a given attenuation at 850 nm.....	19
Table 5 – Spectral requirements	19
Table D.1 – Uncertainty for a given attenuation at 850 nm	34
Table F.1 – Attenuation, threshold tolerance and confidence level	43
Table F.2 – EF requirements for 50 μm core optical fibre cabling at 850 nm	43
Table F.3 – EF requirements for 50 μm core optical fibre cabling at 1 300 nm.....	44
Table F.4 – EF requirements for 62,5 μm core optical fibre cabling at 850 nm.....	44
Table F.5 – EF requirements for 62,5 μm core optical fibre cabling at 1 300 nm.....	44
Table G.1 – Default effective group index of refraction values.....	48
Table I.1 – Measurement bias when using reference-grade test cords	65
Table I.2 – Measurement bias when using reference grade test cords – OTDR test method	67

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE-OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 61280-4-1 edition 3.1 contains the third edition (2019-05) [documents 86C/1575/FDIS and 86C/1592/RVD], its corrigenda 1 (2020-04) and 2 (2022-12), and its amendment 1 (2021-12) [documents 86C/1720/CDV and 86C/1592/RVD].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 61280-4-1 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) changes to Annex F on encircled flux to harmonise with IEC TR 62614-2, but keeping the encircled flux limits defined in Tables F.2 to F.5 unchanged;
- b) addition of an equipment cord method in Annex D;
- c) inclusion of testing bend insensitive multimode optical fibre;
- d) updates to measurement uncertainty;
- e) definition of additional cabling configurations;
- f) changes to Table 5 on spectral requirements.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 61280 series, published under the general title *Fibre optic communication subsystem test procedures*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under webstore.iec.ch in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

FIBRE-OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement

1 Scope

This part of IEC 61280 is applicable to the measurement of attenuation of installed optical fibre cabling plant using multimode optical fibre. This cabling plant can include multimode optical fibres, connectors, adapters, splices, and other passive devices. The cabling can be installed in a variety of environments including residential, commercial, industrial, and data centre premises, as well as outside plant environments. The test equipment used in this document has one single fibre connector interface or two single fibre connector interfaces.

In this document, the optical fibres that are addressed include sub-categories A1-OM x , where $x = 2, 3, 4$ and 5 (50/125 μm) and A1-OM1 (62,5/125 μm) multimode optical fibres, as specified in IEC 60793-2-10. The attenuation measurements of the other multimode categories can be made using the approaches of this document, but the source conditions for the other categories have not been defined.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

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

IEC 61280-1-4, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux measurement method*

IEC 61300-3-35, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers*

IEC 61315, *Calibration of fibre-optic power meters*

IEC 61746-2, *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 2: OTDR for multimode fibres*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	84
1 Domaine d'application	86
2 Références normatives	86
3 Termes, définitions, symboles graphiques et termes abrégés	87
3.1 Termes et définitions	87
3.2 Symboles graphiques.....	89
3.3 Termes abrégés.....	91
4 Méthodes d'essai.....	91
4.1 Généralités	91
4.2 Configurations de câblage et méthodes d'essai applicables	92
5 Vue d'ensemble des incertitudes	95
5.1 Généralités	95
5.2 Sources d'incertitudes significatives.....	95
5.3 Facteurs à prendre en compte pour le mesureur de puissance.....	95
5.4 Facteurs à prendre en compte pour la classe de connecteur des cordons d'essai	95
5.5 Valeurs d'incertitude types	96
6 Appareillage	97
6.1 Généralités	97
6.2 Source lumineuse	97
6.2.1 Stabilité	97
6.2.2 Caractéristiques spectrales (mesurage MPSSL).....	97
6.3 Cordon d'amorce	98
6.4 Cordon de réception ou de fin de fibre	99
6.5 Cordon de substitution	99
6.6 Mesureur de puissance – Méthodes MPSSL uniquement.....	99
6.7 Appareillage de l'OTDR.....	99
6.8 Equipement de nettoyage et d'examen de la face d'extrémité des connecteurs	100
6.9 Adaptateurs	100
7 Procédures.....	100
7.1 Généralités	100
7.2 Procédures communes.....	101
7.2.1 Précautions relatives aux cordons d'essai.....	101
7.2.2 Réalisation des mesures de référence (méthodes MPSSL uniquement)	101
7.2.3 Examen et nettoyage des extrémités des fibres optiques du câblage	101
7.2.4 Réalisation des mesures.....	101
7.2.5 Réalisation des calculs	101
7.2.6 Essais duplex et bidirectionnels.....	101
7.3 Etalonnage	102
7.4 Sécurité	102
8 Calculs	102
9 Documentation	102
9.1 Informations pour chaque essai	102
9.2 Informations à fournir.....	102

Annexe A (normative) Méthode à cordon unique	104
A.1 Applicabilité de la méthode d'essai	104
A.2 Appareillage.....	104
A.3 Procédure	104
A.4 Calcul	105
A.5 Composantes de l'affaiblissement rapporté	105
Annexe B (normative) Méthode à trois cordons	106
B.1 Applicabilité de la méthode d'essai	106
B.2 Appareillage.....	106
B.3 Procédure	106
B.4 Calculs	107
B.5 Composantes de l'affaiblissement rapporté	107
Annexe C (normative) Méthode à deux cordons	108
C.1 Applicabilité de la méthode d'essai	108
C.2 Appareillage.....	108
C.3 Procédure	108
C.4 Calculs	109
C.5 Composantes de l'affaiblissement rapporté	109
Annexe D (normative) Méthode des cordons d'équipement	111
D.1 Applicabilité de la méthode d'essai	111
D.2 Appareillage.....	111
D.3 Procédure	111
D.4 Calcul	112
D.5 Composantes de l'affaiblissement rapporté	112
D.6 Valeurs d'incertitude types	113
Annexe E (normative) Réflectomètre optique dans le domaine temporel	114
E.1 Applicabilité de la méthode d'essai	114
E.2 Appareillage.....	114
E.2.1 Généralités	114
E.2.2 OTDR	114
E.2.3 Cordons d'essai.....	114
E.3 Procédure (méthode d'essai)	115
E.4 Calcul	116
E.4.1 Généralités	116
E.4.2 Emplacement des connexions.....	116
E.4.3 Définition des niveaux de puissance F_1 et F_2	117
E.4.4 Calcul alternatif	118
E.5 Incertitudes de l'OTDR.....	120
Annexe F (normative) Exigences relatives aux caractéristiques de la source	121
F.1 Flux inscrit	121
F.2 Hypothèses et limitations	121
F.3 Modèles de flux inscrit	122
F.3.1 Généralités	122
F.3.2 Incertitudes attendues	122
F.3.3 Modèles.....	122
F.4 Représentation graphique des modèles	124

Annexe G (informative) Informations de configuration de l'OTDR	125
G.1 Généralités	125
G.2 Paramètres fondamentaux définissant la capacité opérationnelle d'un OTDR.....	126
G.2.1 Dynamique	126
G.2.2 Largeur d'impulsion	126
G.2.3 Temps de moyennage	126
G.2.4 Zone morte	126
G.3 Autres paramètres	127
G.3.1 Indice de réfraction	127
G.3.2 Plage de mesure	127
G.3.3 Echantillonnage en distance	127
G.4 Autres configurations de mesure	127
G.4.1 Généralités	127
G.4.2 Mesure de l'affaiblissement des macro-courbures ou des épissures	127
G.4.3 Mesure de l'affaiblissement des épissures	128
G.4.4 Mesure avec des connecteurs à forte réflexion ou un câblage court	128
G.4.5 Réflexions fantômes	130
G.5 Informations complémentaires sur la méthode de mesure	131
G.6 Mesure bidirectionnelle	132
G.7 Pratiques non recommandées	133
G.7.1 Mesure sans cordon d'essai de fin de fibre	133
G.7.2 Mesure par curseur.....	133
Annexe H (informative) Vérification de l'affaiblissement des cordons	134
H.1 Généralités	134
H.2 Appareillage.....	134
H.3 Procédure	135
H.3.1 Généralités	135
H.3.2 Vérification des cordons d'essai pour les méthodes à cordon unique et à deux cordons en utilisant des connecteurs de type non broché/non broché et sans fiche/embase	135
H.3.3 Vérification des cordons d'essai pour les méthodes à cordon unique et à deux cordons en utilisant des connecteurs de type broché/non broché ou avec fiche/embase	136
H.3.4 Vérification des cordons d'essai pour la méthode à trois cordons en utilisant des connecteurs de type non brochés/non brochés et sans fiche/embase	139
H.3.5 Vérification des cordons d'essai pour la méthode à trois cordons en utilisant des connecteurs de type broché/non broché ou fiche/embase	140
Annexe I (normative) Utilisation des cordons d'essai de classe de référence	142
I.1 Généralités	142
I.2 Configurations pratiques et hypothèses	142
I.2.1 Spécifications des composants	142
I.2.2 Conventions	143
I.2.3 Plans de référence	143
I.3 Conséquences de l'utilisation des cordons d'essai de classe de référence pour les méthodes MPSL recommandées	143
I.4 Exemples de mesures MPSL	144
I.4.1 Exemple 1 (configuration A, méthode 1-C – Annexe A).....	144
I.4.2 Exemple 2 (configuration D, méthode EC – Annexe D)	145

I.5	Impact de l'utilisation des cordons d'essai de classe de référence pour différentes configurations utilisant la méthode d'essai par OTDR	145
I.5.1	Configurations de câblage A, B et C	145
I.5.2	Configuration de câblage D	146
Annexe J (informative)	Vérification du champ proche en sortie du cordon d'amorce	148
J.1	Vérification directe	148
J.2	Vérification auprès du fabricant de l'équipement d'essai	148
J.3	Contrôle sur site avec artefact physique	148
J.3.1	Généralités	148
J.3.2	Procédure de caractérisation de l'affaiblissement des artefacts	150
J.3.3	Détails de construction	150
J.3.4	Exemples de résultats	151
Bibliographie	155
Figure 1	– Symboles des connecteurs	90
Figure 2	– Symbole d'un câblage en essai	90
Figure 3	– Plan de référence pour la configuration d'essai A avec la méthode à cordon unique	93
Figure 4	– Plan de référence pour la configuration d'essai B avec la méthode à 3 cordons	94
Figure 5	– Plan de référence pour la configuration d'essai C avec la méthode à 2 cordons	94
Figure 6	– Plan de référence pour la configuration d'essai D avec la méthode des cordons d'équipement	95
Figure 7	– Schéma de l'OTDR	100
Figure A.1	– Mesure de référence	105
Figure A.2	– Mesure d'essai	105
Figure B.1	– Mesure de référence	106
Figure B.2	– Mesure d'essai	107
Figure C.1	– Mesure de référence	108
Figure C.2	– Mesure d'essai	109
Figure C.3	– Mesure d'essai pour les connecteurs de type fiche-embase	109
Figure D.1	– Mesure de référence	112
Figure D.2	– Mesure d'essai	112
Figure E.1	– Méthode par OTDR	116
Figure E.2	– Emplacement des ports du câblage en essai	117
Figure E.3	– Construction graphique de F_1 et F_2	118
Figure E.4	– Construction graphique de F_1 , F_{11} , F_{12} et F_2	119
Figure F.1	– Exemple de flux inscrit	124
Figure G.1	– Mesure de l'affaiblissement des épissures et des macro-courbures	128
Figure G.2	– Mesure d'affaiblissement avec des connecteurs à forte réflexion	129
Figure G.3	– Mesure d'affaiblissement d'un câblage court	130
Figure G.4	– Trace de l'OTDR avec pic fantôme	131
Figure G.5	– Positionnement des curseurs	132
Figure H.1	– Obtention du niveau de puissance de référence P_0	136

Figure H.2 – Obtention du niveau de puissance P_1	136
Figure H.3 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	137
Figure H.4 – Obtention du niveau de puissance P_1	137
Figure H.5 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	138
Figure H.6 – Obtention du niveau de puissance	138
Figure H.7 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	140
Figure H.8 – Obtention du niveau de puissance P_1	140
Figure H.9 – Obtention du niveau de puissance P_5	140
Figure H.10 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	141
Figure H.11 – Obtention du niveau de puissance P_1	141
Figure I.1 – Configurations de câblage A, B et C soumises à essai en utilisant la méthode par OTDR	145
Figure I.2 – Configuration de câblage D soumise à essai en utilisant la méthode par OTDR	147
Figure J.1 – Mesure de puissance initiale	149
Figure J.2 – Vérification de la connexion de classe de référence	149
Figure J.3 – Deux épissures décalées	149
Figure J.4 – Cinq épissures décalées	150
Figure J.5 – Flux inscrit centré	151
Figure J.6 – Sous-remplissage du flux inscrit	152
Figure J.7 – Flux inscrit saturé	152
Figure J.8 – Affaiblissement L1 avec mandrin	153
Figure J.9 – Affaiblissement L1 avec mandrin et conditionneur de mode	153
Figure J.10 – Affaiblissement L2 avec mandrin	153
Figure J.11 – Affaiblissement L2 avec mandrin et conditionneur de mode	154
Figure J.12 – Affaiblissement L3 avec mandrin	154
Figure J.13 – Affaiblissement L3 avec mandrin et conditionneur de mode	154
Tableau 1 – Configurations de câblage	92
Tableau 2 – Méthodes et configurations d'essai	93
Tableau 3 – Biais de mesure lié à la classe de connecteur des cordons d'essai	96
Tableau 4 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 850 nm	97
Tableau 5 – Exigences spectrales	98
Tableau D.1 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 850 nm	113
Tableau F.1 – Affaiblissement, seuil de tolérance et niveau de confiance	122
Tableau F.2 – Exigences de flux inscrit pour un câblage à fibres optiques à cœur de 50 μm à 850 nm	123
Tableau F.3 – Exigences de flux inscrit pour un câblage à fibres optiques à cœur de 50 μm à 1 300 nm	123
Tableau F.4 – Exigences de flux inscrit pour un câblage à fibres optiques à cœur de 62,5 μm à 850 nm	123
Tableau F.5 – Exigences de flux inscrit pour un câblage à fibres optiques à cœur de 62,5 μm à 1 300 nm	123

Tableau G.1 – Indice de groupe efficace par défaut des valeurs de réfraction	127
Tableau I.1 – Biais de mesure lors de l'utilisation de cordons d'essai de classe de référence	144
Tableau I.2 – Biais de mesure lors de l'utilisation de cordons d'essai de classe de référence – Méthode d'essai par OTDR	146

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION FIBRONIQUES –

Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 61280-4-1 édition 3.1 contient la troisième édition (2019-05) [documents 86C/1575/FDIS et 86C/1592/RVD], ses corrigenda 1 (2020-04) et 2 (2022-12), et son amendement 1 (2021-12) [documents 86C/1720/CDV et 86C/1592/RVD].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61280-4-1 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86: Fibres optiques.

Cette troisième édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) modification de l'Annexe F relative au flux inscrit afin de l'harmoniser par rapport à l'IEC TR 62614-2, mais les limites du flux inscrit définies dans les Tableaux F.2 à F.5 ont été conservées en l'état;
- b) ajout de la méthode des cordons d'équipement à l'Annexe D;
- c) ajout d'essais des fibres optiques multimodales insensibles aux courbures;
- d) mise à jour de l'incertitude de mesure;
- e) définition de configurations de câblage supplémentaires;
- f) modifications des exigences spectrales dans le Tableau 5.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61280, publiées sous le titre général *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION FIBRONIQUES –

Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61280 s'applique au mesurage de l'affaiblissement d'une installation câblée en fibre optique utilisant des fibres optiques multimodales. Cette installation câblée peut inclure des fibres multimodales, des connecteurs, des adaptateurs, des épissures et d'autres dispositifs passifs. Le câblage peut être installé dans une diversité d'environnements, notamment dans des locaux résidentiels, commerciaux ou industriels et des centres de traitement de données, ainsi que dans des environnements d'installations extérieures. L'équipement d'essai utilisé dans le présent document possède une ou deux interfaces de connecteur monofibre.

Les fibres optiques qui relèvent du présent document comprennent les fibres optiques multimodales des sous-catégories A1-OM x , où $x = 2, 3, 4$ et 5 (50/125 μm) et A1-OM1 (62,5/125 μm), spécifiées dans l'IEC 60793-2-10. Les mesurages d'affaiblissement des autres catégories multimodales peuvent être réalisés en adoptant les approches du présent document, mais les conditions de la source n'ont pas été définies.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60825-2, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO)*

IEC 61280-1-3, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 1-3: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Mesure de la longueur d'onde centrale et de la largeur spectrale*

IEC 61280-1-4, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 1-4: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Méthode de mesure du flux inscrit de la source lumineuse*

IEC 61300-3-35, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesure – Partie 3-35: Examens et mesures – Examen visuel des connecteurs à fibres optiques et des émetteurs-récepteurs à embase fibrée*

IEC 61315, *Etalonnage de wattmètres pour dispositifs à fibres optiques*

IEC 61746-2, *Etalonnage des réflectomètres optiques dans le domaine temporel (OTDR) – Partie 2: OTDR pour fibres multimodales*

FINAL VERSION

VERSION FINALE



**Fibre-optic communication subsystem test procedures –
Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques –
Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal**

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions, graphical symbols and abbreviated terms	9
3.1 Terms and definitions	10
3.2 Graphical symbols	12
3.3 Abbreviated terms	14
4 Test methods	14
4.1 General	14
4.2 Cabling configurations and applicable test methods	15
5 Overview of uncertainties	17
5.1 General	17
5.2 Sources of significant uncertainties	17
5.3 Consideration of the PM	18
5.4 Consideration of test cord connector grade	18
5.5 Typical uncertainty values	18
6 Apparatus	19
6.1 General	19
6.2 Light source	19
6.2.1 Stability	19
6.2.2 Spectral characteristics (LSPM measurement)	19
6.3 Launch cord	20
6.4 Receive or tail cord	20
6.5 Substitution cord	21
6.6 Power meter – LSPM methods only	21
6.7 OTDR apparatus	21
6.8 Connector end face cleaning and inspection equipment	22
6.9 Adapters	22
7 Procedures	22
7.1 General	22
7.2 Common procedures	23
7.2.1 Care of the test cords	23
7.2.2 Make reference measurements (LSPM methods only)	23
7.2.3 Inspect and clean the ends of the optical fibres in the cabling	23
7.2.4 Make the measurements	23
7.2.5 Make the calculations	23
7.2.6 Duplex and bi-directional testing	23
7.3 Calibration	23
7.4 Safety	24
8 Calculations	24
9 Documentation	24
9.1 Information for each test	24
9.2 Information to be available	24
Annex A (normative) One-cord method	25
A.1 Applicability of test method	25

A.2	Apparatus	25
A.3	Procedure	25
A.4	Calculation	26
A.5	Components of reported attenuation	26
Annex B (normative)	Three-cord method	27
B.1	Applicability of test method	27
B.2	Apparatus	27
B.3	Procedure	27
B.4	Calculations	28
B.5	Components of reported attenuation	28
Annex C (normative)	Two-cord method	29
C.1	Applicability of test method	29
C.2	Apparatus	29
C.3	Procedure	29
C.4	Calculations	30
C.5	Components of reported attenuation	30
Annex D (normative)	Equipment cord method	32
D.1	Applicability of the test method	32
D.2	Apparatus	32
D.3	Procedure	32
D.4	Calculation	33
D.5	Components of reported attenuation	33
D.6	Typical uncertainty values	34
Annex E (normative)	Optical time domain reflectometer	35
E.1	Applicability of the test method	35
E.2	Apparatus	35
E.2.1	General	35
E.2.2	OTDR	35
E.2.3	Test cords	35
E.3	Procedure (test method)	36
E.4	Calculation	37
E.4.1	General	37
E.4.2	Connection location	37
E.4.3	Definition of power levels F_1 and F_2	38
E.4.4	Alternative calculation	38
E.5	OTDR uncertainties	40
Annex F (normative)	Requirements for the source characteristics	42
F.1	Encircled flux	42
F.2	Assumptions and limitations	42
F.3	Encircled flux templates	42
F.3.1	General	42
F.3.2	Uncertainties expectations	43
F.3.3	Templates	43
F.4	Graphical representation of templates	44
Annex G (informative)	OTDR configuration information	46
G.1	General	46
G.2	Fundamental parameters that define the operational capability of an OTDR	47
G.2.1	Dynamic range	47

G.2.2	Pulse width	47
G.2.3	Averaging time	47
G.2.4	Dead zone	47
G.3	Other parameters	47
G.3.1	Index of refraction.....	47
G.3.2	Measurement range	48
G.3.3	Distance sampling	48
G.4	Other measurement configurations	48
G.4.1	General	48
G.4.2	Macrobend or splice attenuation measurement	48
G.4.3	Splice attenuation measurement.....	49
G.4.4	Measurement with high reflection connectors or short length cabling	49
G.4.5	Ghost	51
G.5	More on the measurement method	52
G.6	Bi-directional measurement.....	53
G.7	Non-recommended practices.....	54
G.7.1	Measurement without tail test cord	54
G.7.2	Cursor measurement	54
Annex H (informative)	Test cord attenuation verification	55
H.1	General.....	55
H.2	Apparatus	55
H.3	Procedure	55
H.3.1	General	55
H.3.2	Test cord verification for the one-cord and two-cord methods when using non-pinned/unpinned and non-plug/socket style connectors	56
H.3.3	Test cord verification for the one-cord and two-cord methods when using pinned/unpinned or plug/socket style connectors.....	57
H.3.4	Test cord verification for the three-cord method when using non-pinned/unpinned and non-plug/socket style connectors	59
H.3.5	Test cord verification for the three-cord method when using pinned/unpinned or plug/socket style connectors	61
Annex I (normative)	On the use of reference-grade test cords.....	63
I.1	General.....	63
I.2	Practical configurations and assumptions.....	63
I.2.1	Component specifications	63
I.2.2	Conventions	64
I.2.3	Reference planes	64
I.3	Impact of using reference grade test cords for recommended LSPM methods	64
I.4	Examples for LSPM measurements.....	65
I.4.1	Example 1 (configuration A, 1-C method – Annex A).....	65
I.4.2	Example 2 (configuration D, EC method – Annex D)	65
I.5	Impact of using reference-grade test cords for different configurations using the OTDR test method	66
I.5.1	Cabling configurations A, B and C	66
I.5.2	Cabling configuration D	67
Annex J (informative)	Launch cord output near-field verification.....	69
J.1	Direct verification	69
J.2	Test equipment manufacturer verification.....	69
J.3	Field check with physical artefact.....	69
J.3.1	General	69

J.3.2	Procedure for attenuation characterization of artefacts	71
J.3.3	Construction details	71
J.3.4	Example results	72
Bibliography.....		76
Figure 1	– Connector symbols	13
Figure 2	– Symbol for cabling under test.....	13
Figure 3	– Reference plane for configuration A tested with the 1-cord method	16
Figure 4	– Reference plane for configuration B tested with the 3-cord method	16
Figure 5	– Reference plane for configuration C tested with the 2-cord method	17
Figure 6	– Reference plane for configuration D tested with the EC method	17
Figure 7	– OTDR schematic.....	22
Figure A.1	– Reference measurement.....	26
Figure A.2	– Test measurement.....	26
Figure B.1	– Reference measurement.....	27
Figure B.2	– Test measurement.....	28
Figure C.1	– Reference measurement.....	29
Figure C.2	– Test measurement.....	30
Figure C.3	– Test measurement for plug-socket style connectors.....	30
Figure D.1	– Reference measurement.....	33
Figure D.2	– Test measurement.....	33
Figure E.1	– OTDR method.....	36
Figure E.2	– Location of the ports of the cabling under test.....	37
Figure E.3	– Graphic construction of F_1 and F_2	38
Figure E.4	– Graphic construction of F_1 , F_{11} , F_{12} and F_2	40
Figure F.1	– Encircled flux example	45
Figure G.1	– Splice and macrobend attenuation measurement.....	49
Figure G.2	– Attenuation measurement with high reflection connectors.....	50
Figure G.3	– Attenuation measurement of a short length cabling.....	51
Figure G.4	– OTDR trace with ghost	52
Figure G.5	– Cursor positioning	53
Figure H.1	– Obtaining reference power level P_0	57
Figure H.2	– Obtaining power level P_1	57
Figure H.3	– Obtaining reference power level P_0	58
Figure H.4	– Obtaining power level P_1	58
Figure H.5	– Obtaining reference power level P_0	59
Figure H.6	– Obtaining power level	59
Figure H.7	– Obtaining reference power level P_0	60
Figure H.8	– Obtaining power level P_1	60
Figure H.9	– Obtaining power level P_5	61
Figure H.10	– Obtaining reference power level P_0	62

Figure H.11 – Obtaining power level P_1	62
Figure I.1 – Cabling configurations A, B and C tested with the OTDR method	66
Figure I.2 – Cabling configuration D tested with the OTDR method	68
Figure J.1 – Initial power measurement.....	70
Figure J.2 – Verification of reference-grade connection	70
Figure J.3 – Two offset splices.....	70
Figure J.4 – Five offset splices	71
Figure J.5 – EF centred	72
Figure J.6 – EF underfilling	73
Figure J.7 – EF overfilling	73
Figure J.8 – L1 attenuation with mandrel.....	74
Figure J.9 – L1 attenuation with mandrel and mode conditioner	74
Figure J.10 – L2 attenuation with mandrel.....	74
Figure J.11 – L2 attenuation with mandrel and mode conditioning.....	75
Figure J.12 – L3 attenuation with mandrel.....	75
Figure J.13 – L3 attenuation with mandrel and mode conditioning.....	75
Table 1 – Cabling configurations.....	15
Table 2 – Test methods and configurations.....	15
Table 3 – Measurements bias related to test cord connector grade	18
Table 4 – Uncertainty for a given attenuation at 850 nm.....	19
Table 5 – Spectral requirements	19
Table D.1 – Uncertainty for a given attenuation at 850 nm	34
Table F.1 – Attenuation, threshold tolerance and confidence level	43
Table F.2 – EF requirements for 50 μm core optical fibre cabling at 850 nm	43
Table F.3 – EF requirements for 50 μm core optical fibre cabling at 1 300 nm.....	44
Table F.4 – EF requirements for 62,5 μm core optical fibre cabling at 850 nm.....	44
Table F.5 – EF requirements for 62,5 μm core optical fibre cabling at 1 300 nm.....	44
Table G.1 – Default effective group index of refraction values.....	48
Table I.1 – Measurement bias when using reference-grade test cords	65
Table I.2 – Measurement bias when using reference grade test cords – OTDR test method	67

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE-OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 61280-4-1 edition 3.1 contains the third edition (2019-05) [documents 86C/1575/FDIS and 86C/1592/RVD], its corrigenda 1 (2020-04) and 2 (2022-12), and its amendment 1 (2021-12) [documents 86C/1720/CDV and 86C/1592/RVD].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 61280-4-1 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) changes to Annex F on encircled flux to harmonise with IEC TR 62614-2, but keeping the encircled flux limits defined in Tables F.2 to F.5 unchanged;
- b) addition of an equipment cord method in Annex D;
- c) inclusion of testing bend insensitive multimode optical fibre;
- d) updates to measurement uncertainty;
- e) definition of additional cabling configurations;
- f) changes to Table 5 on spectral requirements.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 61280 series, published under the general title *Fibre optic communication subsystem test procedures*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under webstore.iec.ch in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

FIBRE-OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement

1 Scope

This part of IEC 61280 is applicable to the measurement of attenuation of installed optical fibre cabling plant using multimode optical fibre. This cabling plant can include multimode optical fibres, connectors, adapters, splices, and other passive devices. The cabling can be installed in a variety of environments including residential, commercial, industrial, and data centre premises, as well as outside plant environments. The test equipment used in this document has one single fibre connector interface or two single fibre connector interfaces.

In this document, the optical fibres that are addressed include sub-categories A1-OM_x, where $x = 2, 3, 4$ and 5 (50/125 μm) and A1-OM1 (62,5/125 μm) multimode optical fibres, as specified in IEC 60793-2-10. The attenuation measurements of the other multimode categories can be made using the approaches of this document, but the source conditions for the other categories have not been defined.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

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

IEC 61280-1-4, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-4: General communication subsystems – Light source encircled flux measurement method*

IEC 61300-3-35, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers*

IEC 61315, *Calibration of fibre-optic power meters*

IEC 61746-2, *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 2: OTDR for multimode fibres*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	84
1 Domaine d'application	86
2 Références normatives	86
3 Termes, définitions, symboles graphiques et termes abrégés	87
3.1 Termes et définitions	87
3.2 Symboles graphiques.....	89
3.3 Termes abrégés.....	91
4 Méthodes d'essai.....	91
4.1 Généralités	91
4.2 Configurations de câblage et méthodes d'essai applicables	92
5 Vue d'ensemble des incertitudes	95
5.1 Généralités	95
5.2 Sources d'incertitudes significatives.....	95
5.3 Facteurs à prendre en compte pour le mesureur de puissance.....	95
5.4 Facteurs à prendre en compte pour la classe de connecteur des cordons d'essai	95
5.5 Valeurs d'incertitude types	96
6 Appareillage	97
6.1 Généralités	97
6.2 Source lumineuse	97
6.2.1 Stabilité	97
6.2.2 Caractéristiques spectrales (mesurage MPSSL).....	97
6.3 Cordon d'amorce	98
6.4 Cordon de réception ou de fin de fibre	99
6.5 Cordon de substitution	99
6.6 Mesureur de puissance – Méthodes MPSSL uniquement.....	99
6.7 Appareillage de l'OTDR.....	99
6.8 Equipement de nettoyage et d'examen de la face d'extrémité des connecteurs	100
6.9 Adaptateurs	100
7 Procédures.....	100
7.1 Généralités	100
7.2 Procédures communes.....	101
7.2.1 Précautions relatives aux cordons d'essai.....	101
7.2.2 Réalisation des mesures de référence (méthodes MPSSL uniquement)	101
7.2.3 Examen et nettoyage des extrémités des fibres optiques du câblage	101
7.2.4 Réalisation des mesures.....	101
7.2.5 Réalisation des calculs	101
7.2.6 Essais duplex et bidirectionnels.....	101
7.3 Etalonnage	102
7.4 Sécurité	102
8 Calculs	102
9 Documentation	102
9.1 Informations pour chaque essai	102
9.2 Informations à fournir.....	102

Annexe A (normative) Méthode à cordon unique	104
A.1 Applicabilité de la méthode d'essai	104
A.2 Appareillage.....	104
A.3 Procédure	104
A.4 Calcul	105
A.5 Composantes de l'affaiblissement rapporté	105
Annexe B (normative) Méthode à trois cordons	106
B.1 Applicabilité de la méthode d'essai	106
B.2 Appareillage.....	106
B.3 Procédure	106
B.4 Calculs	107
B.5 Composantes de l'affaiblissement rapporté	107
Annexe C (normative) Méthode à deux cordons	108
C.1 Applicabilité de la méthode d'essai	108
C.2 Appareillage.....	108
C.3 Procédure	108
C.4 Calculs	109
C.5 Composantes de l'affaiblissement rapporté	109
Annexe D (normative) Méthode des cordons d'équipement	111
D.1 Applicabilité de la méthode d'essai	111
D.2 Appareillage.....	111
D.3 Procédure	111
D.4 Calcul	112
D.5 Composantes de l'affaiblissement rapporté	112
D.6 Valeurs d'incertitude types	113
Annexe E (normative) Réflectomètre optique dans le domaine temporel	114
E.1 Applicabilité de la méthode d'essai	114
E.2 Appareillage.....	114
E.2.1 Généralités	114
E.2.2 OTDR	114
E.2.3 Cordons d'essai.....	114
E.3 Procédure (méthode d'essai)	115
E.4 Calcul	116
E.4.1 Généralités	116
E.4.2 Emplacement des connexions.....	116
E.4.3 Définition des niveaux de puissance F_1 et F_2	117
E.4.4 Calcul alternatif	118
E.5 Incertitudes de l'OTDR.....	120
Annexe F (normative) Exigences relatives aux caractéristiques de la source	121
F.1 Flux inscrit	121
F.2 Hypothèses et limitations	121
F.3 Modèles de flux inscrit	122
F.3.1 Généralités	122
F.3.2 Incertitudes attendues	122
F.3.3 Modèles.....	122
F.4 Représentation graphique des modèles	124

Annexe G (informative) Informations de configuration de l'OTDR	125
G.1 Généralités	125
G.2 Paramètres fondamentaux définissant la capacité opérationnelle d'un OTDR.....	126
G.2.1 Dynamique	126
G.2.2 Largeur d'impulsion	126
G.2.3 Temps de moyennage	126
G.2.4 Zone morte	126
G.3 Autres paramètres	127
G.3.1 Indice de réfraction	127
G.3.2 Plage de mesure	127
G.3.3 Echantillonnage en distance	127
G.4 Autres configurations de mesure.....	127
G.4.1 Généralités	127
G.4.2 Mesure de l'affaiblissement des macro-courbures ou des épissures	127
G.4.3 Mesure de l'affaiblissement des épissures	128
G.4.4 Mesure avec des connecteurs à forte réflexion ou un câblage court	128
G.4.5 Réflexions fantômes	130
G.5 Informations complémentaires sur la méthode de mesure	131
G.6 Mesure bidirectionnelle	132
G.7 Pratiques non recommandées	133
G.7.1 Mesure sans cordon d'essai de fin de fibre	133
G.7.2 Mesure par curseur.....	133
Annexe H (informative) Vérification de l'affaiblissement des cordons	134
H.1 Généralités	134
H.2 Appareillage.....	134
H.3 Procédure	135
H.3.1 Généralités	135
H.3.2 Vérification des cordons d'essai pour les méthodes à cordon unique et à deux cordons en utilisant des connecteurs de type non broché/non broché et sans fiche/embase	135
H.3.3 Vérification des cordons d'essai pour les méthodes à cordon unique et à deux cordons en utilisant des connecteurs de type broché/non broché ou avec fiche/embase	136
H.3.4 Vérification des cordons d'essai pour la méthode à trois cordons en utilisant des connecteurs de type non brochés/non brochés et sans fiche/embase	139
H.3.5 Vérification des cordons d'essai pour la méthode à trois cordons en utilisant des connecteurs de type broché/non broché ou fiche/embase	140
Annexe I (normative) Utilisation des cordons d'essai de classe de référence	142
I.1 Généralités	142
I.2 Configurations pratiques et hypothèses	142
I.2.1 Spécifications des composants	142
I.2.2 Conventions	143
I.2.3 Plans de référence	143
I.3 Conséquences de l'utilisation des cordons d'essai de classe de référence pour les méthodes MPSL recommandées	143
I.4 Exemples de mesures MPSL	144
I.4.1 Exemple 1 (configuration A, méthode 1-C – Annexe A).....	144
I.4.2 Exemple 2 (configuration D, méthode EC – Annexe D)	145

I.5	Impact de l'utilisation des cordons d'essai de classe de référence pour différentes configurations utilisant la méthode d'essai par OTDR	145
I.5.1	Configurations de câblage A, B et C	145
I.5.2	Configuration de câblage D	146
Annexe J (informative)	Vérification du champ proche en sortie du cordon d'amorce	148
J.1	Vérification directe	148
J.2	Vérification auprès du fabricant de l'équipement d'essai	148
J.3	Contrôle sur site avec artefact physique	148
J.3.1	Généralités	148
J.3.2	Procédure de caractérisation de l'affaiblissement des artefacts	150
J.3.3	Détails de construction	150
J.3.4	Exemples de résultats	151
Bibliographie	155
Figure 1	– Symboles des connecteurs	90
Figure 2	– Symbole d'un câblage en essai	90
Figure 3	– Plan de référence pour la configuration d'essai A avec la méthode à cordon unique	93
Figure 4	– Plan de référence pour la configuration d'essai B avec la méthode à 3 cordons	94
Figure 5	– Plan de référence pour la configuration d'essai C avec la méthode à 2 cordons	94
Figure 6	– Plan de référence pour la configuration d'essai D avec la méthode des cordons d'équipement	95
Figure 7	– Schéma de l'OTDR	100
Figure A.1	– Mesure de référence	105
Figure A.2	– Mesure d'essai	105
Figure B.1	– Mesure de référence	106
Figure B.2	– Mesure d'essai	107
Figure C.1	– Mesure de référence	108
Figure C.2	– Mesure d'essai	109
Figure C.3	– Mesure d'essai pour les connecteurs de type fiche-embase	109
Figure D.1	– Mesure de référence	112
Figure D.2	– Mesure d'essai	112
Figure E.1	– Méthode par OTDR	116
Figure E.2	– Emplacement des ports du câblage en essai	117
Figure E.3	– Construction graphique de F_1 et F_2	118
Figure E.4	– Construction graphique de F_1 , F_{11} , F_{12} et F_2	119
Figure F.1	– Exemple de flux inscrit	124
Figure G.1	– Mesure de l'affaiblissement des épissures et des macro-courbures	128
Figure G.2	– Mesure d'affaiblissement avec des connecteurs à forte réflexion	129
Figure G.3	– Mesure d'affaiblissement d'un câblage court	130
Figure G.4	– Trace de l'OTDR avec pic fantôme	131
Figure G.5	– Positionnement des curseurs	132
Figure H.1	– Obtention du niveau de puissance de référence P_0	136

Figure H.2 – Obtention du niveau de puissance P_1	136
Figure H.3 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	137
Figure H.4 – Obtention du niveau de puissance P_1	137
Figure H.5 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	138
Figure H.6 – Obtention du niveau de puissance	138
Figure H.7 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	140
Figure H.8 – Obtention du niveau de puissance P_1	140
Figure H.9 – Obtention du niveau de puissance P_5	140
Figure H.10 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	141
Figure H.11 – Obtention du niveau de puissance P_1	141
Figure I.1 – Configurations de câblage A, B et C soumises à essai en utilisant la méthode par OTDR.....	145
Figure I.2 – Configuration de câblage D soumise à essai en utilisant la méthode par OTDR	147
Figure J.1 – Mesure de puissance initiale	149
Figure J.2 – Vérification de la connexion de classe de référence	149
Figure J.3 – Deux épissures décalées.....	149
Figure J.4 – Cinq épissures décalées	150
Figure J.5 – Flux inscrit centré.....	151
Figure J.6 – Sous-remplissage du flux inscrit.....	152
Figure J.7 – Flux inscrit saturé.....	152
Figure J.8 – Affaiblissement L1 avec mandrin	153
Figure J.9 – Affaiblissement L1 avec mandrin et conditionneur de mode.....	153
Figure J.10 – Affaiblissement L2 avec mandrin	153
Figure J.11 – Affaiblissement L2 avec mandrin et conditionneur de mode.....	154
Figure J.12 – Affaiblissement L3 avec mandrin	154
Figure J.13 – Affaiblissement L3 avec mandrin et conditionneur de mode	154
Tableau 1 – Configurations de câblage	92
Tableau 2 – Méthodes et configurations d'essai.....	93
Tableau 3 – Biais de mesure lié à la classe de connecteur des cordons d'essai.....	96
Tableau 4 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 850 nm	97
Tableau 5 – Exigences spectrales.....	98
Tableau D.1 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 850 nm.....	113
Tableau F.1 – Affaiblissement, seuil de tolérance et niveau de confiance	122
Tableau F.2 – Exigences de flux inscrit pour un câblage à fibres optiques à cœur de 50 μm à 850 nm.....	123
Tableau F.3 – Exigences de flux inscrit pour un câblage à fibres optiques à cœur de 50 μm à 1 300 nm.....	123
Tableau F.4 – Exigences de flux inscrit pour un câblage à fibres optiques à cœur de 62,5 μm à 850 nm.....	123
Tableau F.5 – Exigences de flux inscrit pour un câblage à fibres optiques à cœur de 62,5 μm à 1 300 nm	123

Tableau G.1 – Indice de groupe efficace par défaut des valeurs de réfraction	127
Tableau I.1 – Biais de mesure lors de l'utilisation de cordons d'essai de classe de référence	144
Tableau I.2 – Biais de mesure lors de l'utilisation de cordons d'essai de classe de référence – Méthode d'essai par OTDR	146

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION FIBRONIQUES –

Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 61280-4-1 édition 3.1 contient la troisième édition (2019-05) [documents 86C/1575/FDIS et 86C/1592/RVD], ses corrigenda (2020-04) et 2 (2022-12), et son amendement 1 (2021-12) [documents 86C/1720/CDV et 86C/1592/RVD].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 61280-4-1 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86: Fibres optiques.

Cette troisième édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) modification de l'Annexe F relative au flux inscrit afin de l'harmoniser par rapport à l'IEC TR 62614-2, mais les limites du flux inscrit définies dans les Tableaux F.2 à F.5 ont été conservées en l'état;
- b) ajout de la méthode des cordons d'équipement à l'Annexe D;
- c) ajout d'essais des fibres optiques multimodales insensibles aux courbures;
- d) mise à jour de l'incertitude de mesure;
- e) définition de configurations de câblage supplémentaires;
- f) modifications des exigences spectrales dans le Tableau 5.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61280, publiées sous le titre général *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION FIBRONIQUES –

Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61280 s'applique au mesurage de l'affaiblissement d'une installation câblée en fibre optique utilisant des fibres optiques multimodales. Cette installation câblée peut inclure des fibres multimodales, des connecteurs, des adaptateurs, des épissures et d'autres dispositifs passifs. Le câblage peut être installé dans une diversité d'environnements, notamment dans des locaux résidentiels, commerciaux ou industriels et des centres de traitement de données, ainsi que dans des environnements d'installations extérieures. L'équipement d'essai utilisé dans le présent document possède une ou deux interfaces de connecteur monofibre.

Les fibres optiques qui relèvent du présent document comprennent les fibres optiques multimodales des sous-catégories A1-OM x , où $x = 2, 3, 4$ et 5 (50/125 μm) et A1-OM1 (62,5/125 μm), spécifiées dans l'IEC 60793-2-10. Les mesurages d'affaiblissement des autres catégories multimodales peuvent être réalisés en adoptant les approches du présent document, mais les conditions de la source n'ont pas été définies.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60825-2, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO)*

IEC 61280-1-3, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 1-3: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Mesure de la longueur d'onde centrale et de la largeur spectrale*

IEC 61280-1-4, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 1-4: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Méthode de mesure du flux inscrit de la source lumineuse*

IEC 61300-3-35, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesure – Partie 3-35: Examens et mesures – Examen visuel des connecteurs à fibres optiques et des émetteurs-récepteurs à embase fibrée*

IEC 61315, *Etalonnage de wattmètres pour dispositifs à fibres optiques*

IEC 61746-2, *Etalonnage des réflectomètres optiques dans le domaine temporel (OTDR) – Partie 2: OTDR pour fibres multimodales*