



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre- optic communication subsystem test procedures –
Part 4-2: Installed cabling plant – Single-mode attenuation and optical return
loss measurements**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques –
Partie 4-2: Installations câblées – Mesures de l'affaiblissement de réflexion
optique et de l'affaiblissement des fibres unimodales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-8322-8789-7

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, graphical symbols and abbreviated terms.....	12
3.1 Terms and definitions.....	12
3.2 Graphical symbols	14
3.3 Abbreviated terms.....	16
4 Measurement methods	16
4.1 General.....	16
4.1.1 Document structure	16
4.1.2 Attenuation	17
4.1.3 Optical return loss	17
4.2 Cabling configurations and applicable test methods	18
4.2.1 Cabling configurations and applicable test methods for attenuation measurements.....	18
4.2.2 Cabling configurations and applicable test methods for optical return loss measurements.....	22
5 Overview of uncertainties for attenuation measurements	22
5.1 General.....	22
5.2 Sources of significant uncertainties.....	22
5.3 Consideration of the power meter	22
5.4 Consideration of test cord and connector grade	23
5.4.1 General	23
5.4.2 Mode field diameter variation.....	23
5.5 Reflections from other interfaces.....	23
5.6 Optical source.....	24
5.7 Output power reference	24
5.8 Bi-directional measurements.....	24
5.9 Typical uncertainties for attenuation methods A, B, C, and D.....	24
5.10 Typical uncertainty values for single-mode attenuation testing for method E	26
6 Apparatus.....	26
6.1 General.....	26
6.2 Light source	26
6.2.1 Stability	26
6.2.2 Spectral characteristics	27
6.3 Launch cord.....	28
6.4 Receive or tail cords	28
6.5 Substitution cord.....	28
6.6 Power meter – LSPM methods only.....	28
6.7 OTDR apparatus.....	29
6.8 Return loss test set.....	29
6.9 Connector end-face cleaning and inspection equipment.....	30
6.10 Adapters	30
7 Procedures.....	31
7.1 General.....	31
7.2 Common procedures.....	31

7.2.1	Care of the test cords	31
7.2.2	Make reference measurements (LSPM and OCWR methods only)	31
7.2.3	Inspect and clean the ends of the fibres in the cabling	31
7.2.4	Make the measurements	32
7.2.5	Make the calculations	32
7.3	Calibration	32
7.4	Safety	32
8	Calculations	32
9	Documentation	32
9.1	Information for each test	32
9.2	Information to be made available	33
Annex A	(normative) One-cord reference method	34
A.1	Applicability of test method	34
A.2	Apparatus	34
A.3	Procedure	34
A.4	Calculation	35
A.5	Components of reported attenuation	36
Annex B	(normative) Three-cord reference method	37
B.1	Applicability of test method	37
B.2	Apparatus	37
B.3	Procedure	37
B.4	Calculations	38
B.5	Components of reported attenuation	38
Annex C	(normative) Two-cord reference method	39
C.1	Applicability of test method	39
C.2	Apparatus	39
C.3	Procedure	39
C.4	Calculations	41
C.5	Components of reported attenuation	41
Annex D	(normative) Equipment cord method	42
D.1	Applicability of the test method	42
D.2	Apparatus	42
D.3	Procedure	42
D.4	Calculation	43
D.5	Components of reported attenuation	44
Annex E	(normative) Optical time domain reflectometer	45
E.1	Applicability of test method	45
E.2	Apparatus	45
E.2.1	General	45
E.2.2	OTDR	45
E.2.3	Test cords	45
E.3	Procedure (test method)	46
E.4	Calculation of attenuation	47
E.4.1	General	47
E.4.2	Connection location	47
E.4.3	Definition of the power levels F_1 and F_2	48
E.4.4	Alternative calculation	49
E.5	Calculation of optical return loss	51

E.6	Calculation of reflectance for discrete components	53
E.7	OTDR uncertainties	55
Annex F (normative)	Continuous wave optical return loss measurement – Method A.....	56
F.1	Applicability of test method	56
F.2	Apparatus	56
F.2.1	General	56
F.2.2	Light source.....	56
F.2.3	Branching device or coupler	56
F.2.4	Power meters	57
F.2.5	Connector interface	57
F.2.6	Low reflection termination.....	57
F.3	Procedure	57
F.3.1	Test set characterization.....	57
F.3.2	Measurement procedure	59
F.3.3	Calculations.....	59
Annex G (normative)	Continuous wave optical return loss measurement – Method B.....	61
G.1	Applicability of test method	61
G.2	Apparatus	61
G.2.1	General requirements	61
G.2.2	Known reflectance termination.....	61
G.3	Procedure	62
G.3.1	Set-up characterization.....	62
G.3.2	Measurement procedure	62
G.3.3	Calculation	63
Annex H (normative)	On the use of reference-grade test cords	64
H.1	General.....	64
H.2	Practical configurations and assumptions.....	64
H.2.1	Component specifications	64
H.2.2	Conventions	65
H.2.3	Reference planes	65
H.3	Impact of using reference-grade test cords for recommended LSPM methods.....	66
H.4	Examples for LSPM measurements.....	66
H.4.1	Example 1 (configuration A, one-cord method, Annex A)	66
H.4.2	Example 2 (configuration B, three-cord method, Annex B)	67
H.4.3	Example 3 (configuration C, two-cord method, Annex C)	67
H.4.4	Example 4 – Long haul system (one-cord reference method).....	68
H.5	Impact of using reference-grade test cords for different configurations using the OTDR test method	68
H.5.1	Cabling configurations A, B and C	68
H.5.2	Cabling configuration D	69
Annex I (informative)	OTDR configuration information.....	71
I.1	Introductory remarks	71
I.2	Fundamental parameters that define the operational capability of an OTDR.....	72
I.2.1	Dynamic range	72
I.2.2	Dynamic margin.....	72
I.2.3	Pulse width.....	72
I.2.4	Averaging time	72
I.2.5	Dead zone	72
I.3	Other parameters.....	73

1.3.1	Index of refraction.....	73
1.3.2	Measurement range.....	73
1.3.3	Distance sampling.....	73
1.4	Other measurement configurations.....	73
1.4.1	General.....	73
1.4.2	Macrobend attenuation measurement.....	73
1.4.3	Splice attenuation measurement.....	74
1.4.4	Measurement with high reflection connectors or short length cabling.....	74
1.4.5	Ghost.....	76
1.5	More on the measurement method.....	77
1.6	Bi-directional measurement.....	78
1.7	OTDR bi-directional trace analysis.....	79
1.8	Non-recommended practices.....	80
1.8.1	Measurement without tail cord.....	80
1.8.2	Two cursors measurement.....	80
Annex J (informative)	Test cord attenuation verification.....	81
J.1	Introductory remarks.....	81
J.2	Apparatus.....	81
J.3	Procedure.....	81
J.3.1	General.....	81
J.3.2	Test cord verification for the one-cord and two-cord reference test methods when using non-pinned or unpinned and non-plug or socket style connectors.....	82
J.3.3	Test cord verification for the one-cord and two-cord reference test methods using pinned-to-unpinned or plug-to-socket style connectors.....	83
J.3.4	Test cord verification for the three-cord reference test method using non-pinned or unpinned and non-plug or socket style connectors.....	85
J.3.5	Test cord verification for the three-cord reference test method using pinned-to-unpinned or plug-to-socket style connectors.....	87
Annex K (informative)	Spectral attenuation measurement.....	89
K.1	Applicability of test method.....	89
K.2	Apparatus.....	89
K.2.1	Broadband light source.....	89
K.2.2	Optical spectrum analyser.....	89
K.3	Procedure.....	90
K.3.1	Reference scan.....	90
K.3.2	Measurement scan.....	90
K.4	Calculations.....	90
Bibliography.....		91
Figure 1 – Connector symbols.....		15
Figure 2 – Symbol for cabling under test.....		16
Figure 3 – Configuration A – Start and end of measured attenuations in RTM.....		19
Figure 4 – Configuration B – Start and end of measured attenuations in RTM.....		20
Figure 5 – Configuration C – Start and end of measured attenuations in RTM.....		20
Figure 6 – Configuration D – Start and end of measured attenuations in RTM.....		21
Figure 7 – Typical OTDR schematic diagram.....		29
Figure 8 – Illustration of return loss test set.....		30

Figure A.1 – One-cord reference measurement.....	35
Figure A.2 – One-cord test measurement.....	35
Figure B.1 – Three-cord reference measurement	37
Figure B.2 – Three-cord test measurement	38
Figure C.1 – Two-cord reference measurement.....	40
Figure C.2 – Two-cord test measurement.....	40
Figure C.3 – Two-cord test measurement for plug-to-socket style connectors	40
Figure D.1 – Reference measurement.....	43
Figure D.2 – Test measurement.....	43
Figure E.1 – Test measurement for OTDR method	47
Figure E.2 – Location of the cabling under test ports	48
Figure E.3 – Graphic construction of F_1 and F_2	49
Figure E.4 – Graphic construction of F_1 , F_{11} , F_{21} and F_2	51
Figure E.5 – Graphic representation of OTDR ORL measurement.....	53
Figure E.6 – Graphic representation of reflectance measurement	54
Figure F.1 – Return loss test set illustration	56
Figure F.2 – Measurement of the system internal attenuation P_{ref2}	58
Figure F.3 – Measurement of the system internal attenuation P_{ref1}	58
Figure F.4 – Measurement of the system reflected power P_{rs}	58
Figure F.5 – Measurement of the input power P_{in}	59
Figure F.6 – Measurement of the reflected power P_r	59
Figure G.1 – Return loss test set illustration	61
Figure G.2 – Measurement of P_{rs} with reflections suppressed	62
Figure G.3 – Measurement of P_{ref} with reference reflector.....	62
Figure G.4 – Measurement of the system reflected power P_{rs}	63
Figure G.5 – Measurement of the reflected power P_r	63
Figure H.1 – Cabling configurations A, B and C tested with the OTDR method.....	68
Figure H.2 – Cabling configuration D tested with the OTDR method.....	70
Figure I.1 – Splice and macrobend attenuation measurement	74
Figure I.2 – Attenuation measurement with high reflection connectors	75
Figure I.3 – Attenuation measurement of a short length cabling	76
Figure I.4 – OTDR trace with ghost.....	77
Figure I.5 – Cursor positioning	78
Figure I.6 – Bi-directional OTDR trace display	79
Figure I.7 – Bi-directional OTDR trace attenuation analysis	80
Figure J.1 – Obtaining reference power level P_0	83
Figure J.2 – Obtaining power level P_1	83
Figure J.3 – Obtaining reference power level P_0	84
Figure J.4 – Obtaining power level P_1	84
Figure J.5 – Obtaining reference power level P_0	85

Figure J.6 – Obtaining power level P_1	85
Figure J.7 – Obtaining reference power level P_0	86
Figure J.8 – Obtaining power level P_1	87
Figure J.9 – Obtaining power level P_6	87
Figure J.10 – Obtaining reference power level P_0	88
Figure J.11 – Obtaining power level P_1	88
Figure K.1 – Result of spectral attenuation measurement	90
Table 1 – Cabling configurations	18
Table 2 – Test methods and configurations	21
Table 3 – Test limit adjustment and uncertainty related to test cord connector grade	23
Table 4 – Uncertainty for given fibre length and attenuation at 1 310 nm, 1 550 nm and 1 625 nm	25
Table 5 – Uncertainty for a given fibre length at 1 310 nm and 1 550 nm using an OTDR	26
Table 6 – Spectral requirements	27
Table E.1 – Typical launch and tail cord lengths	46
Table H.1 – Expected attenuation for examples	65
Table H.2 – Test limit adjustment when using reference-grade test cords	66
Table H.3 – Test limit adjustment when using reference-grade test cords – OTDR test method	69
Table I.1 – Example of effective group index of refraction values	73

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE-OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 4-2: Installed cabling plant – Single-mode attenuation and optical return loss measurements

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 61280-4-2 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) addition of the equipment cord method;
- b) addition of test limit adjustment related to test cord grades;
- c) refinements on measurement uncertainties.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
86C/1912/FDIS	86C/1916/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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 this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

INTRODUCTION

This document is part of a series of IEC standards for measurements of installed fibre optic cabling plants. This document is applicable for the measurement of installed single-mode fibres.

Cabling design standards such as ISO/IEC 11801-1 provide general requirements for this type of cabling. These standards support cabling lengths of up to 2 km for commercial premises and data centres and up to 10 km for industrial premises. ISO/IEC 14763-3, which supports ISO/IEC 11801-1, normatively references IEC 61280-4-2.

Various recommendations from ITU-T have requirements for longer distance applications, including short haul (40 km), long haul (80 km), and ultra-long haul (160 km). The testing of cabling plant for these applications is covered in ITU-T Recommendation G.650.3, which refers to the test methods of this document.

FIBRE-OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 4-2: Installed cabling plant – Single-mode attenuation and optical return loss measurements

1 Scope

This part of IEC 61280 is applicable to the measurements of attenuation and optical return loss of an installed optical fibre cabling plant using single-mode fibre. This cabling plant can include single-mode 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.

This document is applicable to all single-mode fibre types including those designated by IEC 60793-2-50 as Class B fibres.

The principles of this document can be applied to cabling plants containing branching devices (splitters) and at specific wavelength ranges in situations where passive wavelength selective components are deployed, such as WDM, CWDM and DWDM devices.

This document is not intended to apply to cabling plants that include active devices such as fibre amplifiers or dynamic channel equalizers.

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 (OFCSs)*

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 61746-1:2009, *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 1: OTDR for single-mode fibres*

IEC TR 62627-01, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 01: Fibre optic connector cleaning methods*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	100
INTRODUCTION.....	102
1 Domaine d'application	103
2 Références normatives	103
3 Termes, définitions, symboles graphiques et abréviations.....	104
3.1 Termes et définitions	104
3.2 Symboles graphiques.....	107
3.3 Abréviations.....	108
4 Méthodes de mesure	109
4.1 Généralités	109
4.1.1 Structure du document.....	109
4.1.2 Affaiblissement	109
4.1.3 Affaiblissement de réflexion optique	110
4.2 Configurations de câblage et méthodes d'essai applicables	110
4.2.1 Configurations de câblage et méthodes d'essai applicables pour les mesures de l'affaiblissement.....	110
4.2.2 Configurations de câblage et méthodes d'essai applicables pour les mesures de l'affaiblissement de réflexion optique	114
5 Vue d'ensemble des incertitudes pour les mesures de l'affaiblissement.....	114
5.1 Généralités	114
5.2 Sources d'incertitudes significatives.....	115
5.3 Prise en compte de l'appareil de mesure de la puissance	115
5.4 Facteurs à prendre en compte pour la classe de cordon et de connecteur d'essai.....	115
5.4.1 Généralités	115
5.4.2 Variation du diamètre de champ de mode	116
5.5 Réflexions sur d'autres interfaces	116
5.6 Source optique.....	116
5.7 Référence de puissance de sortie	116
5.8 Mesures bidirectionnelles.....	116
5.9 Incertitudes types pour les méthodes d'affaiblissement A, B, C et D	117
5.10 Valeurs d'incertitude type pour les essais d'affaiblissement des fibres unimodales pour la méthode E.....	119
6 Appareillage	119
6.1 Généralités	119
6.2 Source lumineuse optique.....	120
6.2.1 Stabilité	120
6.2.2 Caractéristiques spectrales.....	120
6.3 Cordon d'injection.....	121
6.4 Cordon de réception ou de fin	121
6.5 Cordon de remplacement	121
6.6 Appareil de mesure de la puissance – Méthodes LSPM seulement	122
6.7 Matériel OTDR.....	122
6.8 Montage d'essai pour l'affaiblissement de réflexion.....	122
6.9 Équipement de nettoyage et examen de l'extrémité des connecteurs	123
6.10 Adaptateurs	124
7 Procédures.....	124

7.1	Généralités	124
7.2	Procédures communes.....	124
7.2.1	Précautions relatives aux cordons d'essai	124
7.2.2	Réalisation des mesures de référence (méthodes LSPM et OCWR seulement)	124
7.2.3	Examen et nettoyage des extrémités des fibres du câblage	125
7.2.4	Réalisation des mesures.....	125
7.2.5	Réalisation des calculs	125
7.3	Étalonnage	125
7.4	Sécurité	125
8	Calculs	125
9	Documentation	126
9.1	Informations pour chaque essai	126
9.2	Informations à fournir.....	126
Annexe A (normative)	Méthode de référence à un seul cordon.....	127
A.1	Applicabilité de la méthode d'essai	127
A.2	Appareillage.....	127
A.3	Procédure	127
A.4	Calcul	128
A.5	Composantes de l'affaiblissement rapporté	129
Annexe B (normative)	Méthode de référence à trois cordons	130
B.1	Applicabilité de la méthode d'essai	130
B.2	Appareillage.....	130
B.3	Procédure	130
B.4	Calculs	131
B.5	Composantes de l'affaiblissement rapporté	132
Annexe C (normative)	Méthode de référence à deux cordons	133
C.1	Applicabilité de la méthode d'essai	133
C.2	Appareillage.....	133
C.3	Procédure	133
C.4	Calculs	135
C.5	Composantes de l'affaiblissement rapporté	135
Annexe D (normative)	Méthode des cordons d'équipement	137
D.1	Applicabilité de la méthode d'essai	137
D.2	Appareillage.....	137
D.3	Procédure	137
D.4	Calcul	138
D.5	Composantes de l'affaiblissement rapporté	139
Annexe E (normative)	Réflectomètre optique dans le domaine temporel	140
E.1	Applicabilité de la méthode d'essai	140
E.2	Appareillage.....	140
E.2.1	Généralités	140
E.2.2	OTDR	140
E.2.3	Cordons d'essai.....	141
E.3	Procédure (méthode d'essai)	142
E.4	Calcul de l'affaiblissement	142
E.4.1	Généralités	142
E.4.2	Emplacement des connexions.....	143

E.4.3	Définition des niveaux de puissance F_1 et F_2	144
E.4.4	Calcul alternatif	144
E.5	Calcul de l'affaiblissement de réflexion optique	146
E.6	Calcul de la réflectance pour des composants discrets	148
E.7	Incertitudes de l'OTDR	150
Annexe F (normative) Mesure de l'affaiblissement de réflexion optique à ondes entretenues – Méthode A		151
F.1	Applicabilité de la méthode d'essai	151
F.2	Appareillage	151
F.2.1	Généralités	151
F.2.2	Source lumineuse optique	151
F.2.3	Coupleur optique ou coupleur	152
F.2.4	Appareils de mesure de la puissance	152
F.2.5	Interface de connecteur	152
F.2.6	Terminaison basse réflexion	152
F.3	Procédure	152
F.3.1	Caractérisation du montage d'essai	152
F.3.2	Procédure de mesure	154
F.3.3	Calculs	155
Annexe G (normative) Mesure de l'affaiblissement de réflexion optique à ondes entretenues – Méthode B		156
G.1	Applicabilité de la méthode d'essai	156
G.2	Appareillage	156
G.2.1	Exigences générales	156
G.2.2	Terminaison de réflectance connue	156
G.3	Procédure	157
G.3.1	Caractérisation du montage	157
G.3.2	Procédure de mesure	157
G.3.3	Calcul	158
Annexe H (normative) Utilisation des cordons d'essai de classe de référence		159
H.1	Généralités	159
H.2	Configurations pratiques et hypothèses	159
H.2.1	Spécifications des composants	159
H.2.2	Conventions	160
H.2.3	Plans de référence	161
H.3	Conséquences de l'utilisation des cordons d'essai de classe de référence pour les méthodes LSPM recommandées	161
H.4	Exemples de mesures LSPM	162
H.4.1	Exemple 1 (configuration A, méthode à un seul cordon, Annexe A)	162
H.4.2	Exemple 2 (configuration B, méthode à trois cordons, Annexe B)	162
H.4.3	Exemple 3 (configuration C, méthode à deux cordons, Annexe C)	163
H.4.4	Exemple 4 – Système à longue distance (méthode de référence à un seul cordon)	163
H.5	Impact de l'utilisation des cordons d'essai de classe de référence pour différentes configurations utilisant la méthode d'essai par OTDR	164
H.5.1	Configurations de câblage A, B et C	164
H.5.2	Configuration de câblage D	165
Annexe I (informative) Informations de configuration de l'OTDR		167
I.1	Remarques préliminaires	167

I.2	Paramètres fondamentaux définissant la capacité opérationnelle d'un OTDR	168
I.2.1	Plage dynamique	168
I.2.2	Marge dynamique	168
I.2.3	Largeur d'impulsion	168
I.2.4	Temps d'intégration	168
I.2.5	Zone morte	168
I.3	Autres paramètres	169
I.3.1	Indice de réfraction	169
I.3.2	Plage de mesure	169
I.3.3	Échantillonnage en distance	169
I.4	Autres configurations de mesure	170
I.4.1	Généralités	170
I.4.2	Mesure de l'affaiblissement des macrocourbures	170
I.4.3	Mesure de l'affaiblissement des épissures	171
I.4.4	Mesure avec des connecteurs à forte réflexion ou un câblage court	171
I.4.5	Réflexions fantômes	172
I.5	Informations complémentaires sur la méthode de mesure	173
I.6	Mesure bidirectionnelle	174
I.7	Analyse de la trace d'un OTDR bidirectionnel	175
I.8	Pratiques non recommandées	176
I.8.1	Mesure sans cordon de fin	176
I.8.2	Mesure de deux curseurs	177
Annexe J (informative)	Vérification de l'affaiblissement d'un cordon d'essai	178
J.1	Remarques préliminaires	178
J.2	Appareillage	178
J.3	Procédure	178
J.3.1	Généralités	178
J.3.2	Vérification des cordons d'essai pour les méthodes d'essai de référence à un seul cordon et à deux cordons en utilisant des connexions de type pas broché ou non broché et sans fiche ou embase	179
J.3.3	Vérification des cordons d'essai pour les méthodes d'essai de référence à un seul cordon et à deux cordons en utilisant des connexions de type broché/non broché ou de type fiche/embase	181
J.3.4	Vérification des cordons d'essai pour la méthode d'essai de référence à trois cordons en utilisant des connecteurs de type pas broché ou non broché et sans fiche ou embase	183
J.3.5	Vérification des cordons d'essai pour la méthode d'essai de référence à trois cordons en utilisant des connecteurs de type broché/non broché ou de type fiche/embase	185
Annexe K (informative)	Mesure de l'affaiblissement spectral	187
K.1	Applicabilité de la méthode d'essai	187
K.2	Appareillage	187
K.2.1	Source lumineuse optique à large bande	187
K.2.2	Analyseur de spectre optique	187
K.3	Procédure	188
K.3.1	Balayage de référence	188
K.3.2	Balayage de mesure	188
K.4	Calculs	188
Bibliographie	189

Figure 1 – Symboles des connecteurs.....	107
Figure 2 – Symbole d'un câblage en essai.....	108
Figure 3 – Configuration A – Début et fin des affaiblissements mesurés dans la méthode d'essai de référence.....	111
Figure 4 – Configuration B – Début et fin des affaiblissements mesurés dans la méthode d'essai de référence.....	112
Figure 5 – Configuration C – Début et fin des affaiblissements mesurés dans la méthode d'essai de référence.....	112
Figure 6 – Configuration D – Début et fin de l'affaiblissement mesuré dans la méthode d'essai de référence.....	113
Figure 7 – Représentation schématique d'un OTDR.....	122
Figure 8 – Présentation d'un montage d'essai pour l'affaiblissement de réflexion.....	123
Figure A.1 – Mesure de référence à un seul cordon.....	128
Figure A.2 – Mesure d'essai à un seul cordon.....	128
Figure B.1 – Mesure de référence à trois cordons.....	131
Figure B.2 – Mesure d'essai à trois cordons.....	131
Figure C.1 – Mesure de référence à deux cordons.....	134
Figure C.2 – Mesure d'essai à deux cordons.....	134
Figure C.3 – Mesure d'essai à deux cordons pour les connecteurs de type fiche-embase.....	135
Figure D.1 – Mesure de référence.....	138
Figure D.2 – Mesure d'essai.....	138
Figure E.1 – Mesure d'essai pour la méthode par OTDR.....	142
Figure E.2 – Emplacement des accès du câblage en essai.....	143
Figure E.3 – Construction graphique de F_1 et F_2	144
Figure E.4 – Construction graphique de F_1 , F_{11} , F_{21} et F_2	146
Figure E.5 – Représentation graphique de la mesure de l'ORL d'un OTDR.....	148
Figure E.6 – Représentation graphique de la mesure de la réflectance.....	149
Figure F.1 – Présentation du montage d'essai pour l'affaiblissement de réflexion.....	151
Figure F.2 – Mesurage de l'affaiblissement interne du système P_{ref2}	153
Figure F.3 – Mesurage de l'affaiblissement interne du système P_{ref1}	153
Figure F.4 – Mesurage de la puissance réfléchie du système P_{rs}	154
Figure F.5 – Mesure de la puissance d'entrée P_{in}	154
Figure F.6 – Mesurage de la puissance réfléchie P_r	154
Figure G.1 – Présentation du montage d'essai pour l'affaiblissement de réflexion.....	156
Figure G.2 – Mesure de P_{rs} avec réflexions supprimées.....	157
Figure G.3 – Mesure de P_{ref} avec réflecteur de référence.....	157
Figure G.4 – Mesurage de la puissance réfléchie du système P_{rs}	158
Figure G.5 – Mesurage de la puissance réfléchie P_r	158
Figure H.1 – Configurations de câblage A, B et C soumises à essai en utilisant la méthode par OTDR.....	164
Figure H.2 – Configuration de câblage D soumise à essai en utilisant la méthode par OTDR.....	166

Figure I.1 – Mesure de l'affaiblissement des épissures et des macrocourbures	170
Figure I.2 – Mesure de l'affaiblissement avec des connecteurs fortement réfléchissants	171
Figure I.3 – Mesure de l'affaiblissement d'un câblage court	172
Figure I.4 – Trace de l'OTDR avec réflexion fantôme	173
Figure I.5 – Positionnement des curseurs	174
Figure I.6 – Affichage de la trace d'un OTDR bidirectionnel	176
Figure I.7 – Analyse de l'affaiblissement de la trace d'un OTDR bidirectionnel.....	176
Figure J.1 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	180
Figure J.2 – Obtention du niveau de puissance P_1	180
Figure J.3 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	181
Figure J.4 – Obtention du niveau de puissance P_1	182
Figure J.5 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	183
Figure J.6 – Obtention du niveau de puissance P_1	183
Figure J.7 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	184
Figure J.8 – Obtention du niveau de puissance P_1	185
Figure J.9 – Obtention du niveau de puissance P_6	185
Figure J.10 – Obtention du niveau de puissance de référence P_0	186
Figure J.11 – Obtention du niveau de puissance P_1	186
Figure K.1 – Résultat de mesure de l'affaiblissement spectral.....	188
Tableau 1 – Configurations du câblage	111
Tableau 2 – Méthodes et configuration des essais	114
Tableau 3 – Ajustement de la limite d'essai et incertitude relative à la classe de connecteur du cordon d'essai	115
Tableau 4 – Incertitude pour une longueur et un affaiblissement de fibre donnés à 1 310 nm, 1 550 nm et 1 625 nm.....	118
Tableau 5 – Incertitude pour une longueur de fibre donnée à 1 310 nm et 1 550 nm par OTDR	119
Tableau 6 – Exigences spectrales.....	121
Tableau E.1 – Longueurs typiques de cordons d'injection et de fin	141
Tableau H.1 – Affaiblissement attendu pour des exemples	160
Tableau H.2 – Ajustement de la limite d'essai lors de l'utilisation de cordons d'essai de classe de référence.....	162
Tableau H.3 – Ajustement des limites d'essai lors de l'utilisation de cordons d'essai de classe de référence – Méthode d'essai par OTDR.....	165
Tableau I.1 – Exemple d'indice de groupe effectif des valeurs de réfraction.....	169

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

PARTIE 4-2: Installations câblées – Mesures de l'affaiblissement de réflexion optique et de l'affaiblissement des fibres unimodales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet.

L'IEC 61280-4-2 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'étude 86 de l'IEC: Fibres optiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) ajout de la méthode des cordons d'équipement;
- b) ajout de l'ajustement de limite d'essai lié aux classes de cordons d'essai;
- c) affinements des incertitudes de mesure.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
86C/1912/FDIS	86C/1916/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document 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.

INTRODUCTION

Le présent document fait partie d'une série de normes IEC relatives aux mesures des installations câblées fibroniques. Le présent document s'applique au mesurage de fibres unimodales installées.

Les normes de conception de câblage telles que l'ISO/IEC 11801-1 donnent les exigences générales relatives à ce type de câblage. Ces normes prennent en charge des longueurs de câble pouvant atteindre 2 km pour les bâtiments commerciaux et les centres de traitement de données et 10 km pour les bâtiments industriels. L'ISO/IEC 14763-3, qui prend en charge l'ISO/IEC 11801-1, fait référence à la norme IEC 61280-4-2.

Différentes recommandations de l'UIT-T ont des exigences pour des applications sur des distances supérieures, à savoir les courtes distances (40 km), les longues distances (80 km) et les très longues distances (160 km). Les essais d'installations câblées pour ces applications sont couverts par la recommandation G.650.3 de l'UIT-T, qui fait référence aux méthodes d'essai du présent document.

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

PARTIE 4-2: Installations câblées – Mesures de l'affaiblissement de réflexion optique et de l'affaiblissement des fibres unimodales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61280 s'applique aux mesures de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion optique d'une installation câblée à fibres optiques utilisant des fibres unimodales. Cette installation câblée peut inclure des fibres optiques unimodales, 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.

Le présent document s'applique à tous les types de fibres unimodales, y compris celles désignées comme des fibres de Classe B par l'IEC 60793-2-50.

Les principes du présent document peuvent s'appliquer aux installations câblées contenant des dispositifs de commutation (répartiteurs) et sur des plages de longueurs d'onde spécifiques, dans des situations dans lesquelles sont déployés des composants passifs sélectifs en longueurs d'onde, par exemple des dispositifs WDM, CWDM et DWDM.

Le présent document n'est pas destiné à s'appliquer à des installations câblées qui incluent des dispositifs actifs tels que des amplificateurs à fibres ou des égaliseurs de canaux de transmission dynamiques.

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 télécommunications par fibres optiques (STFO)*

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

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

IEC 61746-1:2009, *Étalonnage des réflectomètres optiques dans le domaine temporel (OTDR) – Partie 1: OTDR pour fibres unimodales*

IEC TR 62627-01, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 01: Fibre optic connector cleaning methods* (disponible en anglais seulement)