IEC 60793-1-47

Edition 4.0 2017-10

REDLINE VERSION

colour inside

Optical fibres –
Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-4960-4

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 9
4 Apparatus 9
4.1 Method A – Fibre winding 9
4.2 Method B – Quarter circle bends 9
4.3 Input system 10
4.3.1 Optical source 10
4.3.2 Optical launch arrangement 10
4.4 Output system and detection 13
4.4.1 Optical divider 13
4.4.2 Optical detector 13
4.4.3 Optical detection assembly 13
4.4.4 Signal processing 13
5 Specimen 14
5.1 Specimen length 14
5.1.1 Method A – Fibre winding 14
5.1.2 Method B – Quarter circle bends 14
5.2 Specimen end face 14
6 Procedure 14
6.1 Method A – Fibre winding 14
6.1.1 General consideration 14
6.1.2 Single-mode fibres 14
6.1.3 Multimode (A1) fibres 15
6.2 Method B – Quarter circle bends 16
7 Calculations 18
8 Results 18
8.1 Information available with each measurement 18
8.2 Information available upon request 18
9 Specification information 18
Annex A (normative) Change in transmittance by transmitted power technique 20
A.1 Apparatus 20
A.1.1 General 20
A.2 Procedure 21
A.3 Calculations 21
Annex B (normative) Cut-back technique 23
B.1 General 23
B.2 Apparatus 23
B.2.1 General apparatus for all fibres 23
B.3 Procedure 23
B.4 Calculations 24
Annex C (normative) Requirements for the optical source characteristics for A1 multimode measurement 25

C.1 Encircled flux (EF) 25
C.2 Limits on encircled flux 25
Annex D (informative) Small bend radius phenomena 28
D.1 General 28
D.2 Interference between propagating and radiating modes 28
D.3 Polarization effects 30
D.4 High power damage 30
Annex E (informative) Parallel plate (2-point) macrobend loss approximation 31
E.1 General 31
E.2 Specimen 31
E.3 Apparatus 31
E.3.1 General 31
E.3.2 Stepper motor control 32
E.3.3 Movable plate 32
E.3.4 Fixed plate 32
E.4 Procedure 33
E.5 Calculation 33
E.6 Results 33
E.7 Comparison of results with normative test 34
Bibliography 36

Figure 1 – Quarter circle guide groove in plate 10
Figure 2 – General launch arrangement 10
Figure 3 – Lens system 12
Figure 4 – Launch fibre 12
Figure 5 – Mode scrambler (for A4 fibre) 12
Figure 6 – Multiple bends using stacked plates 17
Figure A.1 – Measurement of change in optical transmittance using reference specimen 20
Figure A.2 – Measurement of change in optical transmittance using stabilized source 21
Figure B.1 – Arrangement of equipment to perform loss measurement at one specified wavelength 23
Figure B.2 – Arrangement of equipment used to obtain a loss spectrum 23
Figure C.1 – Encircled flux template example 26
Figure D.1 – Loss curves versus curve fits 29
Figure E.1 – Schematic of possible (two-point bend) apparatus 32
Figure E.2 – Example of applying an exponential fit to the spectral data of a B6_a2 fibre 34
Figure E.3 – Example of 2-point bend test data for a B6_a2 fibre 34

Table 1 – Launch conditions for A2 to A4 fibres 13
Table C.1 – Threshold tolerance 26
Table C.2 – EF requirements for 50 μm core fibre cabling at 850 nm 27
Table C.3 – EF requirements for 50 μm core fibre cabling at 1 300 nm 27
Table C.4 – EF requirements for 62,5 μm core fibre cabling at 850 nm 27
Table C.5 – EF requirements for 62,5 μm core fibre cabling at 1 300 nm 27

Table E.1 – Comparison of parallel plate (2-point) versus method A macrobend loss measurement for a B6_b3 fibre at 10 mm diameter (ratio of mandrel / 2-point).....35

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

OPTICAL FIBRES –

Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss

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.

DISCLAIMER
This Redline version is not an official IEC Standard and is intended only to provide the user with an indication of what changes have been made to the previous version. Only the current version of the standard is to be considered the official document.

This Redline version provides you with a quick and easy way to compare all the changes between this standard and its previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

International Standard IEC 60793-1-47 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2009. It constitutes a technical revision.

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

a) former Annex A has been renumbered to Annex D;
b) introduction of new Annex A on the transmitted power monitoring technique;
c) introduction of Annex B on the cut-back technique;
d) introduction of Annex C on the requirements for the optical source characteristics of A1 multimode measurement;
e) introduction of Annex E on parallel plate (2-point) macrobend loss approximation.

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

FDIS	Report on voting
86A/1823/FDIS	86A/1828/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

This standard is to be read in conjunction with IEC 60793-1-1:2017.

A list of all parts of IEC 60793 series, published under the general title *Optical fibres,* 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 "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific document. At this date, the document 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.

INTRODUCTION

Publications in the IEC 60793-1 series concern measurement methods and test procedures as they apply to optical fibres.

Within the same series, several different areas are grouped, but all numbers are possibly not used, as follows:

Parts 1-10 to 1-19:	General
Parts 1-20 to 1-29:	Measurement methods and test procedures for dimensions
Parts 1-30 to 1-39:	Measurement methods and test procedures for mechanical characteristics
Parts 1-40 to 1-49:	Measurement methods and test procedures for transmission and optical characteristics
Parts 1-50 to 1-59:	Measurement methods and test procedures for environmental characteristics

OPTICAL FIBRES –

Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the macrobending loss of single-mode fibres (~~category~~ class B) at 1 550 nm or 1 625 nm, category A1 multimode fibres at 850 nm or 1 300 nm, and category A3 and A4 multimode fibres at 650 nm, 850 nm or 1 300 nm, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

This document gives two methods for measuring macrobending sensitivity:

- Method A – Fibre winding, pertains to ~~category~~ class B single-mode fibres and category A1 multimode fibres.
- Method B – Quarter circle bends, pertains to category A3 and A4 multimode fibres.

For both of these methods, ~~the optical power is measured using either~~ the macrobending loss can be measured utilizing general fibre attenuation techniques, for example the power monitoring technique (see Annex A) or the cut-back technique (see Annex B). Methods A and B are expected to produce different results if they are applied to the same fibre. This is because the key difference between the two methods is the deployment, including the bend radius and ~~amount~~ length of fibre that is bent. The reason for the difference is that A3 and A4 multimode fibres are expected to be deployed in short lengths with ~~relatively fewer~~ a smaller number of bends per unit fiber length compared to single-mode and category A1 multimode fibres.

In this document, the "curvature radius" is defined as the radius of the suitable circular shaped support (e.g. mandrel or guiding groove on a flat surface) on which the fibre can be bent.

In addition, informative Annex E has been added to approximate bend loss for class B single-mode fibres across a broad wavelength range at various effective bends.

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 60793-1 (all parts), *Optical fibres – Measurement methods and test procedures*

IEC 60793-1-1:2017, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance*

~~IEC 60793-1-40: *Optical fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*~~

~~IEC 60793-1-46: *Optical fibres – Part 1-46: Measurement methods and test procedures – Monitoring of changes in optical transmittance*~~

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

IEC 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

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

IEC 61280-4-1, *Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cable plant ~~and links~~ – Multimode ~~fibre-optic cable plant~~ attenuation measurement*

IEC 60793-1-47

Edition 4.0 2017-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Optical fibres –
Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss

Fibres optiques –
Partie 1-47: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Pertes par macrocourbures



IEC 60793-1-47:2017-10(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 9
4 Apparatus 9
4.1 Method A – Fibre winding 9
4.2 Method B – Quarter circle bends 9
4.3 Input system 10
4.3.1 Optical source 10
4.3.2 Optical launch arrangement 10
4.4 Output system and detection 12
4.4.1 Optical divider 12
4.4.2 Optical detector 12
4.4.3 Optical detection assembly 13
4.4.4 Signal processing 13
5 Specimen 13
5.1 Specimen length 13
5.1.1 Method A – Fibre winding 13
5.1.2 Method B – Quarter circle bends 13
5.2 Specimen end face 13
6 Procedure 13
6.1 Method A – Fibre winding 13
6.1.1 General consideration 13
6.1.2 Single-mode fibres 14
6.1.3 Multimode (A1) fibres 15
6.2 Method B – Quarter circle bends 15
7 Calculations 17
8 Results 17
8.1 Information available with each measurement 17
8.2 Information available upon request 17
9 Specification information 17
Annex A (normative) Change in transmittance by transmitted power technique 19
A.1 Apparatus 19
A.1.1 General 19
A.2 Procedure 20
A.3 Calculations 20
Annex B (normative) Cut-back technique 22
B.1 General 22
B.2 Apparatus 22
B.2.1 General apparatus for all fibres 22
B.3 Procedure 22
B.4 Calculations 23
Annex C (normative) Requirements for the optical source characteristics for A1 multimode measurement 24

C.1 Encircled flux (EF) 24
C.2 Limits on encircled flux 24
Annex D (informative) Small bend radius phenomena 27
D.1 General 27
D.2 Interference between propagating and radiating modes 27
D.3 Polarization effects 29
D.4 High power damage 29
Annex E (informative) Parallel plate (2-point) macrobend loss approximation 30
E.1 General 30
E.2 Specimen 30
E.3 Apparatus 30
E.3.1 General 30
E.3.2 Stepper motor control 31
E.3.3 Movable plate 31
E.3.4 Fixed plate 31
E.4 Procedure 32
E.5 Calculation 32
E.6 Results 32
E.7 Comparison of results with normative test 33
Bibliography 35

Figure 1 – Quarter circle guide groove in plate 9
Figure 2 – General launch arrangement 10
Figure 3 – Lens system 11
Figure 4 – Launch fibre 11
Figure 5 – Mode scrambler (for A4 fibre) 12
Figure 6 – Multiple bends using stacked plates 16
Figure A.1 – Measurement of change in optical transmittance using reference specimen 19
Figure A.2 – Measurement of change in optical transmittance using stabilized source 20
Figure B.1 – Arrangement of equipment to perform loss measurement at one specified wavelength 22
Figure B.2 – Arrangement of equipment used to obtain a loss spectrum 22
Figure C.1 – Encircled flux template example 25
Figure D.1 – Loss curves versus curve fits 28
Figure E.1 – Schematic of possible (two-point bend) apparatus 31
Figure E.2 – Example of applying an exponential fit to the spectral data of a B6_a2 fibre 33
Figure E.3 – Example of 2-point bend test data for a B6_a2 fibre 33

Table 1 – Launch conditions for A2 to A4 fibres 12
Table C.1 – Threshold tolerance 25
Table C.2 – EF requirements for 50 μm core fibre cabling at 850 nm 26
Table C.3 – EF requirements for 50 μm core fibre cabling at 1 300 nm 26
Table C.4 – EF requirements for 62,5 μm core fibre cabling at 850 nm 26
Table C.5 – EF requirements for 62,5 μm core fibre cabling at 1 300 nm 26

Table E.1 – Comparison of parallel plate (2-point) versus method A macrobend loss measurement for a B6_b3 fibre at 10 mm diameter (ratio of mandrel / 2-point).....34

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

OPTICAL FIBRES –

Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss

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.

International Standard IEC 60793-1-47 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2009. It constitutes a technical revision.

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

a) former Annex A has been renumbered to Annex D;
b) introduction of new Annex A on the transmitted power monitoring technique;
c) introduction of Annex B on the cut-back technique;
d) introduction of Annex C on the requirements for the optical source characteristics of A1 multimode measurement;
e) introduction of Annex E on parallel plate (2-point) macrobend loss approximation.

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

FDIS	Report on voting
86A/1823/FDIS	86A/1828/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

This standard is to be read in conjunction with IEC 60793-1-1:2017.

A list of all parts of IEC 60793 series, published under the general title *Optical fibres,* 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 "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific document. At this date, the document 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.

INTRODUCTION

Publications in the IEC 60793-1 series concern measurement methods and test procedures as they apply to optical fibres.

Within the same series, several different areas are grouped, but all numbers are possibly not used, as follows:

Parts 1-10 to 1-19:	General
Parts 1-20 to 1-29:	Measurement methods and test procedures for dimensions
Parts 1-30 to 1-39:	Measurement methods and test procedures for mechanical characteristics
Parts 1-40 to 1-49:	Measurement methods and test procedures for transmission and optical characteristics
Parts 1-50 to 1-59:	Measurement methods and test procedures for environmental characteristics

OPTICAL FIBRES –

Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the macrobending loss of single-mode fibres (class B) at 1 550 nm or 1 625 nm, category A1 multimode fibres at 850 nm or 1 300 nm, and category A3 and A4 multimode fibres at 650 nm, 850 nm or 1 300 nm, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

This document gives two methods for measuring macrobending sensitivity:

- Method A – Fibre winding, pertains to class B single-mode fibres and category A1 multimode fibres.
- Method B – Quarter circle bends, pertains to category A3 and A4 multimode fibres.

For both of these methods, the macrobending loss can be measured utilizing general fibre attenuation techniques, for example the power monitoring technique (see Annex A) or the cut-back technique (see Annex B). Methods A and B are expected to produce different results if they are applied to the same fibre. This is because the key difference between the two methods is the deployment, including the bend radius and length of fibre that is bent. The reason for the difference is that A3 and A4 multimode fibres are expected to be deployed in short lengths with a smaller number of bends per unit fiber length compared to single-mode and category A1 multimode fibres.

In this document, the "curvature radius" is defined as the radius of the suitable circular shaped support (e.g. mandrel or guiding groove on a flat surface) on which the fibre can be bent.

In addition, informative Annex E has been added to approximate bend loss for class B single-mode fibres across a broad wavelength range at various effective bends.

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 60793-1 (all parts), *Optical fibres – Measurement methods and test procedures*

IEC 60793-1-1:2017, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance*

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

IEC 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

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

IEC 61280-4-1, *Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cable plant– Multimode attenuation measurement*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 39
INTRODUCTION 41
1 Domaine d'application 42
2 Références normatives 42
3 Termes et définitions 43
4 Appareillage 43
4.1 Méthode A – Enroulement de fibre 43
4.2 Méthode B – Courbures d'un quart de cercle 43
4.3 Système d'entrée 44
4.3.1 Source optique 44
4.3.2 Configuration de l'injection optique 44
4.4 Système de sortie et détection 47
4.4.1 Diviseur optique 47
4.4.2 Détecteur optique 47
4.4.3 Ensemble de détection optique 47
4.4.4 Traitement du signal 48
5 Spécimen 48
5.1 Longueur des spécimens 48
5.1.1 Méthode A – Enroulement de fibre 48
5.1.2 Méthode B – Courbures d'un quart de cercle 48
5.2 Extrémités du spécimen 48
6 Procédure 48
6.1 Méthode A – Enroulement de fibre 48
6.1.1 Considérations générales 48
6.1.2 Fibres unimodales 49
6.1.3 Fibres multimodales (A1) 50
6.2 Méthode B – Courbures d'un quart de cercle 51
7 Calculs 52
8 Résultats 53
8.1 Informations nécessaires pour chaque mesure 53
8.2 Informations disponibles sur demande 53
9 Informations à mentionner dans la spécification 53
Annexe A (normative) Variation du facteur de transmission par la technique de la puissance transmise 54
A.1 Appareillage 54
A.1.1 Généralités 54
A.2 Procédure 55
A.3 Calculs 55
Annexe B (normative) Technique de la fibre coupée 57
B.1 Généralités 57
B.2 Appareillage 57
B.2.1 Appareillage général pour toutes les fibres 57
B.3 Procédure 58
B.4 Calculs 58

Annexe C (normative) Exigences relatives aux caractéristiques de la source optique pour une mesure des fibres multimodales de catégorie A1 59
C.1 Flux inscrit 59
C.2 Limites du flux inscrit 59
Annexe D (informative) Phénomènes liés aux petits rayons de courbure 63
D.1 Généralités 63
D.2 Interférence entre les modes de propagation et les modes de rayonnement 63
D.3 Effets de la polarisation 65
D.4 Détérioration due à une puissance élevée 65
Annexe E (informative) Approximation des pertes par macrocourbures utilisant des plaques parallèles (deux points) 66
E.1 Généralités 66
E.2 Spécimen 66
E.3 Appareillage 66
E.3.1 Généralités 66
E.3.2 Commande du moteur pas à pas 67
E.3.3 Plaque mobile 67
E.3.4 Plaque fixe 68
E.4 Procédure 68
E.5 Calcul 68
E.6 Résultats 68
E.7 Comparaison des résultats avec ceux des essais normatifs 69
Bibliographie 71

Figure 1 – Rainure de guidage d'un quart de cercle sur la plaque 44
Figure 2 – Configuration générale d'injection 45
Figure 3 – Système de lentille 46
Figure 4 – Fibre d'injection 46
Figure 5 – Embrouilleur de mode (pour une fibre A4) 46
Figure 6 – Courbures multiples avec utilisation de plaques superposées 51
Figure A.1 – Mesure de la variation du facteur de transmission optique avec un spécimen de référence 54
Figure A.2 – Mesure de la variation du facteur de transmission optique avec une source stabilisée 55
Figure B.1 – Montage pour mesurer les pertes à une longueur d'onde spécifique 57
Figure B.2 – Montage pour mesurer le spectre des pertes 57
Figure C.1 – Exemple de modèle de flux inscrit 61
Figure D.1 – Courbes des pertes en fonction des ajustements des courbes 64
Figure E.1 – Schéma d'appareillage possible (courbure en deux points) 67
Figure E.2 – Exemple d'ajustement à une courbe exponentielle des données spectrales d'une fibre B6_a2 69
Figure E.3 – Exemple de données d'essai de courbure en 2 points d'une fibre B6_a2 69

Tableau 1 – Conditions d'injection pour des fibres A2 à A4 47
Tableau C.1 – Seuil de tolérance 60
Tableau C.2 – Exigences sur le flux inscrit pour un câblage de fibres à cœur de 50 μm à 850 nm 61

Tableau C.3 – Exigences sur le flux inscrit pour un câblage de fibres à cœur de 50 μm à 1 300 nm 62
Tableau C.4 – Exigences sur le flux inscrit pour un câblage de fibres à cœur de 62,5 μm à 850 nm 62
Tableau C.5 – Exigences sur le flux inscrit pour un câblage de fibres à cœur de 62,5 μm à 1 300 nm 62
Tableau E.1 – Comparaison de la mesure des pertes par macrocourbures utilisant des plaques parallèles (deux points) et de la mesure de la méthode A pour une fibre B6_b3 à un diamètre de 10 mm (rapport mandrin / 2 points) 70

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-47: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Pertes par macrocourbures

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.

La Norme internationale IEC 60793-1-47 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition publiée en 2009 dont elle constitue une révision technique.

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

a) l'Annexe A a été renumérotée Annexe D;
b) une nouvelle Annexe A portant sur la technique de la mesure de la puissance transmise a été introduite;
c) l'Annexe B portant sur la technique de la fibre coupée a été introduite;

d) l'Annexe C portant sur les exigences relatives aux caractéristiques des sources optiques pour une mesure des fibres multimodales de catégorie A1 a été introduite;

e) l'Annexe E portant sur l'approximation des pertes par macrocourbures utilisant des plaques parallèles (deux points) a été introduite.

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

FDIS	Rapport de vote
86A/1823/FDIS	86A/1828/RVD

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

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

La présente norme doit être lue conjointement avec l'IEC 60793-1-1:2017.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60793, publiées sous le titre général *Fibres optiques*, peut être consultée sur 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 "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

INTRODUCTION

Les publications de la série IEC 60793-1 concernent les méthodes de mesure et les procédures d'essai applicables aux fibres optiques.

Au sein de cette même série, plusieurs domaines différents sont regroupés comme suit, mais tous les numéros peuvent ne pas être utilisés:

Parties 1-10 à 1-19:	Généralités
Parties 1-20 à 1-29:	Méthodes de mesure et procédures d'essai pour les dimensions
Parties 1-30 à 1-39:	Méthodes de mesure et procédures d'essai pour les caractéristiques mécaniques
Parties 1-40 à 1-49:	Méthodes de mesure et procédures d'essai pour la transmission et les caractéristiques optiques
Parties 1-50 à 1-59:	Méthodes de mesure et procédures d'essai pour les caractéristiques d'environnement

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-47: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Pertes par macrocourbures

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60793 établit des exigences uniformes pour la mesure des pertes par macrocourbures pour les fibres optiques unimodales (classe B) à 1 550 nm ou 1 625 nm, pour les fibres multimodales de catégorie A1 à 850 nm ou 1 300 nm, et les fibres multimodales des catégories A3 et A4 à 650 nm, 850 nm ou 1 300 nm, contribuant ainsi au contrôle des fibres et câbles dans des relations commerciales.

Le présent document décrit deux méthodes destinées à mesurer la sensibilité aux macrocourbures:

- Méthode A – Enroulement de fibre, se rapporte aux fibres unimodales de classe B et aux fibres multimodales de catégorie A1.
- Méthode B – Courbures d'un quart de cercle, se rapporte aux fibres multimodales de catégories A3 et A4.

Pour les deux méthodes, les pertes par macrocourbures peuvent être mesurées par des techniques générales d'affaiblissement des fibres, par exemple la technique de mesure de la puissance (voir Annexe A) ou la technique de la fibre coupée (voir Annexe B). Les méthodes A et B sont susceptibles de produire des résultats différents si elles sont appliquées à la même fibre. Ceci est dû au fait que la différence fondamentale entre les deux méthodes réside dans la façon de les déployer, comprenant à la fois le rayon de courbure et la longueur de fibre courbée. La raison de cette différence repose sur le fait que les fibres multimodales des catégories A3 et A4 sont conçues pour être installées sur de petites longueurs et avec un faible nombre de courbures par unité de longueur de fibre par rapport aux fibres unimodales et aux fibres multimodales de la catégorie A1.

Dans le présent document, le "rayon de courbure" est défini comme le rayon du support adapté de forme circulaire (par exemple, un mandrin ou une rainure de guidage sur une surface plane) sur lequel la fibre peut être courbée.

En outre, l'Annexe E (informative) a été ajoutée pour présenter une approximation des pertes par courbures pour des fibres unimodales de classe B sur une large plage de longueurs d'onde pour différentes courbures effectives.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60793-1 (toutes les parties), *Fibres optiques – Méthodes de mesure et procédures d'essai*

IEC 60793-1-1:2017, *Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance* (disponible en anglais seulement)

IEC 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités*

IEC 60793-2-10, *Fibres optiques – Partie 2-10: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de catégorie A1*

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 61280-4-1, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 4-1: Installations câblées – Mesure de l'affaiblissement en multimodal*