

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibres –
Part 1-40: Attenuation measurement methods**

**Fibres optiques –
Partie 1-40: Méthodes de mesurage de l'affaiblissement**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-6593-2

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	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Calibration requirements.....	9
5 Reference test method	9
6 Apparatus.....	9
7 Sampling and specimens	9
7.1 Specimen length	9
7.2 Specimen end face	9
8 Procedure.....	9
9 Calculations.....	9
9.1 Methods A and B	9
9.2 Method C	9
9.3 Method D	9
10 Results	9
10.1 Information available with each measurement	9
10.2 Information available upon request	10
10.3 Method-specific additional information	10
11 Specification information	10
Annex A (normative) Requirements specific to method A – Cut-back	11
A.1 General.....	11
A.2 Apparatus	11
A.2.1 General apparatus for all fibres.....	11
A.2.2 Launch apparatus for all single-mode fibres.....	13
A.2.3 Launch apparatus for A1 multimode fibres	14
A.2.4 Launch apparatus for A2 to A4 multimode fibres	16
A.2.5 Calibration requirements.....	17
A.3 Procedure	18
A.4 Calculations	18
Annex B (normative) Requirements specific to method B – Insertion loss.....	19
B.1 General.....	19
B.2 Apparatus	19
B.2.1 General set-ups	19
B.2.2 Apparatus common to method A (cut-back).....	19
B.2.3 Additional apparatus specific to method B (insertion-loss)	19
B.2.4 Calibration requirements.....	19
B.3 Procedure	19
B.4 Calculations	20
Annex C (normative) Requirements specific to method C – Backscattering	21
C.1 General.....	21
C.2 Apparatus	21
C.2.1 General	21
C.2.2 Optical transmitter	22
C.2.3 Launch conditions.....	22

C.2.4	Optical splitter	22
C.2.5	Optical receiver	22
C.2.6	Pulse duration and repetition rate	22
C.2.7	Signal processor.....	22
C.2.8	Display	23
C.2.9	Data interface (optional)	23
C.2.10	Reflection controller (optional).....	23
C.2.11	Splices and connectors.....	23
C.3	Sampling and specimens	23
C.4	Procedure	23
C.4.1	General	23
C.4.2	Further steps for measuring attenuation.....	25
C.4.3	Further steps for measuring point discontinuities	25
C.4.4	Calibration	27
C.5	Calculations	27
C.6	Results	27
Annex D (normative) Requirements specific to method D – Spectral attenuation modelling		28
D.1	General.....	28
D.2	Apparatus	28
D.3	Sampling and specimens	28
D.4	Procedure	28
D.5	Calculations	29
D.6	Results	29
Annex E (informative) Examples of short cable test results on A1 multimode fibres		31
Bibliography.....		33
Figure A.1 – Arrangement of equipment for loss measurement at a specified wavelength		11
Figure A.2 – Arrangement of equipment used to obtain loss spectrum		12
Figure A.3 – General launch arrangement.....		12
Figure A.4 – Limited phase space launch optics.....		15
Figure A.5 – Two examples of optical fibre scramblers.....		16
Figure A.6 – Lens system		16
Figure A.7 – Launch fibre.....		17
Figure A.8 – Mode scrambler (for A.4 fibre)		17
Figure A.9 – A wide-spectrum source (line "b") could lead to attenuation measurement errors due to sharp variations on spectral attenuation of polymer-core fibres (line "a").....		18
Figure B.1 – Calibration of insertion loss measurement set		20
Figure B.2 – Measurement of insertion loss		20
Figure C.1 – Block diagram of an OTDR		21
Figure C.2 – Schematic OTDR trace for a "uniform" specimen preceded by a dead-zone fibre		24
Figure C.3 – Schematic OTDR trace for a "uniform" specimen not preceded by a dead-zone fibre		24
Figure C.4 – Schematic OTDR trace showing apparent loss due to point discontinuities, one reflective and one non-reflective		26

Figure C.5 – Schematic of an expanded OTDR trace showing two point discontinuities, one with apparent gain, and another with no apparent loss or gain	26
Figure E.1 – Example of attenuation coefficient tests on A1a.1 fibre	31
Figure E.2 – Example of attenuation coefficient tests on A1a.3 fibre	31
Figure E.3 – Example of attenuation coefficient tests on A1b fibre	32
Table A.1 – Size examples	15
Table A.2 – Launch conditions for A2 to A4 fibres	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –**Part 1-40: Attenuation measurement methods**

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 60793-1-40 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2001. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Improvement of the description of measurement details for B6 fibre;
- b) Improvement of the calibration requirements for A4 fibre;
- c) Introduction of Annex E describing examples of short cable test results on A1 multimode fibres.

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

FDIS	Report on voting
86A/1909/FDIS	86A/1927/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.

A list of all parts in the 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.

OPTICAL FIBRES –

Part 1-40: Attenuation measurement methods

1 Scope

This part of IEC 60793 establishes uniform requirements for measuring the attenuation of optical fibre, thereby assisting in the inspection of fibres and cables for commercial purposes.

Four methods are described for measuring attenuation, one being that for modelling spectral attenuation:

- method A: cut-back;
- method B: insertion loss;
- method C: backscattering;
- method D: modelling spectral attenuation.

Methods A to C apply to the measurement of attenuation for all categories of the following fibres:

- class A multimode fibres;
- class B single-mode fibres.

Method C, backscattering, also covers the location, losses and characterization of point discontinuities.

Method D is applicable only to class B fibres.

Information common to all four methods appears in Clauses 1 to 11, and information pertaining to each individual method appears in Annexes A, B, C, and D, respectively.

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

IEC 60793-1-22, *Optical fibres – Part 1-22: Measurement methods and test procedures – Length measurement*

IEC 60793-1-43, *Optical fibres – Part 1-43: Measurement methods and test procedures – Numerical aperture measurement*

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives	39
3 Termes et définitions	40
4 Exigences relatives à l'étalonnage	41
5 Méthode d'essai de référence	41
6 Appareillage	41
7 Echantillonnage et spécimens	41
7.1 Longueur des spécimens	41
7.2 Extrémité du spécimen	41
8 Procédure	41
9 Calculs	41
9.1 Méthodes A et B	41
9.2 Méthode C	42
9.3 Méthode D	42
10 Résultats	42
10.1 Informations à fournir pour chaque mesure	42
10.2 Informations à fournir sur demande	42
10.3 Informations supplémentaires spécifiques aux méthodes	42
11 Informations à mentionner dans la spécification	43
Annexe A (normative) Exigences spécifiques à la méthode A – Fibre coupée	44
A.1 Généralités	44
A.2 Appareillage	44
A.2.1 Appareillage général pour toutes les fibres	44
A.2.2 Appareillage d'injection pour toutes les fibres unimodales	46
A.2.3 Appareillage d'injection pour les fibres multimodales A1	47
A.2.4 Appareillage d'injection pour les fibres multimodales A2 à A4	49
A.2.5 Exigences relatives à l'étalonnage	50
A.3 Procédure	52
A.4 Calculs	52
Annexe B (normative) Exigences spécifiques à la méthode B – Pertes d'insertion	53
B.1 Généralités	53
B.2 Appareillage	53
B.2.1 Montages généraux	53
B.2.2 Appareillage commun à la méthode A (fibre coupée)	53
B.2.3 Appareillage supplémentaire spécifique à la méthode B (pertes d'insertion)	53
B.2.4 Exigences relatives à l'étalonnage	53
B.3 Procédure	53
B.4 Calculs	54
Annexe C (normative) Exigences spécifiques à la méthode C – Rétrodiffusion	55
C.1 Généralités	55
C.2 Appareillage	55
C.2.1 Généralités	55
C.2.2 Emetteur optique	55

C.2.3	Conditions d'injection.....	56
C.2.4	Séparateur optique	56
C.2.5	Récepteur optique	56
C.2.6	Durée d'impulsion et fréquence de répétition	56
C.2.7	Dispositif de traitement du signal	56
C.2.8	Affichage	57
C.2.9	Interface de données (facultative).....	57
C.2.10	Contrôleur de réflexion (facultatif).....	57
C.2.11	Epissures et connecteurs.....	57
C.3	Echantillonnage et spécimens.....	57
C.4	Procédure	57
C.4.1	Généralités	57
C.4.2	Etapes supplémentaires pour mesurer l'affaiblissement.....	59
C.4.3	Etapes suivantes pour le mesurage des discontinuités ponctuelles.....	60
C.4.4	Etalonnage	61
C.5	Calculs	61
C.6	Résultats	62
Annexe D (normative)	Exigences spécifiques à la méthode D – Modélisation de l'affaiblissement spectral	63
D.1	Généralités	63
D.2	Appareillage.....	63
D.3	Echantillonnage et spécimens.....	63
D.4	Procédure	63
D.5	Calculs	64
D.6	Résultats	64
Annexe E (informative)	Exemples de résultats d'essai sur des câbles courts pour des fibres multimodales A1	66
Bibliographie.....		68
Figure A.1 – Disposition de l'équipement de mesure des pertes à une longueur d'onde spécifiée.....		44
Figure A.2 – Disposition de l'équipement utilisé pour obtenir le spectre des pertes		45
Figure A.3 – Montage général d'injection		45
Figure A.4 – Système optique d'injection à espace de phase limité		49
Figure A.5 – Deux exemples d'embrouilleurs de fibres optiques		49
Figure A.6 – Système de lentille		50
Figure A.7 – Fibre d'injection		50
Figure A.8 – Embrouilleur de modes (pour une fibre A4)		50
Figure A.9 – Une source de large spectre (ligne "b") peut provoquer des erreurs de mesure de l'affaiblissement en raison des variations brusques de l'affaiblissement spectral de fibres à cœur polymère (ligne "a").....		52
Figure B.1 – Etalonnage du montage de mesure des pertes d'insertion.....		54
Figure B.2 – Mesure des pertes d'insertion		54
Figure C.1 – Schéma fonctionnel d'un OTDR		55
Figure C.2 – Représentation schématique du tracé d'un OTDR pour un spécimen "uniforme" précédé d'une fibre de couverture de la zone morte		58
Figure C.3 – Représentation schématique du tracé d'un OTDR pour un spécimen "uniforme" non précédé d'une fibre de couverture de la zone morte		59

Figure C.4 – Représentation schématique du tracé d'un OTDR montrant les pertes apparentes dues à des discontinuités ponctuelles, l'une réfléchissante, l'autre non réfléchissante	61
Figure C.5 – Représentation schématique dilatée du tracé d'un OTDR montrant deux discontinuités ponctuelles, l'une avec un gain apparent et l'autre sans perte apparente ni gain apparent.....	61
Figure E.1 – Exemple d'essais d'affaiblissement linéique sur une fibre A1a.1	66
Figure E.2 – Exemple d'essais d'affaiblissement linéique sur une fibre A1a.3	66
Figure E.3 – Exemple d'essais d'affaiblissement linéique sur une fibre A1b	67
Tableau A.1 – Exemples de tailles de mandrin.....	48
Tableau A.2 – Conditions d'injection pour des fibres A2 à A4	50

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-40: Méthodes de mesurage de l'affaiblissement

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 60793-1-40 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2001 dont elle constitue une révision technique.

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

- a) Amélioration de la description des détails de mesurage pour les fibres B6;
- b) Amélioration des exigences d'étalonnage pour les fibres A4;
- c) Ajout de l'Annexe E qui décrit des exemples de résultats d'essai sur des câbles courts pour des fibres multimodales A1.

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

FDIS	Rapport de vote
86A/1909/FDIS	86A/1927/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 internationale.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60793, publiées sous le titre général *Fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 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.

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-40: Méthodes de mesurage de l'affaiblissement

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60793 établit des exigences uniformes pour mesurer l'affaiblissement d'une fibre optique, contribuant ainsi au contrôle des fibres et des câbles dans les relations commerciales.

Quatre méthodes sont décrites pour mesurer l'affaiblissement, parmi lesquelles une méthode pour modéliser l'affaiblissement spectral:

- méthode A: fibre coupée;
- méthode B: pertes d'insertion;
- méthode C: rétrodiffusion;
- méthode D: modélisation de l'affaiblissement spectral.

Les méthodes A à C s'appliquent au mesurage de l'affaiblissement pour toutes les catégories de fibres suivantes:

- fibres multimodales de classe A;
- fibres unimodales de classe B.

La méthode C, rétrodiffusion, s'applique aussi à la localisation, aux pertes et à la caractérisation des discontinuités ponctuelles.

La méthode D s'applique uniquement aux fibres de classe B.

Les informations communes à ces quatre méthodes sont présentées dans les Articles 1 à 11, et les informations propres à chaque méthode individuelle, sont présentées dans les Annexes A, B, C et D, respectivement.

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

IEC 60793-1-22, *Fibres optiques – Partie 1-22: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Mesure de la longueur*

IEC 60793-1-43, *Optical fibres – Part 1-43: Measurement methods and test procedures – Numerical aperture measurement* (disponible en anglais seulement)

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

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