IEC 60793-1-40

Edition 3.0 2024-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Optical fibres –
Part 1-40: Attenuation measurement methods

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8327-0026-6

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 5
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions and abbreviated terms 8
3.1 Terms and definitions 8
3.2 Abbreviated terms 9
4 Calibration requirements 9
5 Reference test method 9
6 Apparatus 9
7 Sample preparation 9
7.1 Sample length 9
7.2 Sample end face 9
8 Procedure 9
9 Calculations 9
9.1 Methods A and B 9
9.2 Method C 10
9.3 Method D 10
10 Results 10
10.1 Information available with each measurement 10
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 21
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 22
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 measurement steps 23
C.4.2 Further steps for measuring attenuation 24
C.4.3 Further steps for measuring point discontinuities 25
C.4.4 Calibration 26
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 30
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 A1-OM2 fibre 31
Figure E.2 – Example of attenuation coefficient tests on A1-OM4 fibre 31
Figure E.3 – Example of attenuation coefficient tests on A1-OM1 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) 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 60793-1-40 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2019. This edition constitutes a technical revision.

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

a) modifying the definition of attenuation to be compatible with the definition in electropedia.org

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

Draft	Report on voting
86A/2355/CDV	86A/2446/RVC

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 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 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.

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 Clause 1 to Clause 11, and information pertaining to each individual method appears in Annex A, Annex B, Annex C, and Annex 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, définitions et abréviations 40
3.1 Termes et définitions 40
3.2 Abréviations 41
4 Exigences relatives à l'étalonnage 41
5 Méthode d'essai de référence 41
6 Appareillage 42
7 Préparation des échantillons 42
7.1 Longueur d'échantillon 42
7.2 Extrémité d'échantillon 42
8 Procédure 42
9 Calculs 42
9.1 Méthodes A et B 42
9.2 Méthode C 42
9.3 Méthode D 42
10 Résultats 42
10.1 Informations à fournir pour chaque mesurage 42
10.2 Informations à fournir sur demande 43
10.3 Informations supplémentaires spécifiques aux méthodes 43
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 50
A.2.5 Exigences relatives à l'étalonnage 51
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 Émetteur 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 Épissures et connecteurs 57
C.3 Échantillonnage et spécimens 57
C.4 Procédure 57
C.4.1 Étapes générales pour le mesurage 57
C.4.2 Étapes supplémentaires pour mesurer l'affaiblissement 59
C.4.3 Étapes suivantes pour le mesurage des discontinuités ponctuelles 60
C.4.4 Étalonnage 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 Échantillonnage et spécimens 63
D.4 Procédure 64
D.5 Calculs 64
D.6 Résultats 65
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 mesurage 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) 51
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 – Étalonnage du montage de mesure des pertes d'insertion 54
Figure B.2 – Mesurage 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 présentant 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 présentant 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 A1-OM2 66
Figure E.2 – Exemple d'essais d'affaiblissement linéique sur une fibre A1-OM4 66
Figure E.3 – Exemple d'essais d'affaiblissement linéique sur une fibre A1-OM1 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 mesure 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. 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 brevet 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 tout ou partie de tels droits de brevets.

L'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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2019. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) modification de la définition de l'affaiblissement pour s'aligner sur la définition du site electropedia.org

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

Projet	Rapport de vote
86A/2355/CDV	86A/2446/RVC

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.

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 60793, publiées sous le titre général *Fibres optiques*, 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'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

FIBRES OPTIQUES –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60793 établit des exigences harmonisées pour mesurer l'affaiblissement d'une fibre optique, contribuant ainsi au contrôle des fibres et des câbles à des fins 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 aux Articles 1 à 11, et les informations propres à chaque méthode individuelle, sont présentées à l'Annexe A, l'Annexe B, l'Annexe C et l'Annexe D, respectivement.

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 60793-1-1, *Fibres optiques – Partie 1-1: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Généralités et recommandations*

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

IEC 60793-1-43, *Fibres optiques – Partie 1-43: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Mesure de l'ouverture numérique*

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

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