

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibre cables –
Part 1-1: Generic specification – General**

**Câbles à fibres optiques –
Partie 1-1: Spécification générique – Généralités**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-1-1:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical fibre cables –
Part 1-1: Generic specification – General**

**Câbles à fibres optiques –
Partie 1-1: Spécification générique – Généralités**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-6709-7

**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.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Graphical symbols and abbreviated terms	12
5 Optical fibre cables – IEC 60794 structure.....	13
5.1 General.....	13
5.2 IEC 60794-1 series	13
5.3 IEC 60794-2 series	14
5.4 IEC 60794-3 series	14
5.5 IEC 60794-4 series	15
5.6 IEC 60794-5 series	15
5.7 IEC 60794-6 series	15
5.8 IEC 60794-7 series	16
6 Cable materials	16
6.1 Indoor cable materials.....	16
6.2 Outdoor cable materials	16
6.3 Indoor/outdoor cable materials.....	17
6.4 Environmental requirements for cable materials.....	17
7 Cable construction.....	17
7.1 General.....	17
7.2 Colour coding	17
7.2.1 Overview	17
7.2.2 Fibre colour coding	18
7.2.3 Unit colour coding.....	18
7.2.4 Sheath colour coding	18
7.3 Fibre.....	18
7.3.1 General	18
7.3.2 Attenuation coefficient	18
7.3.3 Attenuation uniformity – Attenuation discontinuities	18
7.3.4 Cable cut-off wavelength	18
7.3.5 Polarization mode dispersion (PMD).....	19
7.4 Buffer tubes	19
7.5 Tensile strength elements	19
7.6 Crush protection elements	19
7.7 Water blocking elements.....	19
7.8 Sheath removal elements.....	19
7.9 Cable sheath	20
8 Measuring and test methods.....	20
8.1 General.....	20
8.2 Measuring methods for transmission and optical characteristics.....	20
8.3 Measuring methods for dimensions	20
8.4 Test methods for mechanical characteristics	21
8.5 Test methods for environmental characteristics.....	21
8.6 Test methods for cable element characterization	21
8.7 Measuring and test methods for electrical characteristics.....	21

Annex A (informative) Guidelines for specific optical fibre and cabled fibre performance	23
A.1 General.....	23
A.2 Cabled fibre attenuation requirements.....	23
A.3 Cabled fibre bandwidth requirements	24
A.4 Type testing at 1 625 nm.....	25
Annex B (informative) Guidelines for qualification sampling	26
B.1 General.....	26
B.2 Fibre selection for cable testing	26
B.3 Pass/fail criteria	27
Annex C (informative) Preferred temperatures	28
Bibliography.....	29
Table 1 – IEC 60794 structure	13
Table 2 – IEC 60794-1 series.....	14
Table 3 – IEC 60794-2 series.....	14
Table 4 – IEC 60794-3 series.....	15
Table 5 – IEC 60794-4 series.....	15
Table 6 – IEC 60794-5 series.....	15
Table 7 – IEC 60794-6 series.....	16
Table 8 – Indoor cables materials (examples)	16
Table 9 – Outdoor cable materials (examples)	17
Table 10 – Measuring methods for transmission and optical characteristics	20
Table 11 – Measuring methods for dimensions	21
Table 12 – Measuring methods for electrical characteristics.....	22
Table A.1 – Maximum single-mode cabled fibre attenuation coefficient (dB/km), as given by ITU-T	23
Table A.2 – Category A1- multimode fibre maximum cable attenuation coefficient (dB/km).....	24
Table A.3 – Single-mode maximum cable attenuation coefficient (dB/km)	24
Table A.4 – Category A1 multimode cabled fibre bandwidth (MHz·km)	25
Table A.5 – Guidance values for 1 625 nm type test acceptance criteria	25
Table B.1 – Recommended minimum number of tested fibres in a cable	26
Table C.1 – Preferred low and high temperature	28

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 1-1: Generic specification – General

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.

IEC 60794-1-1 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2015. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) reorganization of the document to a more logical flow making it easier for the reader;
- b) expansion of the tables to include names and definitions of all documents in the IEC 60794-x series;
- c) expansion of the definitions, graphical symbols, terminology and abbreviations content, with the aim of making this document the default and reference for all others in the IEC 60794-x series;

- d) inclusion of updated, reorganized and expanded optical fibre, attenuation and bandwidth subclauses, with the aim of making this document the default and reference for all others in the IEC 60794-x series.

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

Draft	Report on voting
86A/2286/FDIS	86A/2313/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 60794 series, published under the general title *Optical fibre cables*, 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,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 1-1: Generic specification – General

1 Scope

This part of IEC 60794 applies to optical fibre cables for use with communication equipment and devices employing similar techniques. Electrical properties are specified for optical ground wire (OPGW) and optical phase conductor (OPPC) cables. Hybrid communication cables are specified in the IEC 62807 series.

The object of this document is to establish uniform generic requirements for the geometrical, transmission, material, mechanical, ageing (environmental exposure), climatic and electrical properties of optical fibre cables and cable elements, where appropriate.

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 60189-1, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods*

IEC 60304, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

IEC 60793-1-21, *Optical fibres – Part 1-21: Measurement methods and test procedures – Coating geometry*

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

IEC 60793-1-40, *Optical fibres – Part 1-40: Attenuation measurement methods*

IEC 60793-1-44, *Optical fibres – Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength*

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

IEC 60793-1-48, *Optical fibres – Part 1-48: Measurement methods and test procedures – Polarization mode dispersion*

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 60793-2-40:2021, *Optical fibres – Part 2-40: Product specifications – Sectional specification for category A4 multimode fibres*

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical tests methods*

IEC 60794-1-22¹, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental tests methods*

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

no change in attenuation

acceptance criterion for attenuation measurement that includes an allowance for measurement uncertainty arising from measurement errors or calibration errors due to a lack of suitable reference standards

Note 1 to entry: For a practical interpretation, the following values shall be used:

- a) No change in attenuation, single-mode (class B): the total uncertainty of measurement shall be $\leq \pm 0,05$ dB for the attenuation or $\leq \pm 0,05$ dB/km for the attenuation coefficient. Any measured value within this range shall be considered as “no change in attenuation”.

The requirement for these parameters is indicated as “no change ($\leq \pm 0,05$ dB or $\leq \pm 0,05$ dB/km)”.

By agreement between customer and supplier, minor deviation from this limit may be accepted at some low frequency, for example less than 10 %. However, for mechanical tests no deviation in excess of 0,15 dB shall be accepted. For environmental tests no deviation in excess of 0,10 dB/km shall be accepted.

- b) No change in attenuation, multimode (category A1): the total uncertainty of measurement shall be $\leq \pm 0,2$ dB for the attenuation or $\leq \pm 0,2$ dB/km for the attenuation coefficient.

Any measured value within this range shall be considered as “no change in attenuation”.

The requirement for these parameters is indicated as “no change ($\leq \pm 0,2$ dB or $\leq \pm 0,2$ dB/km)”.

By agreement between customer and supplier, minor deviation from this limit may be accepted at some low frequency, for example less than 10 %. However, for mechanical tests no deviation in excess of 0,5 dB shall be accepted. For environmental tests no deviation in excess of 0,5 dB/km shall be accepted.

- c) No change in attenuation, plastic optical fibre (category A4): the total uncertainty of measurement for this document shall be ≤ 2 % of the maximum specified attenuation in IEC 60793-2-40:2021, Annex A to Annex I.

Any measured value within this range shall be considered as “no change in attenuation”.

¹ This document is progressively being replaced by the IEC 60794-1-2XX series.

3.2

allowable change in attenuation

<during mechanical and environmental tests> change in attenuation that may be a value larger than the no change limits, depending on fibre category, single-mode or multimode, cable design and application

3.3

link design attenuation

LDA

statistical upper bound for the attenuation coefficient of the concatenated optical fibre cables

3.4

no change in fibre strain

acceptance criterion for fibre strain measurement that includes an allowance for measurement uncertainty arising from measurement errors or calibration errors due to a lack of suitable reference standards

Note 1 to entry: For a practical interpretation, the total uncertainty of measurement shall be $\pm 0,05$ % strain. Any measured value within this range shall be considered as “no change in strain”.

3.5

allowable change in fibre strain

<during mechanical and environmental tests> level of strain that will not compromise fibre mechanical reliability for some of the parameters specified

3.6

circuit integrity

ability of the cable under test to continue to operate in a designated manner whilst subjected to a specified flame source for a specified period of time

3.7

fire resistance

ability of the cable under test to resist functional failure to operate in a designated manner whilst subjected to a specified flame source for a specified period of time

3.8

shrinkage

irreversible contraction after extrusion of plastic materials caused by heating or over time at ambient temperature

3.9

cable load definitions (non-aerial applications)

3.9.1

long-term load

T_L

acceptable amount of long-term load which the cable can experience during operation (i.e. after installation is completed)

Note 1 to entry: Long-term load can be due either to residual loading from the installation process or environmental effect, or both. This is the rated maximum load for which a cable is subject to in long term tests.

Note 2 to entry: For 1 % proof-tested fibres, the fibre strain under long term tensile load (T_L) shall not exceed 20 % of this fibre proof strain (equal to absolute 0,2 % strain) and there shall be no change in attenuation during the test.

Note 3 to entry: For fibres proof tested at higher levels the safe long-term load will not scale linearly with the proof strain, so a lower percentage of the proof strain is applicable. For proof-tested fibres at levels higher than 1 % and up to 2 %, the strain at T_L shall be limited to 17 % of the proof-test strain (equal to absolute 0,34 % strain for 2 % proof tested fibres).

3.9.2

short-term load

T_s

acceptable amount of short-term load that can be applied to a cable without permanent degradation of the characteristics of the fibres, cable elements or sheath

Note 1 to entry: Short-term load is often called rated installation load.

Note 2 to entry: Under short term tensile load (T_s) the fibre strain shall not exceed 60 % of the proof strain (equal to absolute 0,6 % strain for 1 % proof-tested fibres) and the attenuation change during test shall be measured and recorded.

3.10

cable load definitions and tensile testing terminology (self-supporting aerial applications)

3.10.1

maximum allowable tension

MAT

maximum tensile load that can be applied to the cable without detriment to the performance requirements (e.g. attenuation, fibre reliability) due to fibre strain

Note 1 to entry: Due to installation codes the MAT value is sometimes restricted to be less than 60 % of the breaking tension of the cable.

Note 2 to entry: This is also called ultimate operational strength (UOS), equal to 60 % of RTS (and fibre strain < 0,35 %, 1/3 of proof test). $MAT < 60 \% UOS$.

Note 3 to entry: This is also called every day stress (EDS), defined as 25 % of RTS and no fibre strain (< 0,05 %) and no attenuation increase (< 0,05 dB).

3.10.2

strain margin

value of cable elongation at the onset of fibre strain

Note 1 to entry: The strain margin can also be expressed as cable load (N) at the onset of the fibre strain.

3.10.3

breaking tension

tensile load that will produce physical rupture of the cable

Note 1 to entry: The breaking tension can be calculated, provided that the design model has been validated.

3.10.4

maximum installation tension

MIT

maximum recommended stringing tension during installation

3.10.5

rated tensile strength

RTS

summation of the product of nominal cross-sectional area, nominal tensile strength, and stranding factor for each load bearing material in the cable construction

3.11

cable section

individual reel of cable, as produced

3.12

cable element

component of a cable designed to house and protect the optical fibres

Note 1 to entry: This was changed from “fibre optic unit” in IEC 60794-4-10 to “cable element” to be consistent with IEC 60794-1-23 and also to avoid confusion with IEC 60794-5-20.

Note 2 to entry: The cable sheath is included as a cable element.

3.13

polarization mode dispersion (PMD) terms

3.13.1

differential group delay

DGD

relative time delay between the two fundamental polarization modes (principal states of polarization) at the end of an optical fibre cable, at a particular time and wavelength

Note 1 to entry: Differential group delay is expressed in ps.

3.13.2

polarization mode dispersion value

PMD value

average of DGD values across wavelengths

Note 1 to entry: The polarization mode dispersion value is expressed in ps.

3.13.3

polarization mode dispersion coefficient

PMD coefficient

PMD value of an optical fibre cable divided by the square root sum of its length (km)

Note 1 to entry: The polarization mode dispersion coefficient is expressed in ps/√km.

3.13.4

link

length of cable composed of a number of individual cable sections

Note 1 to entry: Link PMD values are generally calculated in accordance with the formulae given in IEC TR 61282-3 but may be measured.

3.14

terminated cable assembly

cable terminated with connectors

Note 1 to entry: A patch cord or jumper is one type of a terminated cable assembly.

Note 2 to entry: The following terms for terminated cable assemblies with connector(s) at both ends are used in the ISO/IEC 11801 series: patch cords, work area cords and equipment cords.

3.15

aerial cable types

3.15.1

all dielectric self-supporting

ADSS

cable that is capable of enduring aerial installation and providing long term service, without any external tensile support

3.15.2

optical attached cable

OPAC

dielectric cable that is not self-supported, but attached to an electrical earth wire or phase conductor, using one of the following attachment methods: wrapped, lashed or preform attached

3.15.3**wrapped**

lightweight flexible non-metallic (“wrap”) cable that can be wrapped helically around either the earth wire or the phase conductor using special machinery

3.15.4**lashed**

non-metallic cables that are installed longitudinally alongside the earth wire, the phase conductor or on a separate support cable (on a pole route) and are held in position with a binder or adhesive cord

3.15.5**preform attached**

cable similar to the lashed cables but attached with the use of special preformed spiral attachment clips

3.15.6**optical ground wire****OPGW**

metallic optical cable for overhead power lines that has the dual performance functions of a conventional ground wire with telecommunication capabilities

3.15.7**optical phase conductor****OPPC**

Metallic hybrid optical cable that has the dual performance functions of a conventional phase conductor with telecommunication capabilities

3.16**composite cable**

optical fibre cable containing more than one fibre category

3.17**hybrid communication cable**

cable that contains more than one media type, including but not limited to optical fibres, twisted pair/quad cables, or coaxial cables or all of them

3.18**rounding error**

rule² of “rounding half away from zero” when the results recorded display more than the significant number of digits required in the acceptance criteria.

Note 1 to entry: Only the first digit beyond the number of significant digits is used in determining the rounding.

EXAMPLE 1: Against a requirement of 0,22 dB/km maximum attenuation, values up to 0,224 dB/km conform, whilst values of 0,225 dB/km and above are failures.

EXAMPLE 2: Against a requirement of $\pm 0,05$ dB, values between -0,054 and +0,054 are deemed acceptable.

3.19**maximum allowable ovality**

largest permissible ovality of the optical unit or its component calculated as:

$2 \times (d1 - d2) / (d1 + d2)$ in % where:

$d1$ is the maximum measured diameter of the cable or the component

$d2$ is the minimum diameter of the cable or the component at the same cross-section as $d1$

² Please see ISO/IEC Guide 98-3:2008, Clause 7, on uncertainty of measurement for additional information.

3.20

breakout cable

cable consisting of subunits which can be separate fibre optical cables surrounded by a sheath of suitable material

Note 1 to entry: In the application this outer sheath of the breakout cable can be removed over a certain length and the subunits can be used as separate fibre optic cables.

4 Graphical symbols and abbreviated terms

For the purposes of this document, the abbreviated terms given in IEC TR 61931 as well as the following apply.

ADSS	all dielectric self-supporting
APL	aluminium/polyethylene laminate
ΔD	minimum wall thickness of a microduct
$\Delta D'$	minimum thickness of the outer sheath of a protected microduct
D	nominal outer diameter of a microduct cable
d	nominal outer diameter of a cable (including microduct fibre units)
dc	nominal outer diameter of a conduit or subduct
DS	detail specification
EDS	every day stress
ID	nominal inner diameter of a microduct
I/O-port	input/output port for launching of cables into and out of a pipe
λ_{CC}	cable cut-off wavelength
$\lambda_{\text{operational}}$	operational wavelength
LDA	link design attenuation
m	mass of 1 km of cable (in the context of tensile testing)
MAOC	maximum allowable ovality of cable
MAT	maximum allowable tension
MASS	metallic aerial self-supported cables
MICE	mechanical, ingress, climatic, or electromagnetic
MIT	maximum installation tension
$n \times d$	product of a variable and the cable outer diameter used for determining appropriate sizes for bends, mandrels, etc.
$n \times OD$	product of a variable and the outer diameter of a microduct used for determining appropriate sizes for bends, mandrels, etc.
$n \times OD'$	product of a variable and the outer diameter of a protected microduct used for determining appropriate sizes for bends, mandrels, etc.
OCEPL	optical cable to be used along electrical power lines
OD	nominal outer diameter of a microduct
OD'	nominal outer diameter of a protected microduct
OPAC	optical attached cable (or optical power attached cable)
OPGW	optical ground wire
OPPC	optical phase conductor
PE	polyethylene
RTS	rated tensile strength

S	outdoor subterranean or sub-surface environment
SPL	steel/polyethylene laminate
SZ	technique in which the lay reverses direction periodically
t_1	temperature cycling dwell time
T_{A1}	temperature cycling test low-temperature limit in accordance with IEC 60794-1-22, Method F1
T_{A2}	temperature cycling test secondary low-temperature limit in accordance with IEC 60794-1-22, Method F1
T_{B1}	temperature cycling test high-temperature limit in accordance with IEC 60794-1-22, Method F1
T_{B2}	temperature cycling test secondary high-temperature limit in accordance with IEC 60794-1-22, Method F1
T_L	long term load
T_o	tensile load at “no fibre strain”
T_S	short term load
UOS	ultimate operation strength
W	weight of 1 km of cable, microduct fibre unit or any form of ducting, as applicable

5 Optical fibre cables – IEC 60794 structure

5.1 General

Optical fibre cables are a structure which is made of one or more elements containing optical fibres, mechanical strength elements and a surrounding jacket or surrounding jackets for protection against mechanical as well as environmental attacks. The IEC 60794 series consists of the following parts (see Table 1).

Table 1 – IEC 60794 structure

IEC 60794-1-1	Generic specification
IEC 60794-2	Indoor cables – Sectional specification
IEC 60794-3	Outdoor cables – Sectional specification
IEC 60794-4	Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines
IEC 60794-5	Sectional specification – Microduct cabling for installation by blowing
IEC 60794-6	Indoor-outdoor cables – Sectional specification for indoor-outdoor cables
IEC 60794-7 ³	Sectional specification – Fire-resistant cables for data communication – Sectional specification

5.2 IEC 60794-1 series

The object of this series is to establish uniform generic requirements for the geometrical, transmission, material, mechanical, ageing (environmental exposure), climatic and electrical properties of optical fibre cables and cable elements. The series is shown in Table 2.

³ This series is still at the development stage.

Table 2 – IEC 60794-1 series

IEC 60794-1	60794-1-1, Generic specification – General
	60794-1-2, Generic specification – Basic optical cable test procedures – General guidance
	60794-1-3, Generic specification – Optical cable elements

5.3 IEC 60794-2 series

The object of this series is to provide requirements that apply to optical fibre cables for indoor use in communications networks. Other types of applications requiring similar types of cables can be considered. The series is shown in Table 3.

Table 3 – IEC 60794-2 series

IEC 60794-2	IEC 60794-2-10, Indoor optical fibre cables – Family specification for simplex and duplex cables
	IEC 60794-2-11, Indoor cables – Detailed specification for simplex and duplex cables for use in premises cabling
	IEC 60794-2-20, Indoor cables – Family specification for multi-fibre optical cables
	IEC 60794-2-21, Indoor cables – Detailed specification for multi-fibre optical distribution cables for use in premises cabling
	IEC 60794-2-22, Indoor cables – Detail specification for multi-simplex breakout optical cables to be terminated with connectors
	IEC 60794-2-23 ⁴ , Indoor optical fibre cables – Detailed specification for multi-fibre cables for use in MPO connector terminated cable assemblies
	IEC 60794-2-24 ⁵ , Indoor optical fibre cables – Detailed specification for multiple multi-fibre unit cables for use in MPO connector terminated breakout cable assemblies
	IEC 60794-2-30, Indoor cables – Family specification for optical fibre ribbon cables for use in terminated cable assemblies
	IEC 60794-2-31, Indoor cables – Detailed specification for optical fibre ribbon cables for use in premises cabling
	IEC 60794-2-40, Indoor optical fibre cables – Family specification for A4 fibre cables
	IEC 60794-2-41, Indoor cables – Product specification for simplex and duplex buffered A4 fibres
	IEC 60794-2-42, Indoor optical fibre cables – Product specification for simplex and duplex cables with A4 fibres
	IEC 60794-2-50, Indoor cables – Family specification for simplex and duplex cables for use in terminated cable assemblies

5.4 IEC 60794-3 series

This series specifies the requirements for optical fibre cables and cable elements which are intended to be used externally in communications networks. Other types of applications requiring similar types of cables can be considered. Requirements for cables to be used in ducts, for directly buried applications, aerial cables and cables for lake and river crossings are included in this series. Also included are cables for specialized use in sewers and rapid deployment. The series is shown in Table 4.

⁴ Under development. Stage at the time of publication; IEC CD 60794-2-23:2022.

⁵ Under development. Stage at the time of publication: IEC CC 60794-2-24:2022.

Table 4 – IEC 60794-3 series

IEC 60794-3	IEC 60794-3-10, Outdoor cables – Family specification for duct, directly buried and lashed aerial optical telecommunication cables
	IEC 60794-3-11, Outdoor cables – Product specification for duct, directly buried, and lashed aerial single-mode optical fibre telecommunication cables
	IEC 60794-3-12, Outdoor cables – Detailed specification for duct and directly buried optical telecommunication cables for use in premises cabling
	IEC 60794-3-20, Outdoor cables – Family specification for self-supporting aerial telecommunication cables
	IEC 60794-3-21, Outdoor cables – Product specification for optical self-supporting aerial telecommunication cables for use in premises cabling
	IEC 60794-3-30, Outdoor cables – Family specification for optical telecommunication cables for lakes, river crossings and coastal application
	IEC 60794-3-40, Outdoor cables – Family specification for cables for storm and sanitary sewers
	IEC 60794-3-70, Outdoor cables – Family specification for outdoor optical fibre cables for rapid/multiple deployment

5.5 IEC 60794-4 series

This series covers cable construction, test methods, optical, mechanical, environmental and electrical performance requirements for aerial optical fibre cables and cable elements which are intended to be used along power lines (OCEPL) as a high bandwidth transport media for communications and control optical signals, including optical ground wires (OPGW), optical phase conductors (OPPCs), metallic aerial self-supported cables (MASS), all-dielectric self-supporting cables (ADSS) and optical attached cables (OPAC). The series is shown in Table 5.

Table 5 – IEC 60794-4 series

IEC 60794-4	IEC 60794-4-10, Family specification – Optical ground wires (OPGW) along electrical power lines
	IEC 60794-4-20, Sectional specification- Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for ADSS (all dielectric self-supported) optical cables
	IEC 60794-4-30, Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for optical phase conductor (OPPC) optical cables

5.6 IEC 60794-5 series

This series specifies the requirements of microduct optical fibre cables, microduct fibre units, microducts and protected microducts for installation by blowing for outdoor use. The series is shown in Table 6.

Table 6 – IEC 60794-5 series

IEC 60794-5	IEC 60794-5-10, Family specification – Outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected microducts for installation by blowing
	IEC 60794-5-20, -Family specification – Outdoor microduct fibre units, microducts and protected microducts for installation by blowing

5.7 IEC 60794-6 series

This series covers general features of optical fibre cables applicable to outdoor as well as indoor environments, called “indoor-outdoor cables”. Indoor-outdoor cables are deployed in outside plant environments as well as in premises, thus fulfilling outdoor as well as indoor requirements. The series is shown in Table 7.

Table 7 – IEC 60794-6 series

IEC 60794-6	IEC 60794-6-10, Indoor-outdoor cables – Family specification for universal indoor-outdoor cables
	IEC 60794-6-20, Indoor-outdoor cables – Family specification for flame retardant outdoor cables
	IEC 60794-6-30, Indoor-outdoor cables – Family specification for weatherised indoor cables

5.8 IEC 60794-7 series

Under development.

6 Cable materials

6.1 Indoor cable materials

Generally, indoor optical cables comprise several elements or individual constituents, depending on the cable design which takes into account the cable application, flame and smoke ratings, operating environment and manufacturing processes, as well as the need to protect the fibre during handling and cabling.

The material(s) used for a cable element shall be selected to be compatible with the other elements in contact with it. An appropriate compatibility test method shall be defined in the family or detail specification. Table 8 provides some examples.

Table 8 – Indoor cables materials (examples)

Tight, semi-tight, loose buffering	Polymeric materials
Buffer tube	Polymeric materials, PBT
Strength member	Metallic or non-metallic material
Sheath	Halogen free, flame retardant, non corrosive, low smoke (HFFR LS), PVC, PVC (low smoke), PVDF

6.2 Outdoor cable materials

Generally, outdoor optical cables comprise several elements or individual constituents, depending on the cable design which takes into account the cable application, operating environment and manufacturing processes, as well as the need to protect the fibre during handling and cabling.

The material(s) used for a cable element shall be selected to be compatible with the other elements in contact with it. An appropriate compatibility test method shall be defined in the family or detail specification. Table 9 provides some examples.

Table 9 – Outdoor cable materials (examples)

Tight buffering	Polymeric materials
Buffer tube	Polymeric materials
Buffer tube filling	Grease-like and/or dry-block materials
Cable core filling	Grease-like and/or dry-block materials
Strength member	Metallic or non-metallic material
Armour	Corrugated steel tape, two-layer wrapped steel tape, steel wire armour or dielectric material
Sheath	UV-stabilized weather-resistant polymeric materials

6.3 Indoor/outdoor cable materials

Generally, optical cables comprise several elements or individual constituents, depending on the cable design which takes into account the cable application, operating environment and manufacturing processes, as well as the need to protect the fibre during handling and cabling.

The material(s) used for a cable element shall be selected to be compatible with the other elements in contact with it. An appropriate compatibility test method shall be defined in the family or detail specification.

Indoor/outdoor cables generally possess the characteristics associated with outdoor cable designs having the environmental and mechanical robustness that makes them suitable for use in the outside plant, while simultaneously being relatively flexible, compact and lightweight and exhibiting the fire performance. Table 8 and Table 9 provide examples.

6.4 Environmental requirements for cable materials

When requested, information shall be provided on the overall environmental impact of the cable and cable material. This information should include manufacturing, cable handling and environmental impact during the lifetime of the cable. Examples of relevant information are the minimization or replacement of harmful materials and improvements in waste disposal. Relevant documents include ISO 14001 and ISO 14064-1.

7 Cable construction

7.1 General

The construction, dimensions, weight, mechanical, optical, electrical and climatic properties of each type of optical fibre cable shall be as stated in the relevant specification.

7.2 Colour coding

7.2.1 Overview

Coding is essential to uniquely identify each fibre in a cable. Coding of fibres almost universally involves colouring of the fibre coating or buffer. The coding scheme employed will usually require inclusion of the coding of fibre, subunits, and units within the cable.

Coding schemes shall be agreed between the manufacturer and customer. The specific scheme is often the subject of regional norms. IEC 60304 identifies the colours to be used in fibre colouring, but does not specify which colour is for which fibre and IEC TR 63194 addresses colour coding of optical fibre cables, but does not specify which colour is for which fibre number.

Sheath colour coding may be used for a variety of purposes and is most commonly used in indoor cables. Such sheath coding is often used to identify the categories of fibre in the cable or the application of the cable, amongst a number of other possibilities.

Unless otherwise specified, fibres, fibre ribbons, buffered tubes, micromodules and other cable elements shall be uniquely identified by a scheme agreed between the manufacturer and customer.

Colours shall be a reasonable match to IEC 60304. Other colours or schemes may be used, as agreed.

7.2.2 Fibre colour coding

If the primary coated fibres are coloured for identification, the coloured coating shall be readily identifiable throughout the lifetime of the cable and shall be a reasonable match to IEC 60304.

IEC TR 63194 provides information about the sequence of fibre colour coding that varies between different regions and countries.

7.2.3 Unit colour coding

If required as a part of the unique fibre identification scheme, units shall be uniquely identified.

If colours are used, they shall be a reasonable match to IEC 60304. If other methods, such as a print string, positional identification, threads, etc., are used, they shall conform to the intent of the identification scheme.

7.2.4 Sheath colour coding

Sheath colour coding, if used, shall be as agreed between the manufacturer and customer.

7.3 Fibre

7.3.1 General

Optical fibres shall meet the requirements of IEC 60793-2. Annex A gives guidance on application performance standards.

7.3.2 Attenuation coefficient

The maximum cabled fibre attenuation coefficient shall conform to Annex A. Particular values may be agreed between the customer and supplier.

The attenuation coefficient shall be measured in accordance with IEC 60793-1-40.

7.3.3 Attenuation uniformity – Attenuation discontinuities

The local attenuation shall not have point discontinuities in excess of 0,10 dB for single-mode fibre and 0,20 dB for multimode fibre, when measured in accordance with IEC 60793-1-40.

EXAMPLE Wavelength of 1 310/1 550/1 625 nm for SM fibres, wavelength of 850/1 300 nm for MM fibres.

7.3.4 Cable cut-off wavelength

For single-mode fibres, the cable cut-off wavelength λ_{cc} shall be less than the operational wavelength, when measured in accordance with IEC 60793-1-44.

Unless otherwise stated, this shall be:

- a) $\lambda_{cc} \leq 1\,260$ nm for fibre categories B-652.B, B-652.D and B-657.A1/A2;B2/B3;
- b) $\lambda_{cc} \leq 1\,270$ nm for fibre category B-653.A/B;
- c) $\lambda_{cc} \leq 1\,450$ nm for fibre categories B-655.C/D/E and B-656;
- d) $\lambda_{cc} \leq 1\,530$ nm for fibre category B-654.A/B/C.

7.3.5 Polarization mode dispersion (PMD)

Cabled single-mode fibre PMD shall be characterized on a statistical basis, not on an individual fibre basis, as described in IEC TR 61282-3. Measurements on individual cabled fibres shall be performed in accordance with IEC 60793-1-48. Measurements on uncabled fibres can be used to generate cabled fibre statistics when the design and processes are stable and the relationship between the PMD coefficients of uncabled and cabled fibres are known.

The manufacturer shall supply a PMD link design value, PMD_Q , that serves as a statistical upper bound PMD coefficient of the concatenated optical fibre cables within a possible optical link. Unless otherwise specified in the detail specification, the PMD_Q value shall be less than 0,2 ps/√km with a probability of 10^{-4} that this value be exceeded for a numerical concatenation of at least 20 cables.

7.4 Buffer tubes

One or more primary coated fibres or other optical elements are packaged (loosely or not) in a tube construction which may be filled by compound. The tube may be reinforced with a composite wall. The polymeric tube may be hard, to provide some crush protection to the fibre bundle, or soft to enable easy strippability of the tube without specialized tools.

7.5 Tensile strength elements

The cable shall be designed with sufficient strength members to meet installation and service conditions so that the fibres are not subjected to strain in excess of limits agreed between the customer and supplier.

7.6 Crush protection elements

Where additional crushing strength or protection from external damage is required, armouring shall be provided (for example, corrugated steel tape or steel wire armour).

7.7 Water blocking elements

If specified, the element(s) and in addition the cable core shall contain water blocking material, such as grease-like or dry-block materials or both, to prevent longitudinal water penetration.

If specified, a moisture barrier shall be provided either by a continuous metallic sheath or by a metallic or non-metallic tape applied over the cable core with a longitudinal overlap and bonded to the sheath.

Alternatively, other constructions may be adopted by agreement between the customer and supplier.

7.8 Sheath removal elements

If required, one or two ripcords may be provided beneath the sheath.

7.9 Cable sheath

The cable core shall be uniformly covered with a protective sheath.

For outdoor and indoor/outdoor cables the cable shall have a seamless sheath made of UV-stabilized weather-resistant polymer.

8 Measuring and test methods

8.1 General

Not all measurements and tests are applicable to all cables.

Intrinsic characteristics of optical fibres are not normally measured by cable manufacturers. The relevant values are provided by optical fibre manufacturers, and are available as unitary or statistical values. For practical reasons, the core diameter of single-mode fibres is not specified. Mode field diameter is the relevant specification parameter.

Test results shall follow the rule of “rounding half away from zero” (or rounding error), when the results recorded display more than the significant number of digits required in the acceptance criteria (see 3.18).

Guidance on selecting fibres for testing is given in Annex B.

8.2 Measuring methods for transmission and optical characteristics

The transmission and optical characteristics of optical fibre in cables shall be verified by carrying out selected tests from those shown in Table 10. The tests applied and acceptance criteria shall be as specified in the relevant specification.

Table 10 – Measuring methods for transmission and optical characteristics

Test method	Test	Characteristics covered by the test method
Test methods for multimode and single-mode fibre cables		
IEC 60793-1-40 method B	Insertion loss technique	Attenuation
IEC 60793-1-40 method C	Backscattering technique	Attenuation
IEC 60793-1-40 method C	Backscattering technique	Point defects
IEC 60793-1-46 method A IEC 60793-1-46 method B	Transmitted power monitoring Backscattering monitoring	Change of optical transmittance during mechanical and environmental tests
Test methods for single-mode fibres		
IEC 60793-1-48	Polarization mode dispersion	Polarization mode dispersion
NOTE Bandwidth, chromatic dispersion and cable cut-off wavelength are not measured on a cabled optical fibre.		

8.3 Measuring methods for dimensions

The dimensions of the optical fibres, electrical conductors, cable elements and optical cables shall be determined by subjecting samples to tests selected from Table 11. The tests applied, acceptance criteria and number of samples shall be as specified in the relevant specification.

Table 11 – Measuring methods for dimensions

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 60793-1-21	Coating geometry measurement	Diameter of primary coating Diameter of coloured fibre Diameter of secondary or “buffer” coating Non-circularities of secondary or “buffer” coating Primary coating-cladding concentricity error
IEC 60793-1-22 method A	Delay of transmitted and/or reflected pulse	Length of fibre
IEC 60793-1-22 method B	Backscattering technique	Length of fibre
IEC 60189-1	Mechanical	Diameter of electrical conductor
IEC 60811-201 IEC 60811-202 IEC 60811-203	Mechanical	Thickness of insulation – electrical conductors Thickness of sheaths and cable elements Overall dimensions

8.4 Test methods for mechanical characteristics

The mechanical characteristics of optical fibre cables shall be verified by subjecting samples to tests selected from IEC 60794-1-21, now the IEC 60794-1-1xx series. IEC 60794-1-2 shows the cross reference and lists all mechanical test methods. The acceptance criteria shall be as specified in the relevant specifications.

8.5 Test methods for environmental characteristics

The environmental characteristics of optical fibre cables shall be verified by subjecting samples to tests selected from IEC 60794-1-22, now replaced with the IEC 60794-1-2xx series. IEC 60794-1-2 shows the cross reference and lists all environmental test methods. Guidance on selecting temperatures for environmental testing are given in Annex C. The tests applied and acceptance criteria shall be as specified in the relevant specification.

8.6 Test methods for cable element characterization

Tests to characterize the different types of cable elements for handling purposes are given in IEC 60794-1-23, now replaced with the IEC 60794-1-3xx series. IEC 60794-1-2 shows the cross reference and lists all cable element test methods.

8.7 Measuring and test methods for electrical characteristics

When electrical conductors or other metallic elements are incorporated in an optical fibre cable, verification of various electrical characteristics can be necessary. Typical tests are shown in Table 12, in addition to those given in IEC 60794-1-24, now replaced with the IEC 60794-1-4xx series. IEC 60794-1-2 shows the cross reference and lists all electrical test methods. The tests applied and the acceptance criteria shall be as specified in the relevant specification.

Table 12 – Measuring methods for electrical characteristics

Test method	Test	Characteristics covered by test method
IEC 60189-1	Conductor resistance	Characteristics of insulated electrical conductors
	Dielectric strength of insulation Insulation resistance	The insulation properties of conductors within optical fibre cables are normally just specified for the incoming material, pre-cabling.

For cables installed along overhead power lines, specialised tests are given in IEC 60794-1-24, Method H1: short-circuit test and Method H2: lightning test method, which has been withdrawn and replaced with IEC 60794-1-401 and IEC 60794-1-402, and in IEC 60794-4-20:2018, Annex C.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-1-1:2023

Annex A

(informative)

Guidelines for specific optical fibre and cabled fibre performance

A.1 General

The fibre category should be agreed between the customer and supplier.

Applications of optical fibre cables are defined by many different standards organizations including IEC, ISO, IEEE and ITU.

A.2 Cabled fibre attenuation requirements

Cabled fibre attenuation requirements are given in Table A.1, Table A.2 and Table A.3.

Table A.1 – Maximum single-mode cabled fibre attenuation coefficient (dB/km), as given by ITU-T,

Fibre category	Maximum attenuation coefficient (dB/km) at wavelengths (nm)						
	1 310 nm	1 310 to 1 625 nm	1 383 nm	1 460 nm	1 550 nm	1 530 to 1 565 nm	1 625 nm
IEC 60793-2-50, B-652.B (dispersion unshifted) – ITU-T G.652.B	0,40	n/a	n/a	n/a	0,35	n/a	0,40
IEC 60793-2-50, B-652.D (dispersion unshifted) – ITU-T G.652.D	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,40
IEC 60793-2-50, B-654.A/B/C (cut-off shifted) – ITU-T G.654.A/B/C	n/a	n/a	n/a	n/a	0,22	n/a	n/a
IEC 60793-2-50, B-654.D (cut-off shifted) – ITU-T G.654.D	n/a	n/a	n/a	n/a	0,20	n/a	n/a
IEC 60793-2-50, B-654.E (cut-off shifted) – ITU-T G.654.E	n/a	n/a	n/a	n/a	0,23	n/a	n/a
IEC 60793-2-50, B-653.A/B (dispersion shifted) ITU-T G.653.A/B	n/a	n/a	n/a	n/a	0,35	n/a	n/a
IEC 60793-2-50, B-655.C/D/E (non-zero dispersion shifted) – ITU-T G.655.C/D/E	n/a	n/a	n/a	n/a	0,35	n/a	0,40
IEC 60793-2-50, B-656 (wideband non-zero dispersion shifted) – ITU-T G.656	n/a	n/a	n/a	0,4	0,35	n/a	0,40
IEC 60793-2-50, B-657.A1/A2 (bending loss insensitive) – ITU-T G.657.A1/A2	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,40
IEC 60793-2-50, B-657.B2/B3 (bending loss insensitive) – ITU-T G.657.B2/B3	0,40	0,40	0,40	0,40	0,30	0,30	0,40

n/a = not applicable

These values are more applicable to cables that are used for long system applications (as defined by ITU-T). The introduction of link design attenuation (LDA) values is under consideration for certain fibre categories. Different attenuation values may be agreed between the customer and the supplier for certain cable constructions.

1 625 nm attenuation values are optionally specified by the customer.

A list of applications supported by A1 multimode optical fibres for multimode optical cables can be found in IEC 60793-2-10.

ISO/IEC 11801-1 provides information on supported applications for single-mode and multimode optical cables. It has permanent link requirements for cable attenuation by defining performance categories of cabled optical fibre. The categories can then be used in channel planning, defined by distance, which supports applications.

Table A.2 – Category A1- multimode fibre maximum cable attenuation coefficient (dB/km)

Fibre category	Attenuation coefficient at 850 nm	Attenuation coefficient at 1 300 nm	Performance category
IEC 60793-2-10, A1-OM1 category	3,5	1,5	OM1 ^a
IEC 60793-2-10, A1-OM2 category	3,5	1,5	OM2 ^a
IEC 60793-2-10, A1-OM3 category	3,0	1,5	OM3
IEC 60793-2-10, A1-OM4 category	3,0	1,5	OM4
IEC 60793-2-10, A1-OM5 category	3,0	1,5	OM5
^a OM1 and OM2 are no longer supported but are shown here for completeness.			

Table A.3 – Single-mode maximum cable attenuation coefficient (dB/km)

Fibre category	Attenuation coefficient at 1 310 nm	Attenuation coefficient at 1 383 nm	Attenuation coefficient at 1 550 nm	Attenuation coefficient at 1 625 nm	Performance category
IEC 60793-2-50, B-652.B, B-652-D, B-657-A1, B-657-A2, B-657-B2/B3	1,0	1,0	1,0	n/a	OS1a
IEC 60793-2-50, B-652.D	0,4	0,4	0,4	n/a	OS2
IEC 60793-2-50, B-657.A1	0,4	0,4	0,4	n/a	OS2
IEC 60793-2-50, B-657.A2	0,4	0,4	0,4	n/a	OS2

A.3 Cabled fibre bandwidth requirements

There are no bandwidth requirements on single-mode fibres.

For cables containing multimode fibres, the fibre should be specified at one of the performance levels defined in Table A.4 in terms of minimum bandwidth (MHz·km), wavelength, and type of measurement. The value for bandwidth is normally as given by the fibre supplier, rather than measured on the cabled fibre.

The fibre category and performance level should be agreed between the customer and supplier.

Table A.4 – Category A1 multimode cabled fibre bandwidth (MHz·km)

Fibre category	Nominal core diameter (µm)	Overfilled bandwidth at 850 nm	Overfilled bandwidth at 953 nm	Overfilled bandwidth at 1 300 nm	Effective modal bandwidth at 850 nm	Effective modal bandwidth at 953 nm	Performance category
IEC 60793-2-10, A1-OM1 category	62,5	200	n/a	500	n/a	n/a	OM1 ^a
IEC 60793-2-10, A1-OM2 category	50	500	n/a	500	n/a	n/a	OM2 ^a
IEC 60793-2-10, A1-OM3 category	50	1 500	n/a	500	2 000	n/a	OM3
IEC 60793-2-10, A1-OM4 category	50	3 500	n/a	500	4 700	n/a	OM4
IEC 60793-2-10, A1-OM5 category	50	3 500	1 850	500	4 700	2 470	OM5
n/a = not applicable							
^a OM1 and OM2 are no longer supported but are shown here for completeness							

A.4 Type testing at 1 625 nm

When specifically requested by the customer specification, cables that are intended for use in systems operating in the L-band (1 565 nm to 1 625 nm) may be tested at 1 625 nm. Table A.5 below gives some guidance on possible pass/fail criteria. Actual requirements should be established by agreement between the customer and supplier, based on the particular cable application.

Table A.5 – Guidance values for 1 625 nm type test acceptance criteria

Test	Wavelength nm	Acceptance criterion ^{a, b}
Maximum variation in attenuation – Point discontinuities	1 625	0,2 dB
Maximum change in attenuation coefficient during temperature cycling	1 625	0,6 dB/km ^c
Maximum change in attenuation for all other tests in the IEC 60794-1 series (during long-term load and after test)	1 625	0,5 dB ^c
^a Results at 1 625 nm may be used to demonstrate compliance at 1 550 nm, using 1 550 nm acceptance criteria.		
^b Results at 1 550 nm shall not be used to demonstrate compliance at 1 625 nm.		
^c 0,4 dB/km or 0,4 dB higher than the acceptance criterion at 1 550 nm. The acceptance criteria at 1 550 nm can vary in the different cable specifications of the IEC 60794 series.		

Annex B (informative)

Guidelines for qualification sampling

B.1 General

Typically, a wide range of fibre counts can be accommodated by a small range of generic optical fibre cables. For example, considering loose tube designs with 12 fibres per tube, a 6-element cable can be produced in 12, 24, 36, 48, 60 or 72 fibre versions just by varying the number of tubes and dummy filler elements, within the same basic design. Similarly, cables with 6, 8, 12 and 24 elements can provide options for 12 cables covering from 72 to 288 fibres, with just 4 generic cable designs. This concept can be applied to different fibre counts. For qualification purposes, it will probably only be necessary to test a subset of the fibre counts and element counts that represent the product range (e.g. the smallest and the largest element count designs). In the previous example, it can be considered appropriate to test just one 6-element design and one 24-element design in order to prove a manufacturer's design and manufacturing capability.

This philosophy can equally be applied to other designs of optical cable such as single element designs, central tube cable designs or buffered optical fibre cable designs. For example, the smallest and the largest fibre count designs could be tested.

B.2 Fibre selection for cable testing

The cable being tested may contain a full complement of working fibres or may contain working and dummy/scrap fibres. A representative number of fibres that are tested should be dispersed throughout the working units. For cables with multiple tube designs, non-working tubes or filler rods may be deployed but they can be used in such a manner that they do not affect the performance of the test. The manufacturer may position the working units within a cable such that they will be subjected to the full force of the test. It is recommended to test a minimum number of fibres of a full complement of fibres in a cable, as given in Table B.1.

Table B.1 – Recommended minimum number of tested fibres in a cable

Number of fibres in the cable	Recommended minimum number of tested fibres in a cable %
1 to 12	50
13 to 48	20
49 to 288	10
289 to 1 152	5
1 153 to 4 608	2
4 609 or more	1

Stranded loose tube cable designs with more than one active tube may be tested as follows:

In a single layer cable design, at least one fibre from a minimum of 2 tubes can be tested. In a multi-layer design, at least one fibre from a minimum of 2 tubes of each layer may be tested. The selected tubes cannot be located next to each other and may be fully populated with fibres although some may be scrap/dummy fibres.

Ribbon cables with a layered ribbon structure may contain working fibres in the first, last, and central ribbon position. The working fibre being tested may be located at both edges and in the middle of each of these ribbons. For partially bonded ribbon designs, a representative number of fibres, in accordance with Table B.1 and dispersed throughout the working units, shall be tested.

If agreed between the customer and supplier, optical fibres may be spliced to each other, for example. This is a convenient way to check all fibres under test.

The test report may record how many fibres in a cable were tested, where the tested fibres were positioned within the cable structure and if the optical performance of all tested fibres were measured individually or serially connected.

When a change in the design occurs, then only the tests that are affected by the design change need to be performed.

B.3 Pass/fail criteria

The acceptance criteria will depend on the application but would typically include no fibre break or a combination of “no change” (see Clause 3) and allowable change in performance. These differences arise due to varying requirements before, during and after a test, as given in the relevant specification.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-1-1:2023

Annex C (informative)

Preferred temperatures

The temperature limits listed in Table C.1 are preferred to be used as test parameters for temperature cycling, shrinkage and any other tests of optical fibre cables where these temperatures are suitable to be applied.

Table C.1 – Preferred low and high temperature

Low temperature T_A °C	High temperature T_B °C	Sources of temperature limits	
		Performance categories of connectors, components and protective housings ^a	Environmental classification of customer premises cabling ^b
-10	+60	C	$M_x I_x C_1 E_x$
-10	+70	C^{HD}	-
-25	+70	OP	$M_x I_x C_2 E_x$
-25	+85	OP^{HD}	-
-30	+60	S	-
-40	+65	A, G	-
-40	+70	I	$M_x I_x C_3 E_x$
-40	+75	OP+	-
-40	+85	$OP+^{HD}$, I^{HD} , E	-

A suitable operating service environment (performance category) or environmental classification should be selected in accordance with the application.

^a Included in IEC 61753-1. The abbreviations are as follows:
C: indoor controlled environment;
OP/OP+: outdoor protected environment;
S: outdoor subterranean or sub-surface environment;
A: outdoor aerial environment;
G: outdoor ground level environment;
I: industrial environment;
E: extreme environment;
^{HD}: indicates an extended upper temperature necessary due to additional dissipation by active electronics.

^b Included in ISO/IEC 11801-1. For an introduction to the MICE environmental classification system use ISO/IEC TR 29106. For technical guidance use IEC TR 62362.

Bibliography

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

IEC 60794-2-23, *Optical fibre cables – Part 2-23: Indoor optical fibre cables – Detailed specification for multi-fibre cables for use in MPO connector terminated cable assemblies*

IEC 60794-2-24, *Optical fibre cables – Part 2-23: Indoor optical fibre cables – Detailed specification for multiple multi-fibre unit cables for use in MPO connector terminated breakout cable assemblies*

IEC 60794-1-1, *Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General*

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures – General guidance*

IEC 60794-1-3, *Optical fibre cables – Part 1-3: Generic specification – Optical cable elements*

IEC 60794-1-23, *Optical fibre cables – Part 1-23: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Cable element test methods*

IEC 60794-1-24⁶, *Optical fibre cables – Part 1-24: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Electrical test methods*

IEC 60794-1-401, *Optical fibre cables – Part 1-401: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Electrical test methods – Short-circuit test (for OPGW, OPPC and OPAC), Method H1*

IEC 60794-1-402, *Optical fibre cables – Part 1-402: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Electrical test methods – Lightning test (for OPGW, OPPC and OPAC), Method H2*

IEC 60794-2, (all parts), *Optical fibre cables – Part 2-X Indoor optical fibre cables*

IEC 60794-2-10, *Optical fibre cables – Part 2-10: Indoor optical fibre cables – Family specification for simplex and duplex cables*

IEC 60794-2-11, *Optical fibre cables – Part 2-11: Indoor cables – Detailed specification for simplex and duplex cables for use in premises cabling*

IEC 60794-2-20, *Optical fibre cables – Part 2-20: Indoor cables – Family specification for multi-fibre optical cables*

IEC 60794-2-21, *Optical fibre cables – Part 2-21: Indoor cables – Detailed specification for multi-fibre optical distribution cables for use in premises cabling*

IEC 60794-2-22, *Optical fibre cables – Part 2-22: Indoor cables – Detail specification for multi-simplex breakout optical cables to be terminated with connectors*

IEC 60794-2-23, *Optical fibre cables – Part 2-23: Indoor optical fibre cables – Detailed specification for multi-fibre cables for use in MPO connector terminated cable assemblies*

⁶ This publication has been withdrawn.

IEC 60794-2-24, *Optical fibre cables – Part 2-24: Indoor optical fibre cables – Detailed specification for multiple multi-fibre unit cables for use in MPO connector terminated breakout cable assemblies*

IEC 60794-2-30, *Optical fibre cables – Part 2-30: Optical fibre cables – Indoor cables – Family specification for optical fibre ribbon cables for use in terminated cable assemblies*

IEC 60794-2-31, *Optical fibre cables – Part 2-31: Indoor cables – Detailed specification for optical fibre ribbon cables for use in premises cabling*

IEC 60794-2-40, *Optical fibre cables – Part 2-40: Indoor optical fibre cables – Family specification for A4 fibre cables*

IEC 60794-2-41, *Optical fibre cables – Indoor cables – Product specification for simplex and duplex buffered A4 fibres*

IEC 60794-2-42, *Optical fibre cables – Part 2-42: Indoor optical fibre cables – Product specification for simplex and duplex cables with A4 fibres*

IEC 60794-2-50, *Optical fibre cables – Part 2-50: Indoor cables – Family specification for simplex and duplex cables for use in terminated cable assemblies*

IEC 60794-3, (all parts), *Optical fibre cables, Outdoor Cables– Part 3-X: Outdoor cables*

IEC 60794-3-10, *Optical fibre cables – Part 3-10: Outdoor cables – Family specification for duct, directly buried and lashed aerial optical telecommunication cables*

IEC 60794-3-11, *Optical fibre cables – Part 3-11: Outdoor cables – Product specification for duct, directly buried, and lashed aerial single-mode optical fibre telecommunication cables*

IEC 60794-3-12, *Optical fibre cables – Part 3-12: Outdoor cables – Detailed specification for duct and directly buried optical telecommunication cables for use in premises cabling*

IEC 60794-3-20, *Optical fibre cables – Part 3-20: Outdoor cables- Family specification for self-supporting aerial telecommunication cables*

IEC 60794-3-21, *Optical fibre cables – Part 3-21: Outdoor cables – Product specification for optical self-supporting aerial telecommunication cables for use in premises cabling*

IEC 60794-3-30, *Optical fibre cables – Part 3-30: Outdoor cables – Family specification for optical telecommunication cables for lakes, river crossings and coastal application*

IEC 60794-3-40, *Optical fibre cables – Part 3-40: Outdoor cables – Family specification for cables for storm and sanitary sewers*

IEC 60794-3-70, *Optical fibre cables – Part 3-70: Outdoor cables – Family specification for outdoor optical fibre cables for rapid/multiple deployment*

IEC 60794-4 (all parts), *Optical fibre cables – Part 4-X: Family specification*

IEC 60794-4-10, *Optical fibre cables – Part 4-10: Family specification – Optical ground wires (OPGW) along electrical power lines*

IEC 60794-4-20:2018, *Optical fibre cables – Part 4-20: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for ADSS (all dielectric self-supported) optical cables*

IEC 60794-4-30, *Optical fibre cables – Part 4-30: Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for optical phase conductor (OPPC) optical cables*

IEC 60794-5, (all parts), *Optical fibre cables – Part 5-X: Family specification*

IEC 60794-5-10, *Optical fibre cables – Part 5-10: Family specification – Outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected microducts for installation by blowing*

IEC 60794-5-20, *Optical fibre cables – Part 5-20: Family specification – Outdoor microduct fibre units, microducts and protected microducts for installation by blowing*

IEC 60794-6, (all parts), *Optical fibre cables, Part 6-X: Indoor-outdoor cables*

IEC 60794-6-10, *Optical fibre cables – Part 6-10: Indoor-outdoor cables – Family specification for universal indoor-outdoor cables*

IEC 60794-6-20, *Optical fibre cables – Part 6-20: Indoor-outdoor cables – Family specification for flame retardant outdoor cables*

IEC 60794-6-30, *Optical fibre cables – Part 6-30: Indoor-outdoor cables – Family specification for weatherised indoor cables*

IEC 60794-7⁷, *Optical fibre cables – Part 7: Sectional specification – Fire-resistant cables for data communication – Sectional specification*

IEC TR 61282-3, *Fibre optic communication system design guides – Part 3: Calculation of link polarization mode dispersion*

IEC 61753-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 1: General and guidance*

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

IEC TR 62000, *Guidelines for combining different single-mode fibre sub-categories*

IEC TR 62222, *Fire performance of communication cables installed in buildings*

IEC TR 62283, *Optical fibres – Guidance for nuclear radiation tests*

IEC TR 62362, *Selection of optical fibre cable specifications relative to mechanical, ingress, climatic or electromagnetic characteristics – Guidance*

IEC TR 62470, *Guidance on techniques for the measurement of the coefficient of friction (COF) between cables and ducts*

IEC TR 62690, *Hydrogen effects in optical fibre cables – Guidelines*

IEC TR 62691, *Guide to the installation of optical fibre cables*

IEC 62807-1, *Hybrid telecommunication cables – Part 1: Generic specification*

IEC TR 62901, *Guide for the selection of drop cables*

⁷ Under development.

IEC TR 62959, *Optical fibre cables – Shrinkage effects on cable and cable element end termination – Guidance*

IEC TR 63194, *Guidance on colour coding of optical fibre cables*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO/IEC 11801 (all parts), *Information technology – Generic cabling for customer premises*

ISO/IEC 11801-1, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements*

ISO/IEC 11801-3, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 3: Industrial premises*

ISO/IEC TR 29106, *Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification*

ISO 14001, *Environmental management systems – Requirements with guidance for use*

ISO 14064-1, *Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*

ITU-T G.652, *Characteristics of a single-mode optical fibre and cable*

ITU-TG.653, *Characteristics of a dispersion-shifted, single-mode optical fibre and cable*

ITU-T G.654, *Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre and cable*

ITU-T G.655, *Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable*

ITU-T G.656, *Characteristics of a fibre and cable with non-zero dispersion for wideband optical transport*

ITU-T G.657, *Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-1-1:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives	38
3 Termes et définitions	39
4 Symboles graphiques et abréviations	44
5 Câbles à fibres optiques – Structure de l'IEC 60794	46
5.1 Généralités	46
5.2 Série IEC 60794-1	46
5.3 Série IEC 60794-2	46
5.4 Série IEC 60794-3	47
5.5 Série IEC 60794-4	48
5.6 Série IEC 60794-5	48
5.7 Série IEC 60794-6	49
5.8 Série IEC 60794-7	49
6 Matériaux du câble	49
6.1 Matériaux des câbles intérieurs	49
6.2 Matériaux du câble extérieur	49
6.3 Matériaux des câbles intérieurs/extérieurs	50
6.4 Exigences environnementales relatives aux matériaux de câble	50
7 Construction des câbles	50
7.1 Généralités	50
7.2 Repérage par couleurs	51
7.2.1 Vue d'ensemble	51
7.2.2 Repérage par couleurs des fibres	51
7.2.3 Repérage par couleurs d'unités	51
7.2.4 Repérage par couleurs des gaines	51
7.3 Fibre	51
7.3.1 Généralités	51
7.3.2 Affaiblissement linéique	52
7.3.3 Uniformité d'affaiblissement – Discontinuité d'affaiblissement	52
7.3.4 Longueur d'onde de coupure en câble	52
7.3.5 Dispersion modale de polarisation (PMD)	52
7.4 Tubes de protection	52
7.5 Éléments de résistance à la traction	52
7.6 Éléments de protection contre les écrasements	53
7.7 Éléments d'étanchéité	53
7.8 Éléments de retrait de la gaine	53
7.9 Gaine de câble	53
8 Méthodes de mesure et d'essai	53
8.1 Généralités	53
8.2 Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission	53
8.3 Méthodes de mesure des dimensions	54
8.4 Méthodes d'essai des caractéristiques mécaniques	55
8.5 Méthodes d'essai des caractéristiques environnementales	55
8.6 Méthodes d'essai relatives à la caractérisation des éléments de câble	55
8.7 Méthodes de mesure et d'essai des caractéristiques électriques	55

Annexe A (informative) Lignes directrices relatives aux performances spécifiques des fibres optiques et des fibres câblées	56
A.1 Généralités	56
A.2 Exigences relatives à l'affaiblissement des fibres câblées	56
A.3 Exigences relatives à l'affaiblissement des fibres câblées	57
A.4 Essais de type à 1 625 nm	58
Annexe B (informative) Lignes directrices pour la constitution de l'échantillonnage de qualification	59
B.1 Généralités	59
B.2 Choix de fibre pour les essais des câbles	59
B.3 Critères d'acceptation/de rejet	60
Annexe C (informative) Températures préférentielles	61
Bibliographie	62
Tableau 1 – Structure de l'IEC 60794	46
Tableau 2 – Série IEC 60794-1	46
Tableau 3 – Série IEC 60794-2	47
Tableau 4 – Série IEC 60794-3	48
Tableau 5 – Série IEC 60794-4	48
Tableau 6 – Série IEC 60794-5	48
Tableau 7 – Série IEC 60794-6	49
Tableau 8 – Matériaux des câbles intérieurs (exemples)	49
Tableau 9 – Matériaux des câbles extérieurs (exemples)	50
Tableau 10 – Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission	54
Tableau 11 – Méthodes de mesure des dimensions	54
Tableau 12 – Méthodes de mesure des caractéristiques électriques	55
Tableau A.1 – Affaiblissement linéique maximal des fibres câblées unimodales (dB/km), selon l'UIT-T	56
Tableau A.2 – Affaiblissement linéique maximal d'un câble à fibres optiques multimodales de catégorie A1 (dB/km)	57
Tableau A.3 – Affaiblissement linéique maximal d'un câble à fibres optiques unimodales (dB/km)	57
Tableau A.4 – Largeur de bande de fibres câblées multimodales de catégorie A1 (MHz km)	58
Tableau A.5 – Lignes directrices relatives aux valeurs des critères d'acceptation des essais de type à 1 625 nm	58
Tableau B.1 – Nombre minimal recommandé de fibres soumises à essai dans un câble	59
Tableau C.1 – Températures préférentielles basses et hautes	61

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-1: Spécification générique – Généralités

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. 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.

L'IEC 60794-1-1 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 cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2015. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) réorganisation du document en un flux plus logique pour faciliter la lecture;
- b) extension des tableaux pour inclure les noms et définitions de tous les documents de la série IEC 60794-x;

- c) extension du contenu des définitions, des symboles graphiques, de la terminologie et des abréviations, dans le but de faire du présent document le document par défaut et la référence pour tous les autres documents de la série IEC 60794-x;
- d) ajout d'alinéas étendus, mis à jour et réorganisés sur la largeur de bande et l'affaiblissement des fibres optiques, dans le but de faire du présent document le document par défaut et la référence pour tous les autres documents de la série IEC 60794-x.

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

Projet	Rapport de vote
86A/2286/FDIS	86A/2313/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.

Le présent 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 60794, publiée sous le titre général *Câbles à 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. A cette date, le document sera

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

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-1: Spécification générique – Généralités

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60794 s'applique aux câbles à fibres optiques destinés à être utilisés avec des équipements de communication et des dispositifs utilisant des techniques similaires. Les propriétés électriques sont spécifiées pour les câbles de garde à fibres optiques (OPGW) et les câbles conducteurs de phase à fibres optiques (OPPC). Les câbles de communication hybrides sont spécifiés dans la série IEC 62807.

Le présent document a pour objet d'établir des exigences génériques uniformes relatives aux caractéristiques géométriques, de transmission, de matériaux, mécaniques, de vieillissement (exposition à l'environnement), climatiques et électriques des câbles et des éléments de câbles à fibres optiques, le cas échéant.

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 60189-1, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods* (disponible en anglais seulement)

IEC 60304, *Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences*

IEC 60793-1-21, *Fibres optiques – Partie 1-21: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie du revêtement*

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

IEC 60793-1-40, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesurage de l'affaiblissement*

IEC 60793-1-44, *Fibres optiques – Partie 1-44: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Longueur d'onde de coupure*

IEC 60793-1-46, *Fibres optiques – Partie 1-46: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Contrôle des variations du facteur de transmission optique*

IEC 60793-1-48, *Fibres optiques – Partie 1-48: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Dispersion de mode de polarisation*

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 60793-2-40:2021, *Fibres optiques – Partie 2-40: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodales de catégorie A4*

IEC 60794-1-21, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-21: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essai mécanique*

IEC 60794-1-22¹, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-22: Spécification générique – Modes opératoires de base applicables aux essais des câbles optiques – Méthodes d'essais d'environnement*

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques*

IEC 60811-203, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

absence de variation de l'affaiblissement

critère d'acceptation pour la mesure de l'affaiblissement qui inclut une tolérance pour l'incertitude de mesure provenant des erreurs de mesure ou des erreurs d'étalonnage dues à un déficit en normes de référence adaptées

Note 1 à l'article: Pour une interprétation pratique, les valeurs suivantes doivent être utilisées:

- a) absence de variation de l'affaiblissement, unimodales (classe B): incertitude totale de mesure, qui doit être $\leq \pm 0,05$ dB pour l'affaiblissement ou $\leq \pm 0,05$ dB/km pour l'affaiblissement linéique. Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une absence de variation de l'affaiblissement".

Les exigences relatives à ces paramètres sont indiquées comme "Absence de variation ($\leq \pm 0,05$ dB ou $\leq \pm 0,05$ dB/km)".

Par accord entre le client et le fournisseur, un écart mineur par rapport à cette limite peut être accepté à une basse fréquence, par exemple moins de 10 %. Toutefois, pour les essais mécaniques, aucun écart supérieur à 0,15 dB ne doit être accepté. Pour les essais d'environnement, aucun écart supérieur à 0,10 dB/km ne doit être accepté;

- b) absence de variation de l'affaiblissement, multimodales (catégorie A1): l'incertitude totale de mesure doit être $\leq \pm 0,2$ dB pour l'affaiblissement ou $\leq \pm 0,2$ dB/km pour l'affaiblissement linéique.

Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une absence de variation de l'affaiblissement".

Les exigences relatives à ces paramètres sont indiquées comme "Absence de variation ($\leq \pm 0,2$ dB ou $\leq \pm 0,2$ dB/km)".

Par accord entre le client et le fournisseur, un écart mineur par rapport à cette limite peut être accepté à une basse fréquence, par exemple moins de 10 %. Toutefois, pour les essais mécaniques, aucun écart

¹ Ce document va progressivement être remplacé par la série IEC 60794-1-2XX.

supérieur à 0,5 dB ne doit être accepté. Pour les essais d'environnement, aucun écart supérieur à 0,5 dB/km ne doit être accepté;

- c) absence de variation de l'affaiblissement, fibre optique plastique (catégorie A4): l'incertitude totale de mesure pour le présent document doit être $\leq 2\%$ de l'affaiblissement maximal spécifié dans l'EC 60793-2-40:2021, Annexe A à Annexe I.

Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une absence de variation de l'affaiblissement".

3.2

variation admissible de l'affaiblissement

<lors des essais mécaniques et des essais d'environnement> variation de l'affaiblissement qui peut être une valeur supérieure à la limite d'absence de variation, selon la catégorie de fibres, unimodale ou multimodale, la conception et l'application des câbles

3.3

affaiblissement de la conception des liaisons

LDA

limite supérieure statistique de l'affaiblissement linéique des câbles à fibres optiques concaténés

3.4

absence de variation de l'allongement de la fibre

critère d'acceptation de la mesure de l'allongement de la fibre qui inclut une tolérance pour l'incertitude de mesure provenant des erreurs de mesure ou des erreurs d'étalonnage dues à un déficit en normes de référence adaptées

Note 1 à l'article: Pour l'interprétation, l'incertitude totale de mesure doit être un allongement de $\pm 0,05\%$. Toute valeur mesurée dans cette plage doit être considérée comme représentant une "absence de variation de l'allongement".

3.5

variation admissible de l'allongement de la fibre

<lors des essais mécaniques et des essais d'environnement> niveau de déformation qui ne compromet pas la fiabilité mécanique des fibres pour certains des paramètres spécifiés

3.6

intégrité du circuit

aptitude du câble en essai à continuer de fonctionner de la façon prévue lorsqu'il est soumis à une source de chaleur par flamme spécifiée pendant une durée précise

3.7

résistance au feu

aptitude du câble en essai à résister à une défaillance fonctionnelle pour fonctionner de la façon prévue lorsqu'il est soumis à une source de chaleur par flamme spécifiée pendant une durée précise

3.8

rétrécissement

contraction irréversible après extrusion des matériaux plastiques, provoquée par le chauffage ou une exposition prolongée à la température ambiante

3.9

définitions des charges sur les câbles (pour les applications non aériennes)

3.9.1

charge à long terme

T_L

quantité acceptable de charge à long terme que le câble peut subir en fonctionnement (c'est-à-dire une fois l'installation terminée)

Note 1 à l'article: La charge à long terme peut être due à la charge résiduelle issue du processus d'installation et/ou à un effet d'environnement. Il s'agit de la charge maximale assignée à laquelle est soumis un câble dans les essais à long terme.

Note 2 à l'article: Pour les fibres ayant été soumises à l'essai de sélection à 1 %, l'allongement (T_L) ne doit pas dépasser 20 % de l'allongement d'épreuve de ces fibres (c'est-à-dire un allongement absolu de 0,2 %) et l'affaiblissement ne doit pas varier pendant l'essai.

Note 3 à l'article: Pour les fibres ayant été soumises à des essais de sélection plus élevés, la charge de sécurité à long terme n'est pas linéairement proportionnelle à la déformation d'épreuve, ainsi un pourcentage de déformation d'épreuve plus faible est applicable. Pour les fibres ayant été soumises à des essais de sélection supérieurs à 1 % et jusqu'à 2 %, l'allongement T_L doit être limité à 17 % de la déformation d'épreuve (c'est-à-dire une déformation absolue de 0,34 % pour des fibres ayant été soumises à un essai de sélection à 2 %).

3.9.2

charge à court terme

T_S

quantité acceptable de charge à court terme qui peut être appliquée à un câble sans dégradation permanente des caractéristiques des fibres, des éléments de câbles ou de la gaine

Note 1 à l'article: La charge à court terme est souvent appelée la charge nominale d'installation.

Note 2 à l'article: En condition de charge de traction à court terme (T_S) l'allongement de la fibre ne doit pas dépasser 60 % de la déformation d'épreuve de la fibre (égale à l'allongement absolu de 0,6 % pour des fibres ayant été soumises à l'essai de sélection à 1 %) et la variation de l'affaiblissement pendant l'essai doit être mesurée et enregistrée.

3.10

définitions des charges sur les câbles et terminologie d'essai de traction (applications aériennes autoportées)

3.10.1

tension maximale admissible

MAT

charge de traction maximale qui peut être appliquée au câble sans déroger aux exigences de performances (par exemple l'affaiblissement et la fiabilité de la fibre) en raison de la déformation des fibres

Note 1 à l'article: En raison des codes d'installation, la valeur de MAT est parfois limitée à moins de 60 % de la tension de rupture du câble.

Note 2 à l'article: Il s'agit également de la résistance opérationnelle ultime (UOS - Ultimate Operational Strength) égale à 60 % de la RTS (et de l'allongement de la fibre < 0,35 %, 1/3 de l'essai d'épreuve). $MAT < 60 \% UOS$.

Note 3 à l'article: Également appelée Contrainte quotidienne (EDS, Every Day Stress) définie à 25 % de la RTS, sans allongement de fibre (< 0,05 %) et sans augmentation de l'affaiblissement (0,05 dB).

3.10.2

marge de déformation

valeur de déformation du câble au début de la déformation des fibres

Note 1 à l'article: La marge d'allongement peut également s'exprimer comme la charge d'un câble (N) au début de l'allongement des fibres.

3.10.3

tension de rupture

charge de traction qui entraîne une rupture physique du câble

Note 1 à l'article: La tension de rupture peut être calculée, à condition que le modèle de conception ait été validé.

3.10.4

tension d'installation maximale

MIT

tension de déroulage maximale recommandée pendant l'installation

3.10.5

résistance à la traction nominale

RTS

somme du produit de la section nominale, de la résistance nominale à la traction et du facteur de toronnage pour chaque matériau subissant une traction dans la construction du câble

3.11

section de câble

toilette individuel de câble, conforme à la production

3.12

élément de câble

composant d'un câble conçu pour héberger et protéger les fibres optiques

Note 1 à l'article: le terme "unité de fibre optique" de l'IEC 60794-4-10 a été remplacé par "élément de câble" pour rester cohérent avec l'IEC 60794-1-23 et pour éviter toute confusion avec l'IEC 60794-5-20.

Note 2 à l'article: La gaine du câble est incluse en tant qu'élément de câble.

3.13

termes relatifs à la dispersion modale de polarisation (PMD, Polarization Mode Dispersion)

3.13.1

retard de groupe différentiel

DGD

retard relatif entre les deux modes fondamentaux de polarisation (états principaux de polarisation) à l'extrémité d'un câble à fibres optiques, à une longueur d'onde et un moment particuliers

Note 1 à l'article: Le retard de groupe différentiel est exprimé en ps.

Note 2 à l'article: L'abréviation "DGD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "differential group delay".

3.13.2

valeur de dispersion modale de polarisation

valeur PMD

moyenne des valeurs de DGD sur plusieurs longueurs d'onde

Note 1 à l'article: La valeur de dispersion modale de polarisation est exprimée en ps.

Note 2 à l'article: L'abréviation "PMD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "polarization mode dispersion".

3.13.3

coefficient de dispersion modale de polarisation

coefficient PMD

valeur de PMD d'un câble à fibres optiques divisée par la racine carrée de sa longueur (km)

Note 1 à l'article: Le coefficient de dispersion modale de polarisation est exprimé en ps/√km.

3.13.4

lien

longueur de câble composée d'un nombre de sections de câbles individuels

Note 1 à l'article: Les valeurs de PMD des liens sont généralement calculées selon les formules données dans l'IEC TR 61282-3, mais elles peuvent être mesurées.

3.14

câble assemblé équipé

câble se terminant par des connecteurs

Note 1 à l'article: Un cordon de brassage ou un cavalier est un type de câble assemblé équipé.

Note 2 à l'article: Les termes suivants relatifs aux câbles assemblés équipés dotés d'un ou de plusieurs connecteur(s) aux extrémités sont utilisés dans la série ISO/IEC 11801: cordons de brassage, cordons de zone de travail et cordons d'équipements.

3.15

types de câbles aériens

3.15.1

autoporteur tout diélectrique

ADSS

câble capable de supporter une installation aérienne et de fonctionner longtemps sans support de traction externe

3.15.2

câble optique attaché

OPAC

câble diélectrique non autoporteur, mais fixé à un câble de terre électrique ou à un conducteur de phase en utilisant une des méthodes de fixation suivante: par enroulement, lacé ou fixé avec un dispositif préformé

3.15.3

par enroulement

câble non métallique souple de construction légère (enroulement) qui peut être enroulé de manière hélicoïdale autour du câble de terre ou du conducteur de phase en utilisant une machine spéciale

3.15.4

lacé

câbles non métalliques installés de manière longitudinale le long du câble de terre, du conducteur de phase ou sur un câble de support séparé (sur une ligne de poteaux) et qui sont maintenus en place au moyen d'un filin de fretage ou d'un cordon adhésif

3.15.5

avec un dispositif préformé

câble analogue aux câbles lacés, mais fixé à l'aide de brides de fixation spéciales préformées en spirale

3.15.6

câble de garde à fibres optiques

OPGW

câble optique métallique destiné aux lignes aériennes de puissance et remplissant une double fonction de câble de garde classique avec des capacités de télécommunication

3.15.7

conducteur de phase à fibres optiques

OPPC

câble optique métallique hybride remplissant une double fonction de conducteur de phase conventionnel avec des capacités de télécommunication

3.16

câble composite

câble à fibres optiques contenant plusieurs catégories de fibres

3.17

câble de communication hybride

câble contenant plusieurs types de supports, incluant, mais sans y être limité, des câbles à fibres optiques et/ou des câbles à paires/quartes torsadées et/ou des câbles coaxiaux

3.18

erreur d'arrondi

règle² de "l'arrondi en s'éloignant de zéro", lorsque les résultats enregistrés affichent plus de chiffres significatifs que le nombre exigé dans les critères d'acceptation.

Note 1 à l'article: Seul le premier chiffre au-delà du nombre de chiffres significatifs est utilisé pour déterminer l'arrondi.

EXEMPLE 1: Pour une exigence d'affaiblissement maximal de 0,22 dB/km, les valeurs jusqu'à 0,224 dB/km sont conformes, alors que les valeurs supérieures ou égales à 0,225 dB/km ne le sont pas.

EXEMPLE 2: Pour une exigence de $\pm 0,05$ dB, les valeurs comprises entre -0,054 et +0,054 sont considérées comme étant acceptables.

3.19

ovalité maximale admissible

plus grande ovalité admissible de l'unité optique ou de son composant calculée par la formule suivante:

$2 \times (d1 - d2) / (d1 + d2)$ en % où:

$d1$ est le diamètre mesuré maximal du câble ou du composant

$d2$ est le diamètre minimal du câble ou du composant à la même section que $d1$

3.20

câble épanoui

câble composé de sous-unités de fibres pouvant être des câbles à fibres optiques indépendants, entourés d'une gaine externe constituée d'un matériau approprié

Note 1 à l'article: En conditions d'application, cette gaine externe du câble épanoui peut être retirée sur une certaine longueur, permettant d'utiliser les sous-unités de fibres comme des câbles fibroniques indépendants.

4 Symboles graphiques et abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations données dans l'IEC TR 61931 ainsi que les suivantes s'appliquent.

ADSS	All Dielectric Self-Supporting (autoporteur tout diélectrique)
APL	Aluminium/Polyéthylène Laminé
ΔD	épaisseur minimale des parois d'un microconduit
$\Delta D'$	épaisseur minimale de la gaine externe d'un microconduit protégé
D	diamètre extérieur nominal d'un câble en microconduit
d	diamètre extérieur nominal d'un câble (y compris les unités de fibres pour microconduit)
dc	diamètre extérieur nominal d'une conduite ou d'une sous-conduite
DS	Detail Specification (spécification particulière)
EDS	Every Day Stress (contrainte quotidienne)
ID	diamètre intérieur nominal d'un microconduit
Port E/S	port d'entrée/sortie pour l'injection et l'extraction de câbles à fibres optiques dans un tuyau
λ_{CC}	longueur d'onde de coupure en câble
$\lambda_{opérationnelle}$	longueur d'onde opérationnelle

² Consulter le Guide ISO/IEC 98-3:2008, Article 7, relatif à l'incertitude de mesure pour obtenir des informations supplémentaires.

LDA	Link Design Attenuation (affaiblissement de la conception des liaisons)
m	masse de 1 km de câble (dans le cadre des essais de traction)
MAOC	Maximum Allowable Ovality of Cable (ovalité maximale admissible du câble)
MAT	Maximum Allowable Tension (tension maximale admissible)
MASS	câbles autoportés aériens métalliques
MICE	Mechanical, Ingress, Climatic, or Electromagnetic (mécanique, pénétration, climatique ou électromagnétique)
MIT	Maximum Installation Tension (tension d'installation maximale)
$n \times d$	produit d'une variable et du diamètre extérieur du câble utilisé pour déterminer les tailles appropriées pour les courbures, mandrins, etc.
$n \times OD$	produit d'une variable par le diamètre extérieur d'un microconduit, utilisé pour déterminer les tailles appropriées des courbures, des mandrins, etc.
$n \times OD'$	produit d'une variable par le diamètre extérieur d'un microconduit protégé, utilisé pour déterminer les tailles appropriées des courbures, des mandrins, etc.
OCEPL	éléments de câble destinés à être utilisés sur des lignes électriques
OD	diamètre extérieur nominal d'un microconduit
OD'	diamètre extérieur nominal d'un microconduit protégé
OPAC	Optical Attached Cable (câble optique attaché)
OPGW	Optical Ground Wire (câbles de garde à fibres optiques)
OPPC	Optical Phase Conductor (conducteur de phase à fibres optiques)
PE	PolyEthylène
RTS	Rated Tensile Strength (résistance à la traction nominale)
S	environnement souterrain ou en subsurface extérieur
SPL	Steel/Polyethylene Laminate (acier/polyéthylène laminé)
SZ	technique dans laquelle le sens de toronnage est inversé périodiquement
t_1	temps nécessaire à la stabilisation pour un cycle de température
T_{A1}	limite de température basse de l'essai de cycle de température conformément à l'IEC 60794-1-22, Méthode F1
T_{A2}	limite de température basse secondaire de l'essai de cycle de température conformément à l'IEC 60794-1-22, Méthode F1
T_{B1}	limite de température haute de l'essai de cycle de température conformément à l'IEC 60794-1-22, Méthode F1
T_{B2}	limite de température haute secondaire de l'essai de cycle de température conformément à l'IEC 60794-1-22, Méthode F1
T_L	charge à long terme
T_o	charge de traction "sans allongement des fibres"
T_S	charge à court terme
UOS	Ultimate Operation Strength (résistance opérationnelle ultime)
W	poids de 1 km de câble, d'unité de fibre pour microconduit ou de toute forme de conduit, selon le cas

5 Câbles à fibres optiques – Structure de l'IEC 60794

5.1 Généralités

Les câbles à fibres optiques sont une structure constituée d'un ou de plusieurs éléments contenant des fibres optiques, des éléments de résistance mécanique et un/des conteneur(s) pour assurer la protection contre les attaques mécaniques et environnementales. La série IEC 60794 comprend les parties suivantes (voir Tableau 1):

Tableau 1 – Structure de l'IEC 60794

IEC 60794-1-1	Spécification générique
IEC 60794-2	Câbles intérieurs - Spécification intermédiaire
IEC 60794-3	Câbles extérieurs - Spécification intermédiaire
IEC 60794-4	Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de transport d'énergie
IEC 60794-5	Spécification intermédiaire – Câblage en micro conduits pour installation par soufflage
IEC 60794-6	Câbles intérieurs/extérieurs - Spécification intermédiaire pour les câbles intérieurs/extérieurs
IEC 60794-7 ³	Sectional specification – Fire-resistant cables for data communication – Sectional specification (disponible en anglais seulement)

5.2 Série IEC 60794-1

Cette série a pour objet d'établir des exigences génériques uniformes relatives aux caractéristiques géométriques, de transmission, de matériaux, mécaniques, de vieillissement (exposition à l'environnement), climatiques et électriques des câbles et des éléments de câbles à fibres optiques. La série est présentée dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Série IEC 60794-1

IEC 60794-1	60794-1-1, Spécification générique - Généralités
	60794-1-2 Spécification générique - Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques - Lignes directrices générales
	60794-1-3 Spécification générique - Éléments de câbles optiques

5.3 Série IEC 60794-2

Cette série a pour objet de fournir des exigences qui s'appliquent aux câbles à fibres optiques destinés à une utilisation en intérieur dans les réseaux de communication. D'autres types d'applications exigeant des types de câbles similaires peuvent être pris en considération. La série est présentée dans le Tableau 3.

³ Cette série est encore au stade du développement.

Tableau 3 – Série IEC 60794-2

IEC 60794-2	IEC 60794-2-10, Câbles intérieurs à fibres optiques - Spécification de famille pour les câbles simplex et duplex
	IEC 60794-2-11, Câbles intérieurs - Spécification particulière pour les câbles simplex et duplex utilisés dans le câblage de locaux
	IEC 60794-2-20, Câbles intérieurs - Spécification de famille pour les câbles optiques multifibres de distribution
	IEC 60794-2-21, Câbles intérieurs - Spécification particulière pour les câbles optiques multifibres de distribution utilisés dans le câblage de locaux
	IEC 60794-2-22, Câbles intérieurs - Spécification particulière pour câbles optiques épanouis simplex multiples munis de connecteurs
	IEC 60794-2-23 ⁴ , Indoor optical fibre cables – Detailed specification for multi-fibre cables for use in MPO connector terminated cable assemblies (disponible en anglais seulement)
	IEC 60794-2-24 ⁵ , Indoor optical fibre cables – Detailed specification for multiple multi-fibre unit cables for use in MPO connector terminated breakout cable assemblies (disponible en anglais seulement)
	IEC 60794-2-30, Câbles intérieurs - Spécification de famille pour les câbles à rubans de fibres optiques utilisés dans les assemblages de câbles connectés
	IEC 60794-2-31, Câbles intérieurs - Spécification particulière pour les câbles à fibres optiques en ruban utilisés dans le câblage de locaux
	IEC 60794-2-40, Câbles intérieurs à fibres optiques - Spécification de famille pour câbles à fibres A4
	IEC 60794-2-41, Câbles intérieurs - Spécification de produits pour fibres A4 simplex et duplex sous revêtement protecteur
	IEC 60794-2-42, Câbles intérieurs à fibres optiques - Spécification de produit pour les câbles simplex et duplex avec fibres de catégorie A4
	IEC 60794-2-50, Câbles intérieurs - Spécification de famille pour les câbles simplex et duplex utilisés dans les ensembles de câbles équipés

5.4 Série IEC 60794-3

Cette série spécifie les exigences applicables aux câbles à fibres optiques et aux éléments de câble destinés à être utilisés à l'extérieur dans les réseaux de communication. D'autres types d'applications exigeant des types de câbles similaires peuvent être pris en considération. Les exigences relatives aux câbles à utiliser dans les conduites, pour les applications directement enterrées, aux câbles aériens et aux câbles pour les passages à niveau des lacs et des cours d'eau sont incluses dans cette série. Les câbles destinés à une utilisation spécialisée dans les égouts et pour le déploiement rapide sont également inclus. La série est présentée dans le Tableau 4.

⁴ En cours de développement. Stade au moment de la publication: IEC CD 60794-2-23:2022.

⁵ En cours de développement. Stade au moment de la publication: IEC CC 60794-2-24:2022.

Tableau 4 – Série IEC 60794-3

IEC 60794-3	IEC 60794-3-10, Câbles extérieurs - Spécification de famille pour les câbles optiques de télécommunication destinés à être installés dans des conduites, directement enterrés ou attachés en aérien
	IEC 60794-3-11, câbles extérieurs - Spécification de produits pour les câbles de télécommunication à fibres optiques unimodales destinés à être installés dans des conduites, à être directement enterrés et à être attachés en aérien
	IEC 60794-3-12, Câbles extérieurs - Spécification particulière pour les câbles optiques de télécommunication destinés à être installés dans des conduites ou à être directement enterrés et utilisés dans le câblage de locaux
	IEC 60794-3-20, Câbles extérieurs - Spécification de famille pour les câbles de télécommunication aériens autoporteurs
	IEC 60794-3-21, Câbles extérieurs - Spécification de produit pour les câbles optiques de télécommunication aériens autoporteurs utilisés dans le câblage de locaux
	IEC 60794-3-30, Câbles extérieurs - Spécification de famille pour les câbles optiques de télécommunication utilisés pour les traversées de lacs, de rivières et pour applications côtières
	IEC 60794-3-40, Câbles extérieurs - Spécification de famille relative aux câbles et conduits cheminant dans les égouts destinés à être installés par soufflage et/ou tirage dans les conduites d'eaux usées pluviales et sanitaires inaccessibles
	IEC 60794-3-70, Câbles extérieurs - Spécification de famille pour câbles à fibres optiques extérieurs pour déploiement rapide/multiple

5.5 Série IEC 60794-4

Cette série couvre la construction de câbles, les méthodes d'essai, les exigences de performance optique, mécanique, environnementale et électrique pour les câbles à fibres optiques aériens et les éléments de câble destinés à être utilisés le long des lignes électriques (OCEPL) comme support de transport à large bande pour les signaux optiques de communication et de commande, y compris les câbles de garde à fibres optiques (OPGW), les conducteurs de phase à fibres optiques (OPPC), les câbles autoportés aériens métalliques (MASS), les câbles autoporteurs tout diélectriques (ADSS) et les câbles optiques attachés (OPAC). La série est présentée dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Série IEC 60794-4

IEC 60794-4	IEC 60794-4-10, Spécification de famille - Câbles de garde à fibres optiques le long des lignes électriques de puissance
	IEC 60794-4-20, Spécification intermédiaire - Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance - Spécification de famille pour les câbles optiques autoporteurs entièrement diélectriques (ADSS)
	IEC 60794-4-30, Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance - Spécification de famille pour les conducteurs de phase à fibres optiques (OPPC)

5.6 Série IEC 60794-5

Cette série spécifie les exigences des câbles à fibres optiques en micro conduit, des unités de fibres pour micro conduit, des micro conduits et des micro conduits protégés pour installation par soufflage pour usage extérieur. La série est présentée dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Série IEC 60794-5

IEC 60794-5	IEC 60794-5-10, Spécification de famille - Câbles extérieurs à fibres optiques en micro-conduit, micro-conduits et micro-conduits protégés pour installation par soufflage
	IEC 60794-5-20, Spécification de famille relative aux unités de fibres en micro-conduit extérieur, micro-conduits et micro-conduits protégés pour installation par soufflage

5.7 Série IEC 60794-6

Cette série couvre les caractéristiques générales des câbles à fibres optiques applicables aux environnements extérieurs et intérieurs, appelés "câbles intérieurs/extérieurs". Les câbles intérieurs/extérieurs sont déployés dans des environnements d'installation extérieurs, ainsi que dans des locaux satisfaisant ainsi aux exigences extérieures et intérieures. La série est présentée dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Série IEC 60794-6

IEC 60794-6	IEC 60794-6-10, câbles intérieurs/extérieurs - Spécification de famille pour les câbles intérieurs/extérieurs universels
	IEC 60794-6-20, Câbles intérieurs/extérieurs - Spécification de famille pour les câbles extérieurs retardateurs de flamme
	IEC 60794-6-30, Câbles intérieurs/extérieurs - Spécification de famille pour les câbles intérieurs résistants aux intempéries

5.8 Série IEC 60794-7

En cours de développement.

6 Matériaux du câble

6.1 Matériaux des câbles intérieurs

En règle générale, les câbles optiques intérieurs sont composés de plusieurs éléments ou constituants individuels, selon la conception du câble qui tient compte de l'application du câble, des caractéristiques assignées en matière de flamme et de fumée, de l'environnement de fonctionnement et des processus de fabrication, ainsi que de la nécessité de protéger la fibre pendant la manipulation et le câblage.

Les matériaux utilisés pour un élément de câble doivent être compatibles avec les autres éléments avec lesquels ils sont en contact. Une méthode d'essai de compatibilité appropriée doit être définie dans la spécification de famille ou la spécification particulière. Le Tableau 8 donne quelques exemples.

Tableau 8 – Matériaux des câbles intérieurs (exemples)

Revêtement protecteur serré, semi-serré et à structure lâche	Matériaux polymères
Tube de protection	Matériaux polymères, PBT
Élément de renfort	Matériau métallique ou non métallique
Gaine	Sans halogène, retardateur de flamme, non corrosif, faible fumée (HFFR LS), PVC, PVC (faible fumée), PVDF

6.2 Matériaux du câble extérieur

En règle générale, les câbles optiques extérieurs sont composés de plusieurs éléments ou constituants individuels, selon la conception du câble qui tient compte de l'application du câble, de l'environnement de fonctionnement et des processus de fabrication, ainsi que de la nécessité de protéger la fibre pendant la manipulation et le câblage.

Les matériaux utilisés pour un élément de câble doivent être compatibles avec les autres éléments avec lesquels ils sont en contact. Une méthode d'essai de compatibilité appropriée doit être définie dans la spécification de famille ou la spécification particulière. Le Tableau 9 donne quelques exemples.

Tableau 9 – Matériaux des câbles extérieurs (exemples)

Revêtement protecteur serré	Matériaux polymères
Tube de protection	Matériaux polymères
Remplissage du tube de protection	Matériaux de type graisseux et/ou d'étanchéité secs
Remplissage du cœur du câble	Matériaux de type graisseux et/ou d'étanchéité secs
Élément de renfort	Matériau métallique ou non métallique
Armure	Ruban d'acier ondulé, ruban d'acier enroulé à deux couches, armure en fils d'acier ou matériau diélectrique
Gaine	Matériaux polymères stabilisés aux UV et résistants aux intempéries

6.3 Matériaux des câbles intérieurs/extérieurs

En règle générale, les câbles optiques sont composés de plusieurs éléments ou constituants individuels, selon la conception du câble qui tient compte de l'application du câble, de l'environnement de fonctionnement et des processus de fabrication, ainsi que de la nécessité de protéger la fibre pendant la manipulation et le câblage.

Les matériaux utilisés pour un élément de câble doivent être compatibles avec les autres éléments avec lesquels ils sont en contact. Une méthode d'essai de compatibilité appropriée doit être définie dans la spécification de famille ou la spécification particulière.

Les câbles intérieurs/extérieurs possèdent généralement les caractéristiques associées aux conceptions de câbles extérieurs dont la robustesse environnementale et mécanique les rend aptes à être utilisés dans une installation extérieure, tout en étant relativement souples, compacts et légers et présentant des capacités de tenue au feu. Le Tableau 8 et le Tableau 9 donnent des exemples.

6.4 Exigences environnementales relatives aux matériaux de câble

Des informations doivent pouvoir être fournies sur demande concernant l'impact global du câble et de ses matériaux sur l'environnement. Il convient que ces informations incluent la fabrication, la manipulation du câble et l'impact sur l'environnement pendant la durée de vie de celui-ci. La réduction ou le remplacement des matériaux nocifs, et les améliorations concernant l'élimination des déchets constituent des exemples d'informations pertinentes. Les documents pertinents sont l'ISO 14001 et l'ISO 14064-1.

7 Construction des câbles

7.1 Généralités

La construction, les dimensions, la masse, les propriétés mécaniques, optiques, électriques et climatiques de chacun des types de câbles à fibres optiques doivent correspondre à ce qui est indiqué dans la spécification applicable.

7.2 Repérage par couleurs

7.2.1 Vue d'ensemble

Le repérage par couleurs est essentiel pour identifier de manière unique chaque fibre dans un câble. Le repérage des fibres implique de manière quasiment universelle la coloration du revêtement ou du matelas protecteur des fibres. Le système de repérage par couleurs utilisé exige généralement le repérage par couleurs des fibres, des unités et des sous-unités de fibres situées à l'intérieur du câble.

Les systèmes de repérage par couleurs doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client. Un système spécifique est souvent soumis à des normes régionales. L'IEC 60304 identifie les couleurs à utiliser pour la coloration des fibres, mais ne spécifie pas à quelle fibre est destinée la couleur, et l'IEC TR 63194 traite du repérage par couleurs des câbles à fibres optiques, mais ne spécifie pas la couleur correspondant au numéro de fibre.

Un repérage par couleurs des gaines peut être utilisé à diverses fins, et est couramment utilisé pour les câbles intérieurs. Un tel repérage par couleurs des gaines est souvent utilisé, entre autres, pour identifier les catégories de fibres dans le câble ou l'application du câble.

Sauf spécification contraire, les fibres, rubans de fibres, tubes de protection, micromodules et autres éléments de câble doivent être identifiés de manière unique par un système ayant fait l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

Les couleurs doivent correspondre dans la mesure du possible à celles données dans l'IEC 60304. D'autres couleurs ou systèmes de repérage par couleurs peuvent être utilisés, sous réserve qu'ils aient fait l'objet d'un accord.

7.2.2 Repérage par couleurs des fibres

Si les fibres avec revêtement primaire sont colorées à des fins d'identification, le revêtement coloré doit être facilement identifiable pendant toute la durée de vie du câble et doit correspondre, dans la mesure du possible, à l'IEC 60304.

L'IEC TR 63194 donne des informations sur la séquence de repérage par couleurs des fibres qui varient selon les régions et pays.

7.2.3 Repérage par couleurs d'unités

Si le système d'identification unique des fibres l'exige, les unités doivent être identifiées de manière unique.

Si des couleurs sont utilisées, elles doivent correspondre dans la mesure du possible à celles données dans l'IEC 60304. Si d'autres méthodes sont utilisées, par exemple l'impression de caractères, une identification par la position ou l'utilisation de fils, etc., elles doivent être conformes à l'objectif du système d'identification.

7.2.4 Repérage par couleurs des gaines

Le repérage par couleurs des gaines, le cas échéant, doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

7.3 Fibre

7.3.1 Généralités

Les fibres optiques doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60793-2. L'Annexe A donne des lignes directrices sur les performances normalisées dans les différentes applications.

7.3.2 Affaiblissement linéique

L'affaiblissement linéique maximal d'une fibre optique câblée doit être conforme à l'Annexe A. Des valeurs particulières peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

L'affaiblissement linéique doit être mesuré conformément à l'IEC 60793-1-40.

7.3.3 Uniformité d'affaiblissement – Discontinuité d'affaiblissement

L'affaiblissement local ne doit présenter aucune discontinuité ponctuelle supérieure à 0,10 dB pour les fibres unimodales, et supérieure à 0,20 dB pour les fibres multimodales, lorsque l'affaiblissement est mesuré conformément à l'IEC 60793-1-40.

EXEMPLE: Longueur d'onde de 1 310 nm/1 550 nm/1 625 nm pour les fibres SM, longueur d'onde de 850 nm/1 300 nm pour les fibres MM.

7.3.4 Longueur d'onde de coupure en câble

Pour les fibres unimodales, la longueur d'onde de coupure en câble, λ_{cc} , doit être inférieure à la longueur d'onde de fonctionnement, lorsqu'elle est mesurée selon l'IEC 60793-1-44.

Sauf indication contraire, la longueur d'onde doit être:

- a) $\lambda_{cc} \leq 1\,260$ nm pour les fibres des catégories B-652.B, B-652.D et B-657.A1/A2;B2/B3;
- b) $\lambda_{cc} \leq 1\,270$ nm pour les fibres des catégories B-653.A/B;
- c) $\lambda_{cc} \leq 1\,450$ nm pour les fibres des catégories B-655.C/D/E et B-656;
- d) $\lambda_{cc} \leq 1\,530$ nm pour les fibres des catégories B-654.A/B/C.

7.3.5 Dispersion modale de polarisation (PMD)

La PMD des fibres unimodales câblées doit être caractérisée selon une base statistique, et non à partir de la fibre individuelle, comme décrit dans l'IEC 61282-3. Les mesures sur les fibres individuelles câblées doivent être conformes à l'IEC 60793-1-48. Les mesures sur des fibres non câblées peuvent être utilisées pour générer des statistiques sur les fibres câblées, lorsque la conception et les processus sont stables et que la relation entre les coefficients de PMD des fibres non câblées et câblées est connue.

Le fabricant doit fournir une valeur de conception de liaison de la PMD, PMD_Q , qui sert de limite supérieure statistique pour le coefficient de PMD des câbles à fibres optiques concaténés dans une liaison optique éventuelle. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la valeur de PMD_Q doit être inférieure à 0,2 ps/√km avec une probabilité de 10^{-4} que cette valeur soit dépassée pour une concaténation numérique d'au moins 20 câbles.

7.4 Tubes de protection

Une ou deux fibres avec revêtement primaire ou protecteur sont conditionnées (de manière lâche ou non) dans une construction tubulaire qui peut être remplie. Le tube peut être renforcé par une paroi composite. Le tube polymère peut être dur pour assurer au module de fibres une certaine protection contre l'écrasement ou être souple pour aisément dénuder le tube sans outils particuliers.

7.5 Éléments de résistance à la traction

Le câble doit être conçu avec des renforts de traction suffisants pour remplir les conditions d'installation et de service de manière à ce que les fibres ne soient pas soumises à des contraintes dépassant les limites convenues entre le client et le fournisseur.

7.6 Eléments de protection contre les écrasements

Si une résistance supplémentaire à l'écrasement ou une protection contre les dommages externes est exigée, un blindage doit être prévu (un ruban d'acier ondulé ou une armure à fils d'acier, par exemple).

7.7 Eléments d'étanchéité

Si cela est spécifié, les éléments et, de plus, le cœur du câble doivent contenir un matériau d'étanchéité, tel que les matériaux de type graisseux et/ou d'étanchéité secs, pour empêcher la pénétration longitudinale de l'eau.

Si cela est spécifié, une barrière contre l'humidité doit être assurée par une gaine métallique continue ou par une bande métallique ou non métallique appliquée sur le cœur du câble avec un recouvrement longitudinal et collée à la gaine.

Par ailleurs, d'autres constructions peuvent être adoptées dans le cadre d'un accord entre le client et le fournisseur.

7.8 Eléments de retrait de la gaine

Si cela est exigé, un ou deux filins de déchirement peuvent être prévus sous la gaine.

7.9 Gaine de câble

Le cœur du câble doit être recouvert uniformément d'une gaine de protection.

Pour les câbles extérieurs et intérieurs/extérieurs, le câble doit avoir une gaine sans soudure en polymère stabilisé aux UV et résistant aux intempéries.

8 Méthodes de mesure et d'essai

8.1 Généralités

Toutes les mesures et tous les essais ne sont pas applicables à tous les câbles.

Les caractéristiques intrinsèques des fibres optiques ne sont normalement pas mesurées par les fabricants de câbles. Les valeurs appropriées sont fournies par les fabricants de fibres optiques, en valeurs unitaires ou statistiques. Pour des raisons pratiques, le diamètre du cœur des fibres unimodales n'est pas spécifié. Le diamètre du champ de mode est le paramètre de spécification applicable.

Les résultats d'essai doivent suivre la règle de "l'arrondi en s'éloignant de zéro" (ou erreur d'arrondi) lorsque les résultats enregistrés affichent plus de chiffres significatifs que le nombre exigé dans les critères d'acceptation (voir 3.18).

Des lignes directrices pour la sélection des fibres pour les essais sont données à l'Annexe B.

8.2 Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission

Les caractéristiques optiques et de transmission des fibres optiques dans les câbles doivent être vérifiées en réalisant des essais choisis parmi ceux du Tableau 10. Les essais appliqués et les critères d'acceptation doivent être conformes à ce qui est indiqué dans la spécification applicable.

Tableau 10 – Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
Méthodes d'essai pour les câbles à fibres optiques multimodales et unimodales		
IEC 60793-1-40 méthode B	Technique de perte d'insertion	Affaiblissement
IEC 60793-1-40 méthode C	Technique de rétrodiffusion	Affaiblissement
IEC 60793-1-40 méthode C	Technique de rétrodiffusion	Défauts ponctuels
IEC 60793-1-46 méthode A IEC 60793-1-46 méthode B	Contrôle de la puissance transmise Contrôle de la rétrodiffusion	Variation du facteur de transmission optique au cours des essais mécaniques et d'environnement
Méthodes d'essai pour les fibres unimodales		
IEC 60793-1-48	Dispersion modale de polarisation	Dispersion modale de polarisation
NOTE La largeur de bande, la dispersion chromatique et la longueur d'onde de coupure en câble ne sont pas mesurées sur la fibre optique câblée.		

8.3 Méthodes de mesure des dimensions

Les dimensions des fibres optiques, des conducteurs électriques, des éléments de câbles et des câbles optiques doivent être déterminées en soumettant les échantillons aux essais choisis dans le Tableau 11. Les essais appliqués, les critères d'acceptation et le nombre d'échantillons doivent être ceux indiqués dans la spécification applicable.

Tableau 11 – Méthodes de mesure des dimensions

Méthode d'essai	Essai	Caractéristiques faisant l'objet de la méthode d'essai
IEC 60793-1-21	Mesure de la géométrie du revêtement	Diamètre du revêtement primaire Diamètre d'une fibre colorée Diamètre du revêtement secondaire ou du "revêtement protecteur" Non-circularités du revêtement secondaire ou du "revêtement protecteur" Erreur de concentricité gaine–revêtement primaire
IEC 60793-1-22 Méthode A	Durée d'impulsion transmise et/ou réfléchie	Longueur de la fibre
IEC 60793-1-22 Méthode B	Technique de rétrodiffusion	Longueur de la fibre
IEC 60189-1	Mécanique	Diamètre du conducteur électrique
IEC 60811-201 IEC 60811-202 IEC 60811-203	Mécanique	Épaisseur de l'isolant – conducteurs électriques Épaisseur des gaines et des éléments de câble Dimensions hors-tout