

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 6-10: Indoor-outdoor cables – Family specification for universal indoor-outdoor cables

Câbles à fibres optiques –

Partie 6-10: Câbles intérieurs/extérieurs – Spécification de famille pour les câbles intérieurs/extérieurs universels



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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 Central Office
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 6-10: Indoor-outdoor cables – Family specification for universal indoor-outdoor cables

Câbles à fibres optiques –

Partie 6-10: Câbles intérieurs/extérieurs – Spécification de famille pour les câbles intérieurs/extérieurs universels

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-8907-5

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, definitions and abbreviated terms	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Symbols and abbreviated terms	8
4 General specifications	8
4.1 Optical fibres	8
4.2 Cable elements.....	8
5 Specifications for universal indoor-outdoor cables – Construction.....	8
6 Details of family specifications and test conditions for universal indoor-outdoor cables.....	8
6.1 Applicable tests	8
6.2 Mechanical tests	10
6.2.1 General	10
6.2.2 Tensile performance	10
6.2.3 Abrasion	11
6.2.4 Crush	11
6.2.5 Impact	11
6.2.6 Repeated bending	12
6.2.7 Torsion	12
6.2.8 Bend.....	12
6.2.9 Bending under tension.....	12
6.2.10 Kink	13
6.2.11 Rip cord functional test.....	13
6.3 Environmental tests	13
6.3.1 Temperature cycling	13
6.3.2 Water penetration	14
6.3.3 Ageing	14
6.3.4 UV resistance	15
6.3.5 Environmental stress cracking	15
6.3.6 Cable external freezing.....	15
6.3.7 Compound flow.....	15
6.3.8 Bleeding and evaporation	16
6.3.9 Material compatibility	16
6.4 Cable element tests	16
6.4.1 Ribbon strippability	16
6.4.2 Ribbon tear (separability)	16
6.4.3 Ribbon dimensions and geometry	16
6.4.4 Ribbon torsion	17
6.4.5 Ribbon residual twist	17
6.4.6 Tube kinking.....	17
6.4.7 Bend test for optical cable elements	17
6.4.8 Stripping force stability of cabled optical fibres	17
6.5 Other tests	17
6.5.1 Fire performance	17
6.5.2 Electrical continuity of cable metallic elements	18

6.5.3	Thickness of non-metallic sheath	18
6.5.4	Overall dimensions	18
Annex A (informative)	Examples of universal indoor-outdoor cable	19
Bibliography		21
Figure A.1	– Example of a stranded universal indoor-outdoor cable design	19
Figure A.2	– Example of an universal indoor-outdoor cable with a central tube design	19
Figure A.3	– Mini-breakout universal indoor-outdoor cable design.....	19
Figure A.4	– Breakout universal indoor-outdoor cable design.....	20
Table 1	– Tests applicable for mechanical and environmental performance of universal indoor-outdoor cables	8
Table 2	– Low and high temperatures	14

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-6-10:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

**Part 6-10: Indoor-outdoor cables –
Family specification for universal indoor-outdoor cables**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60794-6-10 has been prepared by subcommittee SC 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86A/2036/FDIS	86A/2050/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 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 "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-6-10:2020

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 6-10: Indoor-outdoor cables – Family specification for universal indoor-outdoor cables

1 Scope

This part of IEC 60794 is a family specification covering features of optical fibre cables applicable to outdoor as well as indoor environments, called "universal indoor-outdoor cables". These cables generally possess the characteristics associated with outdoor cable designs (according to IEC 60794-3, however typically less stringent, and typically "non-armoured") having the thermal and mechanical robustness that makes them suitable for use in the outside plant, while simultaneously being flexible enough, compact and lightweight and exhibiting the fire performance required in indoor premises. A typical application is for example the centralized cabling in central office and the premises or local area network where the same cable design is used for the entire length of the cabling link including both the indoor as well as the outdoor portions.

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 60332-1 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable*

IEC 60332-3 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables*

IEC 60754-2:2011, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*

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

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

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

IEC 60794-1-22:2017, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods*

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

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

IEC 60794-1-31:2018, *Optical fibre cables – Part 1-31 : Generic specification – Optical cable elements – Optical fibre ribbon*

IEC 60794-1-215, *Optical fibre cables – Part 1-215: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods – Cable external freezing test, Method F15*

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

IEC 60794-2, *Optical fibre cables – Part 2: Indoor cables – Sectional specification*

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

IEC 60794-3-10:2015, *Optical fibre cables – Part 3-10: Outdoor cables – Family specification for duct, directly buried and lashed aerial optical telecommunication cables*

IEC 60794-6:2020, *Optical fibre cables – Part 6: Indoor-outdoor cables – Sectional specification for indoor-outdoor cables*

IEC 60811-202:2012, *Electric and optical cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheath*
IEC 60811-202:2012/AMD1:2017

IEC 60811-203:2012, *Electric and optical cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-406, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 406: Miscellaneous tests – Resistance to stress cracking of polyethylene and polypropylene compounds*

IEC 60811-604, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 604: Physical tests – Measurement of absence of corrosive components in filling compounds*

IEC 61034 (all parts), *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions*

ISO 4892-2:2013, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

For the purposes of this document, the terms, definitions and abbreviated terms given in IEC 60794-1-1 and the following 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 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

3.2 Symbols and abbreviated terms

HFFR halogen free flame retardant

4 General specifications

4.1 Optical fibres

The optical fibre shall conform to the requirements of IEC 60793-2-10 or IEC 60793-2-50. The fibre type shall be agreed between the customer and supplier. The cabled fibre shall conform to IEC 60794-2 (all parts) as well as IEC 60794-3 (all parts).

4.2 Cable elements

The cable elements shall conform to IEC 60794-2 (all parts) and/or IEC 60794-3 (all parts).

5 Specifications for universal indoor-outdoor cables – Construction

Performance parameters for universal indoor-outdoor cable according to IEC 60794-6:2020, Table 1, shall be addressed by designs following the intent of IEC 60794-3-10. As for typical outdoor cable designs, the cable attenuation performance is extended over a wide range of temperatures. In addition, fire performance and flexibility requirements according to IEC 60794-2 shall be fulfilled. Typical examples of universal indoor-outdoor cable designs are shown in Annex A.

6 Details of family specifications and test conditions for universal indoor-outdoor cables

6.1 Applicable tests

Compliance with this document shall be verified by carrying out tests selected from Table 1. It is not intended that all tests that are specified in 6.2 to 6.5 be carried out in all cases. The tests to be applied and the frequency of testing shall be agreed between the customer and supplier.

Table 1 – Tests applicable for mechanical and environmental performance of universal indoor-outdoor cables

Characteristics	Detail specifications	Test methods	Remarks
Mechanical tests			Typically required of most cable designs
Tensile performance	See 6.2.2	IEC 60794-1-21, method E1	
Abrasion	See 6.2.3	IEC 60794-1-21, method E2A, E2B	Method E2A for sheath abrasion Method E2B, method 2, for cable marking abrasion
Crush	See 6.2.4	IEC 60794-1-21, method E3A	
Impact	See 6.2.5	IEC 60794-1-21, method E4	
Repeated bending	See 6.2.6	IEC 60794-1-21, method E6	
Torsion	See 6.2.7	IEC 60794-1-21, method E7	

Characteristics	Detail specifications	Test methods	Remarks
Bend	See 6.2.8	IEC 60794-1-21, method E11A or E11B	
Bending under tension	See 6.2.9	IEC 60794-1-21, method E18A	Diameter of mandrel should be 40 x cable diameter. Load should be as per 6.2.2
Kink	See 6.2.10	IEC 60794-1-21, method E10	
Rip cord functional	See 6.2.11	IEC 60794-1-21, method E25	
Environmental tests			
Temperature cycling	See 6.3.1	IEC 60794-1-22, method F1	
Water penetration	See 6.3.2	IEC 60794-1-22, method F5B, F5C	Method F5A is an option not frequently used
Ageing	See 6.3.3	IEC 60794-1-22, method F9	
UV resistance	See 6.3.4	IEC 60794-1-22, method F14 (ISO 4892-2)	
Environmental stress cracking	See 6.3.5	IEC 60811-406	Highly filled thermoplastics (e.g. FRNC materials) are more sensitive to stress cracking. The test was developed for PE and PP and thus shall be adapted.
Cable external freezing	See 6.3.6	IEC 60794-1-215, method F15A or F15B	
Compound flow	See 6.3.7	IEC 60794-1-22, method F16	
Bleeding and evaporation	See 6.3.8	IEC 60794-1-23, method G9	
Material compatibility	See 6.3.9	IEC 60794-1-219 should be applied	
Cable element tests			
Ribbon strippability	See 6.4.1	IEC 60794-1-23, method G10B	If ribbons are used
Ribbon tear (separability)	See 6.4.2	IEC 60794-1-23, method G5	If ribbons are used
Ribbon dimensions and geometry	See 6.4.3	IEC 60794-1-23, method G2	If ribbons are used
Ribbon torsion	See 6.4.4	IEC 60794-1-23, method G6	If ribbons are used
Ribbon residual twist	See 6.4.5	IEC 60794-1-23, method G8	If ribbons are used
Tube kinking	See 6.4.6	IEC 60794-1-23, method G7	
Bend for optical cable elements	See 6.4.7	IEC 60794-1-23, method G1	
Stripping force stability of cabled optical fibres	See 6.4.8	IEC 60794-1-23, method G10A	

Characteristics	Detail specifications	Test methods	Remarks
Other tests			
Fire performance	See 6.5.1	IEC 60332-1 (all parts) IEC 60332-3 (all parts) IEC 61034 (all parts) IEC 60754-2	Regional legal requirements shall be fulfilled. For more details, see IEC TR 62222.
Electrical continuity	See 6.5.2	IEC 60794-1-24, method H3	For cables with metallic elements
Thickness of non-metallic sheath	See 6.5.3	IEC 60811-202	
Overall dimensions	See 6.5.4	IEC 60811-203	

6.2 Mechanical tests

6.2.1 General

The general optical criteria in mechanical tests is no change in attenuation, as described in IEC 60794-1-1. In some environmental and installation tests, some increase is accepted.

The number of fibres tested shall be representative of the cable design according to fibre sampling indicated in IEC 60794-1-1. Different sampling can be agreed between customer and supplier.

The minimum acceptance criteria for the different designs of cables shall be indicated in the product specification.

Test methods are defined in the generic specification IEC 60794-1-21, IEC 60794-1-22 and IEC 60794-1-23. Universal indoor-outdoor cables are generally designed according to IEC 60794-3. The mechanical performance is typically less stringent than specified in IEC 60794-3-10.

6.2.2 Tensile performance

a) Family specifications

While the cable is under short-term tensile load (T_M , rated tensile load),

- the axial fibre strain shall be < 60 % of the fibre proof strain, and
- the attenuation shall be measured and recorded.

While the cable is under the long-term tensile load (T_L , residual load),

- the axial fibre strain shall be:
 - < 20 % of fibre proof test, for fibre proof tested to ≤ 1 % strain (e.g., 0,69 GPa, 0,2 % absolute strain), and
 - < 17 % of fibre proof test, for fibre proof tested to greater than 1 % to 2 % strain (e.g., 0,69 GPa to 1,38 GPa, 0,34 % absolute strain for 2 % proof tested fibre);

NOTE For fibres proof tested at levels above 1 % strain, the safe long-term load will not scale linearly with proof strain, so a lower percentage of the proof strain is applicable. There is no agreement for strain limits for proof tests above 2 % strain.

- the change in attenuation shall be:
 - single-mode fibre: no change;
 - multimode fibre: $\leq 0,2$ dB; and

- any observed change in attenuation shall be agreed between customer and supplier.

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E1

Length under tension: > 50 m

Tensile load on cable: Long-term (T_L), short-term (T_M)

$$T_M \geq 1,0 \times W \text{ (} W = \text{weight of 1 km cable)}$$

$$T_L = 0,3 \times T_M$$

Other loads may be agreed between the customer and the supplier.

Diameter of test pulleys: Typically, 1 m but not less than the minimum loaded bending diameter specified for the cable.

6.2.3 Abrasion

a) Family specifications

Sheath abrasion: There shall be no perforation of the sheath after performing the needle test according to method E2A of IEC 60794-1-21.

Cable marking abrasion: The print shall be legible after the test performed according to method E2B of IEC 60794-1-21 (felt test).

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E2A

Load: 2 N

Number of cycles: 50

Method: IEC 60794-1-21, method E2B, method 2

Load: 4 N

Number of cycles: 3

Other loads and number of cycles may be agreed between customer and supplier.

6.2.4 Crush

a) Family specifications

Under the short-term load, the attenuation change shall not exceed:

- 0,15 dB for single-mode fibres;
- 0,30 dB for multimode fibres.

At the end of the long-term loading, before releasing the load, there shall be no change in attenuation from the initial value(s).

Under visual examination, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements. The imprint of the plate on the sheath is not considered mechanical damage.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E3A

Short-term load (plate-plate): 1 000 N

Long-term load (plate-plate): 500 N

6.2.5 Impact

a) Family specifications

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements. The imprint of the striking surface on the sheath is not considered mechanical damage. There shall be no permanent change in attenuation after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E4

Number of impacts: One in 3 different places spaced not less than 500 mm apart

Impact energy: 10 J (un-armoured cable), 20 J (armoured cable)

Depending on the cable design, other energies can be selected in agreement between customer and manufacturer.

Striking Surface curvature radius: 300 mm minimum radius (flat hammer)

6.2.6 Repeated bending

a) Family specifications

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath and to the cable elements.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E6

Number of cycles: 25 or different number of cycles may be applied in accordance with the particular user conditions

Load: Adequate to assure uniform contact with the mandrel

Bending radius: 20 d

6.2.7 Torsion

a) Family specifications

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements.

b) Test conditions

Gauge length: 1 m

Method: IEC 60794-1-21, method E7 (as in IEC 60794-3-10:2015, 5.6.2)

6.2.8 Bend

a) Family specifications

There shall be no permanent change in attenuation after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E11. The default method is method E11A.

Diameter of mandrel: 20 d

Number of cycles: 3

Number of turns/helix: 4

Test temperature: Ambient (unless specifically requested otherwise).

Exceptions:

For large and/or stiff cables (e.g. where the mandrel diameter required is $> 20 d$, IEC 60794-1-21, method E11B, may be used).

For cable incorporating a non-metallic rod and/or metallic armouring, diameter of mandrel: 20 d or the minimum bend diameter specified for the cable

6.2.9 Bending under tension

a) Family specifications

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath and/or to the cable elements.

The permanent increase in attenuation after the test shall be $\leq 0,2$ dB for single-mode fibre and $\leq 0,4$ dB for multimode fibre.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-21, method E18A, procedure 1
Diameter of mandrel: customers and suppliers)	$40 \times d$ (different diameters could be agreed between
Tension:	$\geq 1,0 \times W$ (short term load T_M as defined in 6.2.2)
Number of moving cycles:	2

6.2.10 Kink

a) Family specifications

No kink shall occur at calculated bend diameters greater than the specified minimum.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E10

6.2.11 Rip cord functional test

a) Family specifications

The rip cord shall rip through the cable sheath and shall not break for the entirety of the pull. If the rip cord breaks prior to reaching the 1 m mark, two additional follow-up specimens may be tested from the same cable length. The cable passes if neither of the two follow-up specimens breaks prior to reaching the 1 m mark.

If the rip cord pulls out of the end of the cable without slitting the sheath, repeat the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E25

6.3 Environmental tests**6.3.1 Temperature cycling**

a) Family specifications

For T_{A1} to T_{B1} there shall be no change in attenuation as defined in IEC 60794-1-1.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F1 (T -cycle as indicated in Figure 1 of IEC 60794-1-22:2017)

Sample length: finished cable length, min. 500 m (fibre length should be longer than 1 000 m)

Table 2 – Low and high temperatures

Low temperature, T_{A1} °C	High temperature, T_{B1} °C	Remarks
–10	+60	
–10	+70	
–25	+70	Recommended for universal indoor-outdoor cables
–25	+85	
–30	+60	
–40	+65	
–40	+70	
–40	+75	
–40	+85	
The temperature limits in this table are according to the different operating service environments in IEC 61753-1. A suitable operating service environment should be selected according to the application.		

T_{A1} and T_{B1} : see Table 2

Alternative high and low temperatures may be agreed between the customer and the supplier for warmer or colder climates.

Number of cycles: 2, but additional cycles may be required in accordance with particular customer requirements.

If, due to intended application length, a shorter cable sample is agreed between supplier and customer, this length shall be sufficient to ensure accurate, repeatable test results as per the dynamic range and resolution of the optical test equipment.

6.3.2 Water penetration

a) Family specifications

The cable shall not propagate water longitudinally according to the requirements of method F5B of IEC 60794-1-22. Method F5C may be used if agreed between customer and supplier.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F5B or F5C, as applicable.

6.3.3 Ageing

a) Family specifications

Calculate the change in attenuation from the initial measurement (see 8.4 of IEC 60794-1-22:2017, method F9). Unless otherwise agreed between customer and supplier, the maximum allowable attenuation increase shall be

- 1) for single-mode fibre, tested at 1 550 nm: 0,25 dB/km, maximum, and 0,10 dB/km, average, or
- 2) for multimode fibre, tested at 1 300 nm: 0,6 dB/km, maximum, and 0,4 dB/km, average.

After measuring attenuation, an appropriate section of the cable shall be dissected. Any elements of the cable which are colour coded (fibres, buffer tubes, sheath) shall be examined as per Annex A of IEC 60794-1-22:2017.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F9

6.3.4 UV resistance

a) Family specifications

After exposure, the average tensile and elongation of the test specimens from the outer jacket shall be a minimum of 80 % of the original value.

NOTE 1 This test is also needed when only short parts of the cable are installed with exposure to UV irradiation.

Cable jackets of PE-based materials using a minimum of 2,5 % by weight of carbon black as colourant may be exempt from UV testing per 6.3.4.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F14

Use the outdoor, weatherometer test, method ISO 4892-2 (xenon-arc test) for cable testing

Exposure time: minimum 750 h, UV exposure is dependent on the region. Longer exposure times could be agreed between the customer and supplier.

6.3.5 Environmental stress cracking

a) Family specifications

No samples should be broken after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60811-406 (modifications shall be agreed between the customer and the manufacturer).

The jacket material is often made of a polymer resin which is highly filled with a flame retardant additive and thus is more sensitive to stress cracking than the pure polymer (e.g. PE, PP). Thus, the test shall be adapted to the specific jacket material. Tests shall be agreed between customer and manufacturer.

6.3.6 Cable external freezing

a) Family specifications

After exposure, there shall be no visible cracks or other openings in the cable sheath. The maximum increase in attenuation during and after the test shall be as shown in the relevant detail specification, when frozen, and no change after thawing.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-215, method F15A (test standard to simulate freezing of the medium surrounding a buried cable as in wet earth or water) or F15B (test standard to simulate freezing of the medium surrounding an outside cable in a conduit (duct) which is made of rigid material, e.g. steel), as applicable to the intended installation.

6.3.7 Compound flow

This test is applicable to cables containing thixotropic (grease or gel) filling or flooding compounds.

a) Family specifications

Unless otherwise specified in the detail specification, the cable specimens shall be permitted at a maximum flow quantity of 0,050 g. If the flow quantity from one of the cable specimens exceeds 0,050 g, but is less than 0,100 g, prepare two additional cable specimens in accordance with IEC 60794-1-22:2017, 15.2 c) (method F16), and test as per IEC 60794-1-22:2017, 15.4 a) to f) (method F16). The test shall be considered successful if neither of the second set of specimens has flow quantities which exceed 0,050 g.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F16

6.3.8 Bleeding and evaporation

This test is applicable to cables containing thixotropic (grease or gel) filling or flooding compounds.

a) Family specifications

The reported average results shall not exceed the maximum values given in the detail specification.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G9

6.3.9 Material compatibility

a) Family specifications

Tests according to Table 1 (IEC 60794-1-219¹ method) should be performed, and the criteria listed in 3.4.2 (visual inspection) and 3.4.3 (physical testing) of that test method should be fulfilled.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-219, method F19

6.4 Cable element tests

6.4.1 Ribbon strippability

a) Family specifications

At least 25 mm of the ribbon matrix and the fibres' protective coatings shall be removable with commercially available stripping tools with no fibre breakage. Any remaining coating residue shall be readily removable using isopropyl alcohol wipes.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G10B

6.4.2 Ribbon tear (separability)

a) Family specifications

The primary requirement is to be able to make the tear without fibre damage (coating damage or fibre breakage). For ribbons where the fibres are required to be separated, the coloured primary coating of the separated fibre(s) shall be effectively free from ribbon matrix residues.

Any colour coding of fibres shall remain sufficiently intact within any 25 mm segment to enable individual fibres to be distinguished from each other, per IEC 60794-1-31:2018, 4.4.2.

The minimum or maximum and mean tear forces shall be as specified in the detail specification.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G5

6.4.3 Ribbon dimensions and geometry

a) Family specifications

Unless otherwise specified in the detail specification, the width, height and fibre alignment shall be in accordance with IEC 60794-1-31:2018, Table 1.

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/PCC 60794-1-219:2020.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G2

6.4.4 Ribbon torsion

a) Family specifications

The ribbon shall withstand the number of 180° turns until delamination occurs, as given in the detail specification.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G6

6.4.5 Ribbon residual twist

a) Family specifications

The calculated residual twist of optical fibre ribbon shall not exceed the maximum residual twist requirements of the detail specification. In most cases, a maximum residual twist of 8°/cm is adequate.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G8

6.4.6 Tube kinking

a) Family specifications

During the test, no kinking of the sample shall be visible.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G7

6.4.7 Bend test for optical cable elements

a) Family specifications

Any increase in attenuation shall comply with the limits shown in the detail specification.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G1

6.4.8 Stripping force stability of cabled optical fibres

a) Family specifications

The change in stripping force shall meet the requirements specified in the detail specification.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-23, method G10A

6.5 Other tests**6.5.1 Fire performance**

All cables according to this document shall pass fire performance specifications. The requirements may differ in different regions (e.g. North America, EU). But they also can differ from country to country.

NOTE 1 IEC TR 62222 provides guidance and recommendations for the requirements and test methods for the fire performance of communication cables when installed in buildings. The recommendations relate to typical applications and installation practices, and an assessment of the fire hazards presented. Account is also taken of applicable legislation and regulation.

IEC TR 62222 references several IEC fire performance test methods and also other test methods that can be required by local or national legislation and regulation. It is important that the tests to be applied fulfil the national legislation and regulation and the specific requirements by its intended use.

NOTE 2 Flame retardant cables, including universal indoor-outdoor cables for European applications, require CE marking according to the so-called CPR (construction product regulation, see CLC EN 50575 and subordinate standards) when permanently installed in buildings. Without the appropriate marking of the product and the supply of a declaration of performance, the use is not allowed in the European Union.

6.5.2 Electrical continuity of cable metallic elements

a) Family specifications

The metallic elements shall be continuous. The requirement will apply to the elements as a group or singularly, as specified. If specified, the measured resistance shall be less than the maximum value.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-24, method H3

6.5.3 Thickness of non-metallic sheath

a) Family specifications

The cable shall have an overall protective sheath. The cable diameter shall be specified in the relevant blank detail specification (or product) specification.

b) Test conditions

An appropriate cross-section of the sheath shall be cut, as appropriate. The region of minimum and/or maximum thickness in the cross-section, as specified, shall be measured.

A measuring microscope or a profile projector of at least 10 x magnification or an optical digital image analyser shall be used. All these types of equipment shall allow a reading of 0,01 mm and an estimated reading to three decimal places when measuring jacket thickness with a specified thickness less than 0,5 mm. For sheaths applied over longitudinally irregular surfaces such as corrugated metallic sheaths, a micrometer having a ball nose radius of 1 mm and allowing a reading of 0,01 mm may be used. This method is suitable only for corrugations having a radius greater than 1 mm.

Method: IEC 60811-202

6.5.4 Overall dimensions

a) Family specifications

The structural geometry of the optical fibre cables shall be designed so as to comply with the mechanical, environmental and transmission requirements as defined in IEC 60794-2-20, IEC 60794-2-30 and IEC 60794-3-10. The dimension of the overall cable diameter (for round cables) or the major and minor axes (for flat cables) shall be sufficient to assure compliance. These overall dimensions shall be as established by the manufacturer.

b) Test conditions

The measuring procedure shall be as follows.

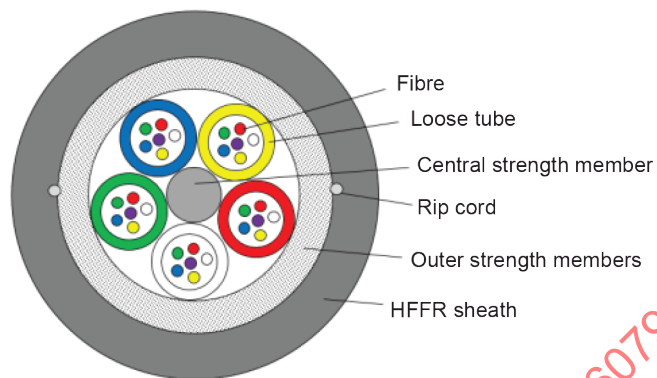
- 1) For round cables with overall diameters not exceeding 25 mm, the measurements shall be made by means of a micrometer, a profile projector or similar apparatus, in two directions perpendicular to each other. For measurements made in the course of routine tests, a dial micrometer or a vernier calliper may be used, care being taken to limit the pressure.
- 2) If the overall diameter of a round cable exceeds 25 mm, the circumference of the cable shall be measured by means of a measuring tape, and the diameter shall be calculated. Alternatively, a direct reading diameter tape can be used.
- 3) For flat cables, the measurements shall be made along the major and minor axes of the cross-section by means of a micrometer, a profile projector or similar apparatus. Unless otherwise specified in the relevant cable design standard, the reading shall be made to one decimal place of a millimeter for dimensions up to and including 25 mm, and to the nearest 0,5 mm for dimensions exceeding 25 mm.

Method: IEC 60811-203

Annex A (informative)

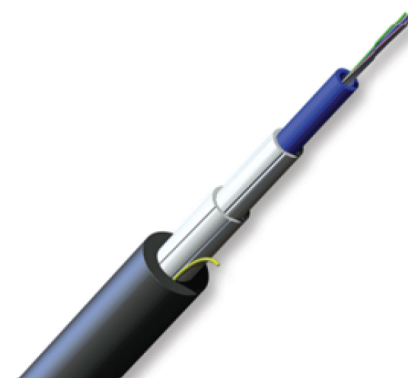
Examples of universal indoor-outdoor cable

Figure A.1 to Figure A.4 show examples of universal indoor-outdoor cables.



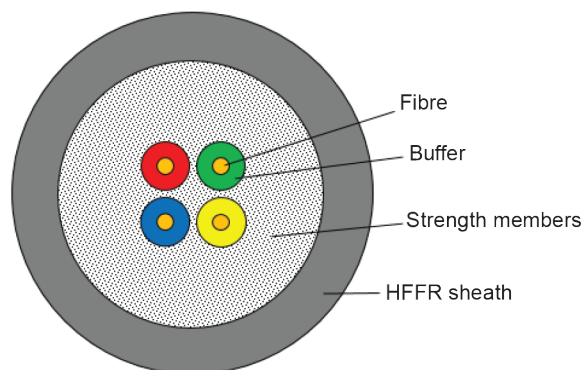
IEC

Figure A.1 – Example of a stranded universal indoor-outdoor cable design



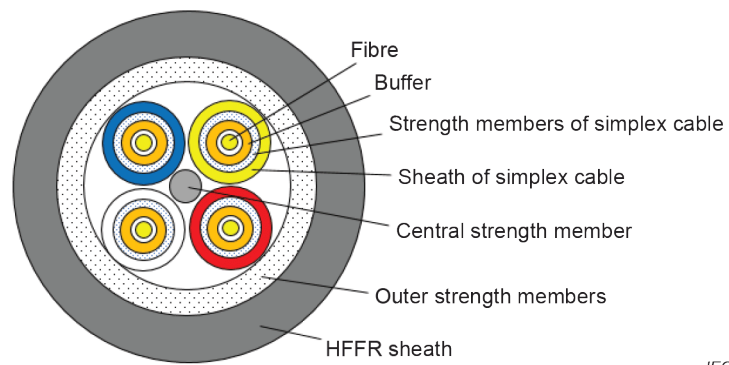
IEC

Figure A.2 – Example of an universal indoor-outdoor cable with a central tube design



IEC

Figure A.3 – Mini-breakout universal indoor-outdoor cable design



IEC

Figure A.4 – Breakout universal indoor-outdoor cable design

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-6-10:2020

Bibliography

IEC 60794-1-219, *Optical fibre cables – Part 1-219: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Material compatibility test, Method F19*²

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

IEC TR 62222:2012, *Fire performance of communication cables installed in buildings*

IEC TR 62691:2016, *Optical fibre cables – Guidelines to the installation of optical fibre cables*

IEC TR 62959, *Optical fibre cables – Shrinkage effects on cable and cable element end termination – Guidance*³

CLC EN 50575, *Power, control and communication cables – Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements*

² Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/PCC 60794-1-219:2020.

³ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC TR/CDTR 62959:2020.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
1 Domaine d'application	26
2 Références normatives	26
3 Termes, définitions et termes abrégés	27
3.1 Termes et définitions	28
3.2 Symboles et termes abrégés	28
4 Spécifications générales	28
4.1 Fibres optiques	28
4.2 Eléments de câble	28
5 Spécifications pour les câbles intérieurs/extérieurs universels – Construction	28
6 Détails des spécifications de famille et conditions d'essai pour les câbles intérieurs/extérieurs universels	28
6.1 Essais applicables	28
6.2 Essais mécaniques	30
6.2.1 Généralités	30
6.2.2 Performances en traction	31
6.2.3 Abrasion	32
6.2.4 Ecrasement	32
6.2.5 Chocs	32
6.2.6 Courbures répétées	33
6.2.7 Torsion	33
6.2.8 Courbures	33
6.2.9 Courbure sous traction	33
6.2.10 Pliure	34
6.2.11 Essai de fonctionnement du fil de déchirement	34
6.3 Essais d'environnement	34
6.3.1 Cycles de température	34
6.3.2 Pénétration d'eau	35
6.3.3 Vieillissement	35
6.3.4 Résistance aux UV	36
6.3.5 Craquelures sous contraintes dues à l'environnement	36
6.3.6 Gel en extérieur des câbles	36
6.3.7 Ecoulement des matériaux de remplissage	36
6.3.8 Dégorgement et évaporation	37
6.3.9 Compatibilité des matériaux	37
6.4 Essais des éléments de câble	37
6.4.1 Dénudabilité des rubans	37
6.4.2 Déchirement des rubans (séparabilité)	37
6.4.3 Dimensions et géométrie des rubans	38
6.4.4 Torsion des rubans	38
6.4.5 Torsion résiduelle des rubans	38
6.4.6 Déformation du tube	38
6.4.7 Essai de courbure pour les éléments de câble optique	38
6.4.8 Stabilité de la force de dénudage des fibres optiques câblées	38
6.5 Autres essais	39
6.5.1 Comportement au feu	39
6.5.2 Continuité électrique des éléments de câble métalliques	39

6.5.3	Epaisseur des gaines non métalliques	39
6.5.4	Dimensions extérieures	39
Annexe A (informative) Exemples de câbles intérieurs/extérieurs universels		41
Bibliographie		43
Figure A.1 – Exemple de conception de câble intérieur/extérieur universel à âme divisée		41
Figure A.2 – Exemple de conception de câble intérieur/extérieur universel avec un tube central		41
Figure A.3 – Conception de câble intérieur/extérieur universel de type câble mini épanoui (mini-breakout)		41
Figure A.4 – Conception de câble intérieur/extérieur universel de type câble épanoui (breakout)		42
Tableau 1 – Essais applicables aux performances mécaniques et environnementales des câbles intérieurs/extérieurs universels		29
Tableau 2 – Basses et hautes températures		35

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-6-10:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

**Partie 6-10: Câbles intérieurs/extérieurs –
Spécification de famille pour les câbles intérieurs/extérieurs universels**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60794-6-10 a été établie par le sous-comité SC 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

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

FDIS	Rapport de vote
86A/2036/FDIS	86A/2050/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60794, publiées sous le titre général *Câbles à fibres optiques*, peut être consultée 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 "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-6-10:2020

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 6-10: Câbles intérieurs/extérieurs – Spécification de famille pour les câbles intérieurs/extérieurs universels

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60794 est une spécification de famille qui couvre les fonctionnalités des câbles à fibres optiques destinés aussi bien aux environnements extérieurs qu'aux environnements intérieurs, ci-après désignés "câbles intérieurs/extérieurs universels". Ces câbles possèdent généralement les caractéristiques associées à des conceptions de câbles extérieurs (conformément à l'IEC 60794-3, appliquée cependant habituellement de manière moins rigoureuse, et en général "non armés"), présentant la robustesse thermique et mécanique qui les rend appropriés pour une utilisation dans les environnements d'usine extérieurs, tout en restant suffisamment souples, compacts et légers, et en présentant le comportement au feu exigé à l'intérieur des locaux. Une application type est par exemple la réalisation d'un câblage centralisé dans le bureau central et les locaux ou le réseau local exploitant la même conception de câble sur toute la longueur des liaisons de câblage, englobant les portions en intérieur ainsi que les portions en extérieur.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60332-1 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé*

IEC 60332-3 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques et des câbles à fibres optiques soumis au feu – Partie 3: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles montés en nappes en position verticale*

IEC 60754-2:2011, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés sur câbles – Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)*

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 60793-2-50, *Fibres optiques – Partie 2-50: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres unimodales de classe B*

IEC 60794-1-1, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-1: Spécification générique – Généralités*

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 60794-1-22:2017, *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 60794-1-23, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-23: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essai des câbles optiques – Méthodes d'essai des éléments de câble*

IEC 60794-1-24, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-24: Spécification générique – Méthodes fondamentales d'essais applicables aux câbles optiques – Méthodes d'essais électriques*

IEC 60794-1-31:2018, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-31: Spécification générique – Éléments de câbles optiques – Rubans de fibres optiques*

IEC 60794-1-215, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-215: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essai d'environnement – Essai de résistance au gel en extérieur des câbles, méthode F15*

IEC 60794-2 (toutes les parties), *Câbles à fibres optiques – Partie 2: Câbles intérieurs*

IEC 60794-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 2: Câbles intérieurs – Spécification intermédiaire*

IEC 60794-3 (toutes les parties), *Câbles à fibres optiques – Partie 3: Câbles extérieurs*

IEC 60794-3-10:2015, *Câbles à fibres optiques – Partie 3-10: Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles optiques de télécommunication destinés à être dans des conduites, directement enterrés ou attachés en aérien*

IEC 60794-6:2020, *Câbles à fibres optiques – Partie 6: Câbles intérieurs/extérieurs – Spécification intermédiaire pour les câbles intérieurs/extérieurs*

IEC 60811-202:2012, *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 60811-202:2012/AMD1:2017

IEC 60811-203:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

IEC 60811-406, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 406: Essais divers – Résistance des mélanges polyéthylène et polypropylène aux craquelures*

IEC 60811-604, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 604: Essais physiques – Mesure de l'absence de composants corrosifs dans les matières de remplissage*

IEC 61034 (toutes les parties), *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies*

ISO 4892-2:2013, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

3 Termes, définitions et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et termes abrégés donnés dans l'IEC 60794-1-1 ainsi que les 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 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

3.2 Symboles et termes abrégés

HFFR halogen free flame retardant (retardateur de flamme sans halogène)

4 Spécifications générales

4.1 Fibres optiques

La fibre optique doit satisfaire aux exigences de l'IEC 60793-2-10 ou de l'IEC 60793-2-50. Le type de fibre doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. La fibre câblée doit être conforme à l'IEC 60794-2 (toutes les parties) ainsi qu'à l'IEC 60794-3 (toutes les parties).

4.2 Éléments de câble

Les éléments de câble doivent être conformes à l'IEC 60794-2 (toutes les parties) et/ou à l'IEC 60794-3 (toutes les parties).

5 Spécifications pour les câbles intérieurs/extérieurs universels – Construction

Les paramètres de comportement applicables aux câbles intérieurs/extérieurs universels, conformément au Tableau 1 de l'IEC 60794-6:2020, doivent être respectés par les conceptions qui reprennent la structure de l'IEC 60794-3-10. Comme pour les conceptions types de câbles extérieurs, le comportement d'affaiblissement du câble est étendu à une large plage de températures. En outre, les exigences de comportement au feu et de souplesse, conformément à l'IEC 60794-2, doivent être respectées. Des exemples types de conceptions de câble intérieur/extérieur universel sont représentés à l'Annexe A.

6 Détails des spécifications de famille et conditions d'essai pour les câbles intérieurs/extérieurs universels

6.1 Essais applicables

La conformité avec le présent document doit être vérifiée en réalisant les essais choisis dans le Tableau 1. Tous les essais spécifiés en 6.2 à 6.5 ne sont pas destinés à être réalisés dans tous les cas. Les essais à réaliser et la fréquence de réalisation de ces essais doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Tableau 1 – Essais applicables aux performances mécaniques et environnementales des câbles intérieurs/extérieurs universels

Caractéristiques	Spécifications particulières	Méthodes d'essai	Remarques
Essais mécaniques			Généralement exigés pour la plupart des conceptions de câble
Performances en traction	Voir 6.2.2	IEC 60794-1-21, méthode E1	
Abrasion	Voir 6.2.3	IEC 60794-1-21, méthode E2A, E2B	Méthode E2A pour la résistance à l'abrasion de la gaine Méthode E2B, méthode 2, pour la résistance à l'abrasion du marquage du câble
Ecrasement	Voir 6.2.4	IEC 60794-1-21, méthode E3A	
Chocs	Voir 6.2.5	IEC 60794-1-21, méthode E4	
Courbures répétées	Voir 6.2.6	IEC 60794-1-21, méthode E6	
Torsion	Voir 6.2.7	IEC 60794-1-21, méthode E7	
Courbures	Voir 6.2.8	IEC 60794-1-21, méthode E11A ou E11B	
Courbure sous traction	Voir 6.2.9	IEC 60794-1-21, méthode E18A	Il convient de choisir un mandrin dont le diamètre correspond à 40 fois le diamètre du câble. Il convient que la charge soit conforme au 6.2.2.
Pliure	Voir 6.2.10	IEC 60794-1-21, méthode E10	
Fonctionnement du fil de déchirement	Voir 6.2.11	IEC 60794-1-21, méthode E25	
Essais d'environnement			
Cycles de température	Voir 6.3.1	IEC 60794-1-22, méthode F1	
Pénétration d'eau	Voir 6.3.2	IEC 60794-1-22, méthode F5B, F5C	La méthode F5A est une option rarement utilisée.
Vieillessement	Voir 6.3.3	IEC 60794-1-22, méthode F9	
Résistance aux UV	Voir 6.3.4	IEC 60794-1-22, méthode F14 (ISO 4892-2)	
Craquelures sous contraintes dues à l'environnement	Voir 6.3.5	IEC 60811-406	Les thermoplastiques fortement chargés (par exemple les matériaux retardateurs de flamme non corrosifs (FRNC, <i>Flame Retardant, Non-Corrosive</i>) sont plus sensibles aux craquelures sous contrainte. L'essai a été développé pour le polyéthylène (PE) et le polypropylène (PP), et doit donc être adapté.

Caractéristiques	Spécifications particulières	Méthodes d'essai	Remarques
Gel en extérieur des câbles	Voir 6.3.6	IEC 60794-1-215, méthode F15A ou F15B	
Ecoulement des matériaux de remplissage	Voir 6.3.7	IEC 60794-1-22, méthode F16	
Dégorgement et évaporation	Voir 6.3.8	IEC 60794-1-23, méthode G9	
Compatibilité des matériaux	Voir 6.3.9	Il convient d'appliquer l'IEC 60794-1-219.	
Essais des éléments de câble			
Dénudabilité des rubans	Voir 6.4.1	IEC 60794-1-23, méthode G10B	Si des rubans sont utilisés.
Déchirement des rubans (séparabilité)	Voir 6.4.2	IEC 60794-1-23, méthode G5	Si des rubans sont utilisés.
Dimensions et géométrie des rubans	Voir 6.4.3	IEC 60794-1-23, méthode G2	Si des rubans sont utilisés.
Torsion des rubans	Voir 6.4.4	IEC 60794-1-23, méthode G6	Si des rubans sont utilisés.
Torsion résiduelle des rubans	Voir 6.4.5	IEC 60794-1-23, méthode G8	Si des rubans sont utilisés.
Déformation du tube	Voir 6.4.6	IEC 60794-1-23, méthode G7	
Courbure, pour les éléments de câble optique	Voir 6.4.7	IEC 60794-1-23, méthode G1	
Stabilité de la force de dénudage des fibres optiques câblées	Voir 6.4.8	IEC 60794-1-23, méthode G10A	
Autres essais			
Comportement au feu	Voir 6.5.1	IEC 60332-1 (toutes les parties) IEC 60332-3 (toutes les parties) IEC 61034 (toutes les parties) IEC 60754-2	Les exigences légales régionales doivent être respectées. Pour plus d'informations, voir l'IEC TR 62222
Continuité électrique	Voir 6.5.2	IEC 60794-1-24, méthode H3	Pour les câbles avec des éléments métalliques
Epaisseur des gaines non métalliques	Voir 6.5.3	IEC 60811-202	
Dimensions extérieures	Voir 6.5.4	IEC 60811-203	

6.2 Essais mécaniques

6.2.1 Généralités

Les critères optiques généraux qui interviennent dans les essais mécaniques n'ont pas d'influence sur l'affaiblissement, comme expliqué dans l'IEC 60794-1-1. Dans certains essais d'environnement et d'installation, une légère augmentation est admise.

Le nombre de fibres soumises à l'essai doit être représentatif de la conception de câble, conformément à l'échantillonnage des fibres stipulé dans l'IEC 60794-1-1. L'adoption d'un échantillonnage différent peut faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Les critères de réception minimaux pour les différentes conceptions de câble doivent être stipulés dans la spécification de produit.

Les méthodes d'essai sont définies dans les spécifications génériques IEC 60794-1-21, IEC 60794-1-22 et IEC 60794-1-23. Les câbles intérieurs/extérieurs universels sont généralement conçus conformément à l'IEC 60794-3. Les performances mécaniques attendues sont habituellement moins rigoureuses que celles spécifiées dans l'IEC 60794-3-10.

6.2.2 Performances en traction

a) Spécifications de famille

Le câble étant soumis à une charge de traction à court terme (T_M , charge de traction assignée),

- la déformation axiale de la fibre doit être < 60 % de la déformation d'épreuve de la fibre, et
- l'affaiblissement doit être mesuré et consigné.

Le câble étant soumis à une charge de traction à long terme (T_L , charge résiduelle),

- la déformation axiale de la fibre doit être:
 - < 20 % de l'essai d'épreuve de la fibre, pour les fibres soumises à un essai d'épreuve avec un pourcentage de déformation ≤ 1 % (par exemple 0,69 GPa, déformation absolue 0,2 %), et
 - < 17 % de l'essai d'épreuve de la fibre, pour les fibres soumises à un essai d'épreuve avec un pourcentage de déformation > 1 % et ≤ 2 % (par exemple 0,69 GPa à 1,38 GPa, déformation absolue 0,34 % pour les fibres soumises à un pourcentage de déformation de 2 %);

NOTE Pour les fibres soumises à l'essai d'épreuve avec des pourcentages de déformation supérieurs à 1 %, 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. Il n'existe pas d'accord fixant des limites de déformation pour les essais d'épreuve avec des pourcentages de déformation supérieurs à 2 %.

- la variation de l'affaiblissement doit être:
 - pour une fibre unimodale: aucune variation;
 - pour une fibre multimodale: $\leq 0,2$ dB; et
- toute variation observée de l'affaiblissement doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

L'examen visuel sans grossissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble après l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E1

Longueur sous tension: > 50 m

Charge de traction sur le câble: à long terme (T_L), à court terme (T_M)

$$T_M \geq 1,0 \times W \text{ (} W = \text{poids correspondant à 1 km de câble)}$$

$$T_L = 0,3 \times T_M$$

D'autres charges peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Diamètre des poulies d'essai: Généralement 1 m et en aucun cas inférieur au diamètre minimal de courbure sous charge spécifié pour le câble.

6.2.3 Abrasion

a) Spécifications de famille

Résistance à l'abrasion de la gaine: Il ne doit pas y avoir de perforation de la gaine après réalisation de l'essai à l'aiguille, conformément à la méthode E2A de l'IEC 60794-1-21.

Résistance à l'abrasion du marquage du câble: L'impression doit rester lisible après l'essai, réalisé conformément à la méthode E2B de l'IEC 60794-1-21 (essai au feutre de laine).

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E2A

Charge: 2 N

Nombre de cycles: 50

Méthode IEC 60794-1-21, méthode E2B, méthode 2

Charge: 4 N

Nombre de cycles: 3

D'autres charges et d'autres nombres de cycles peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

6.2.4 Ecrasement

a) Spécifications de famille

Sous une charge à court terme, la variation de l'affaiblissement ne doit pas dépasser:

- 0,15 dB pour les fibres unimodales;
- 0,30 dB pour les fibres multimodales.

A la fin de l'application de la charge à long terme, avant de libérer la charge, il ne doit y avoir aucune variation de l'affaiblissement par rapport à la ou aux valeurs initiales.

L'examen visuel ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble. L'empreinte de la plaque sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E3A

Charge à court terme (plaque/plaque): 1 000 N

Charge à long terme (plaque/plaque): 500 N

6.2.5 Chocs

a) Spécifications de famille

L'examen visuel sans grossissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble. L'empreinte de la surface de frappe sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique. Il ne doit se produire aucune variation d'affaiblissement permanente à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E4

Nombre de chocs: un à 3 emplacements différents avec un espacement minimal de 500 mm

Energie du choc: 10 J (câble non armé), 20 J (câble armé)

Selon la conception de câble, d'autres énergies peuvent être choisies, faisant l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

Rayon de courbure de la surface de frappe: rayon minimal de 300 mm (marteau plat)

6.2.6 Courbures répétées

a) Spécifications de famille

L'examen visuel sans grossissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine et sur les éléments du câble.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E6

Nombre de cycles: 25 cycles, ou un nombre différent de cycles peut être appliqué conformément aux conditions particulières de l'utilisateur.

Charge: Appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin

Rayon de courbure: 20 d

6.2.7 Torsion

a) Spécifications de famille

L'examen visuel sans grossissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

b) Conditions d'essai

Longueur entre repères: 1 m

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E7 (également spécifiée dans l'IEC 60794-3-10:2015, 5.6.2)

6.2.8 Courbures

a) Spécifications de famille

Il ne doit se produire aucune variation d'affaiblissement permanente à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E11 La méthode par défaut est la méthode E11A.

Diamètre du mandrin: 20 d

Nombre de cycles: 3

Nombre de tours/hélice: 4

Température d'essai: ambiante (sauf demande spécifique contraire).

Exceptions:

Pour les gros câbles et/ou les câbles raides (par exemple dont le diamètre exigé du mandrin est $> 20 d$), l'IEC 60794-1-21, méthode E11B, peut être utilisée.

Diamètre du mandrin pour les câbles avec élément de renfort non métallique et/ou armature métallique: 20 d ou diamètre minimal de courbure spécifié pour le câble

6.2.9 Courbure sous traction

a) Spécifications de famille

L'examen visuel sans grossissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine et/ou sur les éléments du câble.

L'augmentation permanente de l'affaiblissement après l'essai doit être $\leq 0,2$ dB pour les fibres unimodales et $\leq 0,4$ dB pour les fibres multimodales.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E18A, procédure 1

Diamètre du mandrin: $40 \times d$ (des diamètres différents peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur)

Tension: $\geq 1,0 \times W$ (charge à court terme T_M définie en 6.2.2)

Nombre de cycles de déplacement: 2

6.2.10 Pliure

a) Spécifications de famille

Aucune pliure ne doit se produire à des diamètres de courbure calculés supérieurs au diamètre minimal spécifié.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E10

6.2.11 Essai de fonctionnement du fil de déchirement

a) Spécifications de famille

Le fil de déchirement doit déchirer la gaine du câble et ne doit pas se rompre lorsqu'il est tiré. Si le fil de déchirement se rompt avant d'atteindre la marque de 1 m, deux échantillons supplémentaires de suivi peuvent être soumis à l'essai à partir de la même longueur de câble. L'essai du câble est réussi si aucun des deux échantillons supplémentaires de suivi ne se rompt avant d'atteindre la marque de 1 m.

Si le fil de déchirement sort de l'extrémité du câble sans avoir découpé la gaine, répéter l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E25

6.3 Essais d'environnement

6.3.1 Cycles de température

a) Spécifications de famille

Aucune variation d'affaiblissement ne doit être constatée de T_{A1} à T_{B1} , comme défini dans l'IEC 60794-1-1.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-22, méthode F1 (cycle T indiqué à la Figure 1 de l'IEC 60794-1-22:2017)

Longueur de l'échantillon: au minimum 500 m pour la longueur du câble fini (il convient que la longueur de la fibre soit supérieure à 1 000 m)

Tableau 2 – Basses et hautes températures

Basse température, T_{A1} °C	Haute température, T_{B1} °C	Remarques
–10	+60	
–10	+70	
–25	+70	Recommandé pour les câbles intérieurs/extérieurs universels
–25	+85	
–30	+60	
–40	+65	
–40	+70	
–40	+75	
–40	+85	
Les limites de température du présent tableau dépendent des différents environnements de service ou de fonctionnement de l'IEC 61753-1. Il convient de choisir un environnement de service ou de fonctionnement approprié en fonction de l'application.		

T_{A1} et T_{B1} : voir Tableau 2

D'autres valeurs de basse température et de haute température peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur, pour des climats plus chauds ou plus froids.

Nombre de cycles: 2, mais des cycles supplémentaires peuvent être exigés conformément aux exigences particulières du client.

Si, en raison de la longueur de câble pour l'application visée, le fournisseur et le client conviennent d'un échantillon de câble plus court, cette longueur doit être suffisante pour assurer la précision et la répétabilité des résultats d'essai, conformément à la plage dynamique et à la résolution de l'équipement utilisé pour l'essai optique.

6.3.2 Pénétration d'eau

a) Spécifications de famille

Le câble ne doit pas propager d'eau sur son axe longitudinal, conformément aux exigences de la méthode F5B de l'IEC 60794-1-22. La méthode F5C peut être utilisée, sous réserve d'accord entre le client et le fournisseur.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-22, méthode F5B ou F5C, suivant le cas.

6.3.3 Vieillessement

a) Spécifications de famille

Calculer la variation de l'affaiblissement par rapport à la mesure initiale (voir 8.4 de l'IEC 60794-1-22:2017, méthode F9). Sauf accord contraire entre le client et le fournisseur, l'augmentation maximale autorisée de l'affaiblissement doit être de:

- 1) pour une fibre unimodale, soumise à l'essai à 1 550 nm: 0,25 dB/km au maximum, et 0,10 dB/km en moyenne, ou
- 2) pour une fibre multimodale, soumise à l'essai à 1 300 nm: 0,6 dB/km au maximum, et 0,4 dB/km en moyenne.

Après avoir mesuré l'affaiblissement, une section de câble appropriée doit être décomposée. Tous les éléments du câble qui présentent un code de couleur (fibres, tubes de protection, gaine) doivent être examinés conformément à l'Annexe A de l'IEC 60794-1-22:2017.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-22, méthode F9

6.3.4 Résistance aux UV

a) Spécifications de famille

Après l'exposition, la résistance à la traction et l'allongement moyens des éprouvettes, par rapport à la gaine extérieure, doivent correspondre au minimum à 80 % de la valeur d'origine.

NOTE 1 Cet essai est également nécessaire lorsque seules de courtes portions de câble sont installées dans une configuration d'exposition au rayonnement UV.

Les gaines de câble en matériaux à base de PE qui utilisent au moins 2,5 % en poids de noir de carbone comme colorant peuvent être exemptées des essais de résistance aux UV décrits en 6.3.4.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-22, méthode F14

Utiliser la méthode d'essai par altérimètre en extérieur de l'ISO 4892-2 (essai des sources à arc au xénon) pour les essais de câble.

Durée d'exposition: au moins 750 h; l'exposition aux UV dépend de la région. Des durées d'exposition plus longues peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

6.3.5 Craquelures sous contraintes dues à l'environnement

a) Spécifications de famille

Il convient qu'aucun échantillon ne rompe à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60811-406 (les modifications doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant).

Le matériau de la gaine est souvent fabriqué dans une résine polymère, qui est fortement chargée avec un additif retardateur de flamme, et qui est donc plus sensible aux craquelures sous contrainte qu'un polymère pur (par exemple PE, PP). L'essai doit donc être adapté au matériau spécifique de la gaine. Les essais doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

6.3.6 Gel en extérieur des câbles

a) Spécifications de famille

Après l'exposition, il ne doit y avoir aucune fissure apparente ou autre ouverture dans la gaine du câble. L'augmentation maximale de l'affaiblissement pendant et après l'essai doit être conforme à la spécification particulière applicable, dans le cas d'une exposition au gel et en l'absence de variation après dégel.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-215, méthode F15A (essai normalisé visant à simuler le gel du milieu environnant un câble enterré, par exemple de la terre humide ou de l'eau) ou F15B (essai normalisé visant à simuler le gel du milieu environnant un câble extérieur placé dans un conduit, fabriqué dans un matériau rigide, par exemple l'acier), suivant l'installation prévue.

6.3.7 Ecoulement des matériaux de remplissage

Cet essai s'applique aux câbles qui contiennent des matériaux de remplissage thixotropes (graisse ou gel).