

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Optical fibres –

Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation

Fibres optiques –

Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2018



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions 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.

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.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions 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.

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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Optical fibres –

Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation

Fibres optiques –

Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-5209-3

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	6
4 Apparatus	7
4.1 General	7
4.2 Radiation source	7
4.2.1 Testing of environmental background radiation	7
4.2.2 Testing of adverse nuclear environments	7
4.3 Optical source	7
4.4 Optical filters/monochromators	7
4.5 Cladding mode stripper	7
4.6 Fibre support and positioning apparatus	7
4.7 Optical splitter	7
4.8 Input launch conditions	7
4.8.1 Class A, Category A1 fibres (graded index multimode fibres)	7
4.8.2 Class A, Category A2 fibres (quasi-step and step index fibres)	8
4.8.3 Class B fibres (single-mode fibres)	8
4.9 Detector – Signal detection electronics	8
4.10 Optical power meter	8
4.11 Radiation dosimeter	8
4.12 Temperature-controlled container	8
4.13 Test reel	8
5 Sampling and specimens	8
5.1 Specimens	8
5.1.1 Fibre specimen	8
5.1.2 Cable specimen	8
5.2 Test sample length	8
5.3 Test reel	9
5.4 Ambient light shielding	9
6 Procedure	9
6.1 General	9
6.2 Calibration of radiation source	9
6.3 Preparation and pre-conditioning	9
6.4 Attenuation measurement for environmental background radiation	9
6.5 Attenuation measurement for adverse nuclear environment	10
7 Calculations	10
7.1 Change in optical attenuation Δa (environmental background radiation test)	10
7.2 Change in optical transmittance, a (adverse nuclear environmental radiation test)	10
7.3 Normalisation of the results	11
8 Results	11
8.1 Information to be provided with each measurement	11
8.2 Information available upon request	11
9 Specification information	12

Bibliography.....	13
-------------------	----

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2018

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRES –

**Part 1-54: Measurement methods and test procedures –
Gamma irradiation**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60793-1-54 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2012. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) test conditions related to photobleaching have been changed;
- b) the test length has been modified to yield a total induced attenuation in the test sample at the end of the irradiation between 3 dB and 10 dB.

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

FDIS	Report on voting
86A/1833/FDIS	86A/1848/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60793 series, published under the general title *Optical fibres*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2018

OPTICAL FIBRES –

Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation

1 Scope

This document outlines a method for measuring the steady state response of optical fibres and optical cables exposed to gamma radiation. It can be employed to determine the level of radiation-induced attenuation produced in Class B single-mode or Class A, category A1 and A2 multimode optical fibres, in either cabled or uncabled form, due to exposure to gamma radiation.

The attenuation of cabled and uncabled optical fibres generally increases when exposed to gamma radiation. This is primarily due to the trapping of radiolytic electrons and holes at defect sites in the glass (i.e. the formation of "colour centres"). This test procedure focuses on two regimes of interest: the low dose rate regime suitable for estimating the effect of environmental background radiation, and the high dose rate regime suitable for estimating the effect of adverse nuclear environments. The testing of the effects of environmental background radiation is achieved with an attenuation measurement approach similar to IEC 60793-1-40 method A, cut-back. The effects of adverse nuclear environments are tested by monitoring the power before, during and after exposure of the test sample to gamma radiation. The depopulation of colour centres by light (photo bleaching) or by heat causes recovery (lessening of radiation induced attenuation). Recovery can occur over a wide range of time which depends on the irradiation time and annealing temperature. This complicates the characterization of radiation induced attenuation since the attenuation depends on many variables including the temperature of the test environment, the configuration of the sample, the total dose and the dose rate applied to the sample and the light level used to measure it.

This test is not a material test for the non-optical material components of a fibre optic cable. If degradation of cable materials exposed to irradiation is studied, other test methods will be used.

This test method is written to contain a clear, concise listing of instructions. The background knowledge that is necessary to perform correct, relevant and expressive irradiation tests as well as to limit measurement uncertainty is presented separately in IEC TR 62283.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

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>

4 Apparatus

4.1 General

Attention is drawn to the fact that strict regulations and suitable protective facilities are to be adopted in the laboratory for this test. Carefully selected trained personnel shall be used to perform this test. It can be extremely hazardous to test personnel if it is improperly performed or without qualified conditions.

4.2 Radiation source

4.2.1 Testing of environmental background radiation

A ^{60}Co or equivalent ionising source shall be used to deliver gamma radiation. This environment is characterised by relatively low total dose and dose rate.

4.2.2 Testing of adverse nuclear environments

A ^{60}Co or equivalent ionizing source(s) shall be used to deliver gamma radiation. This environment is characterised by higher total dose and dose rate.

4.3 Optical source

An optical source such as a white light source, laser or light emitting diode emitting at wavelengths compatible with the optical fibres under test shall be used. The wavelength of the source shall be according to the detailed specification.

The optical source shall be stable in intensity over a time period sufficient to perform the measurement. The power coupled from the source into the test sample shall be -30 dBm ($1,0\text{ }\mu\text{W}$) with a tolerance of $\pm 2\text{ dBm}$ or as specified in the detail specification. The optical source may be modulated with a pulsed signal at a 50 % duty cycle, if a lock-in amplifier is used.

4.4 Optical filters/monochromators

Unless otherwise specified, wavelength tolerances of $\pm 20\text{ nm}$ shall be obtained by filtering the optical source with a set of optical filters or a monochromator. The 3 dB optical bandwidth of the filters shall be less than or equal to 25 nm.

4.5 Cladding mode stripper

When necessary, a device that extracts cladding modes shall be employed at the input end and output end of the test sample. If the fibre coating materials are designed to strip cladding modes, a cladding mode stripper is not required.

4.6 Fibre support and positioning apparatus

A means of stable support for the input end of the test sample, such as a vacuum chuck, shall be arranged. This support shall be mounted on a positioning device so that the end of the test sample can be repeatedly positioned in the input beam.

4.7 Optical splitter

An optical splitter shall divert a small portion of the input light to a reference detector. The reference path shall be used to monitor system fluctuations for the duration of the test.

4.8 Input launch conditions

4.8.1 Class A, Category A1 fibres (graded index multimode fibres)

An equilibrium mode simulator shall be used to attenuate higher order propagation modes and to establish a steady-state mode condition near the input end of the fibre. The requirements

for the launch conditions for sub-category A1a graded index multimode fibre measurements are defined in IEC 61280-4-1.

4.8.2 Class A, Category A2 fibres (quasi-step and step index fibres)

Launch conditions shall be created as specified in the detail specification.

4.8.3 Class B fibres (single-mode fibres)

An optical lens system or fibre pigtail may be employed to excite the test fibre. The power coupled into the test sample shall be stable for the duration of the test. If an optical lens system is used, a method of making the positioning of the fibre less sensitive is to overfill the fibre end spatially and angularly. If a pigtail is used, it may be necessary to use index matching material to eliminate interference effects. A high order mode filter shall be employed to remove high order propagating modes in the wavelength range greater than or equal to the cut-off wavelength of the test fibre. The test condition specified in IEC 60793-1-44, method C, satisfies this requirement.

4.9 Detector – Signal detection electronics

An optical detector that is linear and stable over the range of intensities that are encountered shall be used. A typical system might include a photovoltaic mode photodiode amplified by a current input preamplifier, with synchronous detection by a lock-up amplifier.

4.10 Optical power meter

A suitable optical power meter shall be used to determine that the power coupled from the optical source into the test sample is equal to 1,0 μW or the level specified in the detail specification.

4.11 Radiation dosimeter

Thermo luminescent LiF or CaF crystal detectors (TLDs) or an ion chamber detector shall be used to measure the total radiation dose received by the specimen fibre.

4.12 Temperature-controlled container

Unless otherwise specified, the temperature-controlled container shall have the capability of maintaining the specified temperatures to within $\pm 2^\circ\text{C}$.

4.13 Test reel

The test reel shall not act as a shield or sink for the radiation used in this test. Reels of wood, plastic or similar non-conducting materials would, in principle, act as transparent to the radiation. The additional absorption shall be taken into account for exact measurements.

An appropriate dose build-up layer of similar material shall be used.

5 Sampling and specimens

5.1 Specimens

5.1.1 Fibre specimen

The test specimen shall be a representative sample of the fibre specified in the detail specification.

5.1.2 Cable specimen

The test specimen shall be a representative sample of the cable described in the detail specification and shall contain at least one of the specified fibres.

5.2 Test sample length

Unless otherwise specified in the detail specification, the length of the test sample shall be chosen according to the expected induced attenuation and depends on the fibre type to be tested. The length shall be selected to yield a total induced attenuation in the test sample at the end of the irradiation of between 3 dB and 10 dB. The influence of the fibre leads connecting the test sample shall be minimised below 10 % of the total induced attenuation by

reducing their length, application of shielding, and selection of fibres with low radiation sensitivity. The irradiated length of the test sample shall be reported.

5.3 Test reel

The test sample shall be spooled onto a reel with a drum diameter of more than or equal to 10 cm, or that as specified in the detail specification. Allowance shall be made for the unspooling of a measured length of the test sample from each end of the reel to allow for attachment to the optical measurement equipment. An alternative deployment method allows the fibre to be loosely wound in a coil of specified diameter. The minimum bending radius shall be considered.

5.4 Ambient light shielding

The test sample shall be shielded from ambient light to prevent external photobleaching.

6 Procedure

6.1 General

The radiation tests differ in exposure dose, dose rate, exposure time and temperature. The tests are an environmental background radiation test and an adverse nuclear radiation test.

6.2 Calibration of radiation source

Calibration of the radiation source for dose uniformity and level shall be made prior to the test sample being set up in the chamber. Dose and dose rate measurements at four positions shall be made in the area of exposure where the test reel will be placed (four positions are used to get a representative average value).

6.3 Preparation and pre-conditioning

The test sample shall be preconditioned in the temperature chamber at $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ for 1 h prior to testing, or at the test temperature for a preconditioned time as specified in the detail specification.

The input end of the short test length shall be placed in the positioning device and aligned in the test set to obtain maximum optical power as measured with a calibrated power meter.

The power at the input end of the test sample shall be measured with a calibrated power meter. If necessary, the source power level shall be adjusted so that the power at the input end of the fibre is 1,0 μW or as specified in the detail specification.

With the radiation source off, the input end of the test sample shall be positioned to obtain maximum optical power at the detector. Once set, the input launch conditions shall not be changed during the gamma irradiation portion of the test.

A suitable continuous measurement device shall be connected to the detection system so that a continuous power measurement can be made. The measurement equipment shall be set up such that the detection signal does not exceed the limits of the equipment.

Before starting the irradiation the stability of the measurement setup shall be obtained. The total fluctuation shall be below 10 % of the total induced attenuation at the end of irradiation.

A ^{60}Co or equivalent ionizing source(s) shall be used to deliver gamma radiation at a desired dose rate. The time required to turn the radiation source on or off shall be $< 10 \%$ of the total exposure time.

It is important that the temperature is kept constant during the tests. If the test should be performed at different temperatures, then the attenuation prior to irradiation has to be measured for different temperatures for each specified wavelength.

6.4 Attenuation measurement for environmental background radiation

An attenuation measurement of the test sample shall be performed, at the specified test wavelengths, in accordance with IEC 60793-1-40, method A, cut-back. The attenuation a_1 of

the fibre prior to exposure to the gamma radiation source shall be recorded. The environmental temperature shall be the same as during the up-coming irradiation tests when the initial attenuation measurement is performed.

Unless otherwise specified in the detailed specification, environmental background radiation effects, due to exposure to gamma radiation, shall be determined by subjecting the test sample to a nominal dose rate of 0,02 Gray/hour (Gy/h). The test sample shall be exposed to a total dose of 0,1 Gray (Gy). Different dose rates and total dose can be called for in the detail specification in order to simulate particular specific conditions.

Upon completion, and within 2 h of the irradiation process, an attenuation measurement of the test sample shall be performed in accordance with IEC 60793-1-40, method A, cut-back. The attenuation a_2 of the test sample after exposure to the gamma radiation source shall be recorded.

6.5 Attenuation measurement for adverse nuclear environment

The monitoring of the change of optical transmittance of the test sample shall be performed, at the specified test wavelengths, in accordance with method IEC 60793-1-46.

The output power P_B from the sample prior exposure to the gamma radiation source shall be recorded.

Unless otherwise specified in the detailed specification, adverse nuclear radiation effects, due to exposure to gamma radiation, shall be determined by subjecting the test sample to a nominal dose rate of 1 000 Gy/h. The test sample shall be exposed to a dose of 1 000 Gy. Different dose rates and total dose can be called for in the detail specification in order to simulate particular specific conditions.

The output power from the sample shall be recorded for the duration of the gamma irradiation cycle. With help of the initial attenuation measurements, prior irradiation, one can determine the radiation induced attenuation in the fibre.

The power shall also be recorded for at least 15 min after completion of the irradiation process or as specified in the detail specification. The power level of the reference detector shall also be recorded during the recovery time after completion of the irradiation process.

7 Calculations

7.1 Change in optical attenuation Δa (environmental background radiation test)

$$\Delta a = a_2 - a_1 \text{ dB} \quad (1)$$

where

a_1 is the attenuation of the test sample prior to exposure to gamma radiation;

a_2 is the attenuation of the test sample after exposure to gamma radiation.

7.2 Change in optical transmittance, a (adverse nuclear environmental radiation test)

The change in optical transmittance a shall be calculated for each wavelength by using the following formula (testing of adverse nuclear environment):

$$a_0 = -10 \lg (P_0/P_B) \text{ dB} \quad (2)$$

$$a_{15} = -10 \lg (P_{15}/P_B) \text{ dB} \quad (3)$$

where

P_0 is the power output of the test sample within 1 s after irradiation is discontinued, unless otherwise specified;

P_{15} is the power output of the test sample 15 min after irradiation is discontinued, unless otherwise specified;

P_B is the power output of the test sample before irradiation begins;

a_0 is the change in optical transmittance of the test sample immediately after irradiation;

a_{15} is the change in optical transmittance of the test sample 15 min after irradiation.

7.3 Normalisation of the results

The results of the reference measurements should be used to normalize the test results if significant system instability is noted.

$$a_{REF} = -10 \lg (P_{E'}/P_{B'}) \text{ dB} \quad (4)$$

where

$P_{E'}$ is the power measured by the reference detector at the end of the measurement;

$P_{B'}$ is the power measured by the reference detector before irradiation begins.

Normalized test results that account for system instability are calculated with the following formulae:

$$a_{0NOR} = a_0 - a_{REF} \text{ dB} \quad (5)$$

$$a_{15NOR} = a_{15} - a_{REF} \text{ dB} \quad (6)$$

8 Results

8.1 Information to be provided with each measurement

Report the following information with each measurement:

- date and title of test;
- length of test sample exposed to radiation;
- test wavelengths;
- test temperatures;
- material-, dimensions- and design of the test reel;
- test dose and dose rate;
- change in attenuation Δa (environmental background radiation test);
- change in optical transmittances a_0 and a_{15} (adverse nuclear environment);
- characteristics of test sample such as fibre type, cable type, dimensions and composition;
- chart recording of test events.

8.2 Information available upon request

The following information shall be available upon request:

- description of radiation source;
- description of dosimeters used;
- type of optical source, model number and manufacturer;
- description of optical filters or monochromator;
- description of cladding mode stripper;
- description of input launch simulator and launch conditions used;
- type of optical splitter used;
- description of detection and recording apparatus;
- description of the characteristics of temperature chamber;
- date of latest calibration of test equipment;
- name or identification number of operator.

9 Specification information

The detail specification shall specify the following information:

- type of test sample to be tested;
- test reel diameter;
- test temperature(s);
- failure or acceptance criteria;
- number of samples;
- test wavelengths;
- total dose and dose rate;
- other test conditions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2018

Bibliography

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

IEC 60793-2-20, *Optical fibres – Part 2-20: Product specifications – Sectional specification for category A2 multimode fibres*

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

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

GUILLERMAIN, Élise et al. Macro-Bending Influence on Radiation Induced Attenuation Measurement in Optical Fibres, IEEE Transactions on Nuclear Science, August 2014, vol. 61, issue 4, pp 1834-1837, DOI 10.1109/TNS.2014.2306992

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	16
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	19
4 Appareillage	19
4.1 Généralités	19
4.2 Source de rayonnement	19
4.2.1 Essais de rayonnement de l'environnement général	19
4.2.2 Essais des environnements nucléaires hostiles	19
4.3 Source optique	19
4.4 Filtres optiques/monochromateurs	19
4.5 Extracteur de modes de gaine	20
4.6 Support de fibre et appareillage de positionnement	20
4.7 Séparateur optique	20
4.8 Conditions d'injection en entrée	20
4.8.1 Fibres de Classe A, Catégorie A1 (fibres multimodales à gradient d'indice)	20
4.8.2 Fibres de classe A, Catégorie A2 (fibres à quasi-saut et à saut d'indice)	20
4.8.3 Fibres de classe B (fibres unimodales)	20
4.9 Détecteur – Électronique de détection de signaux	20
4.10 Appareil de mesure de la puissance optique	20
4.11 Dosimètre de rayonnement	21
4.12 Bac à température contrôlée	21
4.13 Touret d'essai	21
5 Échantillonnage et éprouvettes	21
5.1 Éprouvettes	21
5.1.1 Éprouvette de fibre	21
5.1.2 Éprouvette de câble	21
5.2 Longueur de l'échantillon d'essai	21
5.3 Touret d'essai	21
5.4 Écran contre la lumière ambiante	21
6 Procédure	22
6.1 Généralités	22
6.2 Étalonnage de source de rayonnement	22
6.3 Préparation et préconditionnement	22
6.4 Mesure d'affaiblissement pour le rayonnement de l'environnement général	22
6.5 Mesure d'affaiblissement pour environnement nucléaire hostile	23
7 Calculs	23
7.1 Variation de l'affaiblissement optique Δa (essai de rayonnement de l'environnement général)	23
7.2 Variation du facteur de transmission optique, a (essai de rayonnement dû à un environnement nucléaire hostile)	23
7.3 Normalisation des résultats	24
8 Résultats	24
8.1 Informations à fournir pour chaque mesure	24
8.2 Informations disponibles sur demande	25

9	Informations à mentionner dans la spécification.....	25
	Bibliographie.....	26

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2018

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60793-1-54 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) les conditions d'essais relatives à la photodécoloration ont été modifiées;
- b) la longueur d'essai a été modifiée pour obtenir un affaiblissement induit total dans l'échantillon d'essai compris entre 3 dB et 10 dB à la fin de l'irradiation.

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

FDIS	Rapport de vote
86A/1833/FDIS	86A/1848/RVD

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

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

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

Le comité a décidé que le contenu de 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60793-1-54:2018

FIBRES OPTIQUES –

Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma

1 Domaine d'application

Le présent document présente une méthode de mesure de la réponse en régime permanent des fibres optiques et câbles optiques exposés au rayonnement gamma. Elle peut être utilisée pour déterminer le niveau d'affaiblissement induit par le rayonnement produit dans les fibres optiques unimodales de Classe B ou multimodales de Classe A, catégories A1 et A2, sous forme câblée ou non câblée, du fait d'une exposition au rayonnement gamma.

L'affaiblissement des fibres optiques câblées et non câblées augmente généralement en cas d'exposition au rayonnement gamma. Cela est essentiellement dû au piégeage des électrons radiolytiques et des trous aux emplacements présentant des défauts dans le verre (c'est-à-dire la formation de "centres de couleurs"). La présente procédure d'essai porte sur deux régimes intéressants: le régime de débit de dose faible adapté pour l'estimation de l'effet du rayonnement de l'environnement général, et le régime de débit de dose élevé pour l'estimation de l'effet d'environnements nucléaires hostiles. Les essais portant sur les effets du rayonnement de l'environnement général sont effectués par le biais d'une mesure d'affaiblissement similaire à l'IEC 60793-1-40, méthode A, fibre coupée. Les effets d'environnements nucléaires hostiles sont soumis à essai en surveillant la puissance avant, pendant et après exposition de l'échantillon d'essai au rayonnement gamma. La dépopulation des centres de couleurs par la lumière (photodécoloration) ou par la chaleur provoque une régénération (diminution d'affaiblissement induit par le rayonnement). La régénération peut se produire sur une large plage de temps qui dépend du temps d'irradiation et de la température de recuit. Cela complique la caractérisation de l'affaiblissement induit par le rayonnement, étant donné que l'affaiblissement dépend de nombreuses variables, dont la température de l'environnement d'essai, la configuration de l'échantillon, la dose totale et le débit de dose appliqués à l'échantillon et le niveau de lumière utilisé pour le mesurer.

Le présent essai n'est pas un essai de matériau pour les composants de matériaux non optiques d'un câble à fibres optiques. Si la dégradation des matériaux de câble exposés à l'irradiation est étudiée, d'autres méthodes d'essai sont alors utilisées.

Cette méthode d'essai est rédigée de façon à contenir une énumération claire et concise des instructions. La connaissance du contexte qui est nécessaire pour réaliser correctement les essais d'irradiation appropriés et expressifs et pour limiter l'incertitude de mesure est traitée indépendamment dans l'IEC TR 62283.

2 Références normatives

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

IEC 60793-1-40, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – 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 61280-4-1, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 4-1: Installations câblées – Mesure de l'affaiblissement en multimodal*

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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>

4 Appareillage

4.1 Généralités

L'attention est attirée sur le fait que des règlements stricts et des installations de protection adaptées doivent être adoptés dans le laboratoire pour cet essai. Un personnel formé et soigneusement sélectionné doit être employé pour réaliser cet essai. Un essai réalisé de façon inappropriée ou en dehors des conditions qualifiées peut s'avérer très dangereux pour le personnel qui en est chargé.

4.2 Source de rayonnement

4.2.1 Essais de rayonnement de l'environnement général

Une source ionisante de ^{60}Co ou équivalente doit être utilisée pour fournir le rayonnement gamma. Cet environnement est caractérisé par une dose totale et un débit de dose relativement faibles.

4.2.2 Essais des environnements nucléaires hostiles

Une ou plusieurs sources ionisantes de ^{60}Co ou équivalentes doivent être utilisées pour fournir le rayonnement gamma. Cet environnement est caractérisé par une dose totale et un débit de dose plus élevés.

4.3 Source optique

Une source optique (une source de lumière blanche, une diode laser ou une diode électroluminescente émettant à des longueurs d'onde compatibles avec les fibres optiques en essai, par exemple) doit être utilisée.

La source optique doit être stable en intensité sur une période de temps suffisante pour réaliser la mesure. La puissance couplée à partir de la source dans l'échantillon d'essai doit être -30 dBm ($1,0\text{ }\mu\text{W}$) avec une tolérance de $\pm 2\text{ dBm}$ ou telle que spécifiée dans la spécification particulière. La source optique peut être modulée avec un signal à impulsions avec un cycle de service de 50 %, si un amplificateur de blocage est utilisé.

4.4 Filtres optiques/monochromateurs

Sauf spécification contraire, des tolérances de longueurs d'onde de $\pm 20\text{ nm}$ doivent être obtenues en filtrant la source optique avec un ensemble de filtres optiques ou un monochromateur. La largeur de bande optique de 3 dB des filtres doit être inférieure ou égale à 25 nm.

4.5 Extracteur de modes de gaine

Si nécessaire, un dispositif qui extrait les modes de gaine doit être utilisé à l'extrémité d'entrée et à l'extrémité de sortie de l'échantillon d'essai. Si les matériaux de revêtement de fibre sont conçus pour extraire les modes de gaine, un extracteur de modes de gaine n'est pas exigé.

4.6 Support de fibre et appareillage de positionnement

Un dispositif de support stable pour l'extrémité d'entrée de l'échantillon d'essai (un plateau à succion, par exemple) doit être mis en place. Ce support doit être monté sur un dispositif de positionnement de sorte que l'extrémité de l'échantillon d'essai puisse être mise en position de façon répétitive dans le faisceau d'entrée.

4.7 Séparateur optique

Un séparateur optique doit détourner une petite portion de la lumière d'entrée vers un détecteur de référence. Le chemin de référence doit être utilisé pour surveiller les fluctuations du système pendant la durée de l'essai.

4.8 Conditions d'injection en entrée

4.8.1 Fibres de Classe A, Catégorie A1 (fibres multimodales à gradient d'indice)

Un simulateur d'équilibre des modes doit être utilisé pour affaiblir les modes de propagation d'ordre supérieur et établir une condition de mode à l'état stable près de l'extrémité d'entrée de la fibre. Les exigences relatives aux conditions d'injection pour les mesures des fibres multimodales à gradient d'indice de sous-catégorie A1a sont définies dans l'IEC 61280-4-1.

4.8.2 Fibres de classe A, Catégorie A2 (fibres à quasi-saut et à saut d'indice)

Les conditions d'injection doivent être créées comme cela est spécifié dans la spécification particulière.

4.8.3 Fibres de classe B (fibres unimodales)

Un système de lentille optique ou une fibre amorce peut être utilisé(e) pour exciter la fibre d'essai. La puissance couplée dans l'échantillon d'essai doit être stable pendant la durée de l'essai. Si un système de lentille optique est utilisé, une méthode possible pour rendre la mise en position de la fibre moins sensible consiste à saturer l'extrémité de fibre spatialement et angulairement. Si une fibre amorce est utilisée, il peut être nécessaire d'utiliser une substance adaptatrice d'indice pour éliminer les effets de perturbation. Un filtre de mode d'ordre élevé doit être utilisé pour éliminer les modes de propagation d'ordre élevé dans la plage de longueurs d'onde supérieure ou égale à la longueur d'onde de coupure de la fibre d'essai. La condition d'essai spécifiée dans l'IEC 60793-1-44, méthode C, satisfait à cette exigence.

4.9 Détecteur – Électronique de détection de signaux

Un détecteur optique qui est linéaire et stable sur la plage d'intensités rencontrée doit être utilisé. Un système typique pourrait inclure une photodiode en mode photovoltaïque amplifiée par un préamplificateur d'entrée de courant, avec une détection synchrone par un amplificateur de blocage.

4.10 Appareil de mesure de la puissance optique

Un appareil de mesure de puissance optique adapté doit être utilisé pour déterminer que la puissance couplée de la source optique dans l'échantillon d'essai est égale à 1,0 μW ou au niveau spécifié dans la spécification particulière.

4.11 Dosimètre de rayonnement

Les détecteurs à cristal à thermoluminescence LiF ou CaF (TLDs) ou un détecteur à chambre d'ions doivent être utilisés pour mesurer la dose de rayonnement totale reçue par la fibre en éprouvette.

4.12 Bac à température contrôlée

Sauf spécification contraire, le bac à température contrôlée doit avoir la capacité de maintenir les températures spécifiées à ± 2 °C.

4.13 Touret d'essai

Le touret d'essai ne doit pas servir d'écran ou de réservoir pour le rayonnement utilisé pour cet essai. Les tourets de bois, en plastique ou en matériaux similaires non conducteurs serviraient en principe comme moyen transparent contre le rayonnement. L'absorption supplémentaire doit être prise en compte pour des mesures exactes.

Une couche amplificatrice de dose appropriée composée d'un matériau similaire doit être utilisée.

5 Échantillonnage et éprouvettes

5.1 Éprouvettes

5.1.1 Éprouvette de fibre

L'éprouvette d'essai doit être un échantillon représentatif de la fibre spécifiée dans la spécification particulière.

5.1.2 Éprouvette de câble

L'éprouvette d'essai doit être un échantillon représentatif du câble décrit dans la spécification particulière et doit contenir au moins une des fibres spécifiées.

5.2 Longueur de l'échantillon d'essai

Sauf spécification contraire précisée dans la spécification particulière, la longueur de l'échantillon d'essai doit être choisie en fonction de l'affaiblissement induit prévu et dépend du type de fibre à soumettre à essai. La longueur doit être choisie pour obtenir un affaiblissement induit total dans l'échantillon d'essai compris entre 3 dB et 10 dB à la fin de l'irradiation. L'influence des lignes à fibres qui se connectent à l'échantillon d'essai doit être réduite le plus possible à une valeur inférieure à 10 % de l'affaiblissement induit total en réduisant leur longueur, en appliquant un écran et en choisissant des fibres présentant une faible sensibilité aux rayonnements. La longueur irradiée de l'échantillon d'essai doit être consignée.

5.3 Touret d'essai

L'échantillon d'essai doit être enroulé sur une bobine dont le diamètre de tambour est supérieur ou égal à 10 cm ou à celui indiqué dans la spécification particulière. Le déroulement d'une longueur mesurée de l'échantillon d'essai de chaque extrémité du touret doit être pris en compte pour permettre la fixation à l'équipement de mesure optique. Une méthode de déploiement alternative permet à la fibre d'être enroulée de façon lâche en une bobine de diamètre spécifié. Le rayon de courbure minimal doit être pris en considération.

5.4 Écran contre la lumière ambiante

L'échantillon d'essai doit être muni d'un écran contre la lumière ambiante pour prévenir la photodécoloration externe.

6 Procédure

6.1 Généralités

Les essais de rayonnement diffèrent en dose d'exposition, débit de dose, temps d'exposition et température. Il s'agit d'un essai de rayonnement de l'environnement général et d'un essai de rayonnement nucléaire hostile.

6.2 Étalonnage de source de rayonnement

L'étalonnage de la source de rayonnement pour l'uniformité et le niveau de dose doit être effectué avant le montage de l'échantillon d'essai dans la chambre. La dose et le débit de dose doivent être mesurés aux quatre positions dans la zone d'exposition où le touret d'essai est placé (quatre positions sont utilisées pour obtenir une valeur moyenne représentative).

6.3 Préparation et préconditionnement

L'échantillon d'essai doit être preconditionné dans la chambre d'essai à $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant 1 h avant l'essai ou à la température d'essai pendant un temps preconditionné tel que spécifié dans la spécification particulière.

L'extrémité d'entrée de la longueur d'essai réduite doit être placée dans le dispositif de positionnement et alignée dans le dispositif d'essai pour obtenir la puissance optique maximale mesurée avec un appareil de mesure de la puissance étalonné.

La puissance à l'extrémité d'entrée de l'échantillon d'essai doit être mesurée à l'aide d'un appareil de mesure de la puissance étalonné. Si nécessaire, le niveau de puissance de la source doit être réglé de sorte que la puissance à l'extrémité d'entrée de la fibre soit de 1,0 μW ou bien telle que le précise la spécification particulière.

La source de rayonnement éteinte, l'extrémité d'entrée de l'échantillon d'essai doit être mise en position pour obtenir la puissance optique maximale au niveau du détecteur. Une fois réglées, les conditions d'injection d'entrée ne doivent pas être modifiées pendant la partie de l'essai en irradiation gamma.

Un dispositif de mesure continue adapté doit être connecté au système de détection de manière à pouvoir procéder à une mesure de puissance continue. L'équipement de mesure doit être configuré de sorte que le signal de détection ne dépasse pas les limites de l'équipement.

Avant de commencer l'irradiation, le montage de mesure doit être stable. La fluctuation totale doit être inférieure à 10 % de l'affaiblissement induit total à la fin de l'irradiation.

Une ou plusieurs sources ionisantes de ^{60}Co ou équivalentes doivent être utilisées pour fournir le rayonnement gamma à un débit de dose désiré. Le temps exigé pour allumer ou éteindre la source de rayonnement doit être $< 10\%$ du temps d'exposition total.

Il importe que la température soit maintenue constante pendant les essais. S'il convient de réaliser l'essai à différentes températures, l'affaiblissement avant l'irradiation doit être mesuré pour différentes températures pour chaque longueur d'onde spécifiée.

6.4 Mesure d'affaiblissement pour le rayonnement de l'environnement général

L'affaiblissement de l'échantillon d'essai doit être mesuré aux longueurs d'onde d'essai spécifiées, conformément à l'IEC 60793-1-40, méthode A, fibre coupée. L'affaiblissement a_1 de la fibre avant l'exposition à la source de rayonnement gamma doit être enregistré. La température de l'environnement doit être la même que pendant les essais de l'irradiation à venir lors de la mesure d'affaiblissement initiale.