

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic sensors – Generic specification**

**Capteurs à fibres optiques – Spécification générique**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61757:2018



## 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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](mailto: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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://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](mailto:sales@iec.ch).

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

**Fibre optic sensors – Generic specification**

**Capteurs à fibres optiques – Spécification générique**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 33.180.99

ISBN 978-2-8322-5303-8

|                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.</b></p> <p><b>Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.</b></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## CONTENTS

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                           | 5  |
| INTRODUCTION.....                                                       | 7  |
| 1 Scope.....                                                            | 8  |
| 2 Normative references .....                                            | 8  |
| 3 Terms and definitions .....                                           | 10 |
| 4 Quality assurance.....                                                | 17 |
| 5 Test and measurement procedures.....                                  | 17 |
| 5.1 General.....                                                        | 17 |
| 5.2 Standard conditions for testing.....                                | 17 |
| 5.3 Test and measurement equipment requirements .....                   | 18 |
| 5.4 Visual inspection.....                                              | 18 |
| 5.5 Dimensions .....                                                    | 18 |
| 5.6 Metrological properties.....                                        | 18 |
| 5.6.1 General .....                                                     | 18 |
| 5.6.2 Metrological parameters .....                                     | 19 |
| 5.7 Optical tests.....                                                  | 19 |
| 5.7.1 General .....                                                     | 19 |
| 5.7.2 Optical power .....                                               | 19 |
| 5.7.3 Nominal wavelength and appropriate spectral characteristics ..... | 19 |
| 5.7.4 State of polarization.....                                        | 19 |
| 5.7.5 Fibre connector performance .....                                 | 19 |
| 5.8 Electrical tests .....                                              | 19 |
| 5.8.1 General .....                                                     | 19 |
| 5.8.2 Parameters and test procedures .....                              | 20 |
| 5.8.3 Voltage stress.....                                               | 20 |
| 5.9 Mechanical tests .....                                              | 20 |
| 5.9.1 General .....                                                     | 20 |
| 5.9.2 Parameters and test procedures .....                              | 20 |
| 5.10 Climatic and environmental tests .....                             | 21 |
| 5.10.1 General.....                                                     | 21 |
| 5.10.2 Parameters and test procedures .....                             | 21 |
| 5.11 Susceptibility to ambient light.....                               | 22 |
| 5.12 Resistance to solvents and contaminating fluids .....              | 22 |
| 6 Classification.....                                                   | 22 |
| 6.1 General.....                                                        | 22 |
| 6.2 Measurand.....                                                      | 23 |
| 6.2.1 General .....                                                     | 23 |
| 6.2.2 Presence/absence of objects or features .....                     | 23 |
| 6.2.3 Position .....                                                    | 23 |
| 6.2.4 Rate of positional change .....                                   | 23 |
| 6.2.5 Flow .....                                                        | 23 |
| 6.2.6 Temperature.....                                                  | 23 |
| 6.2.7 Force per directional vector .....                                | 23 |
| 6.2.8 Force per area.....                                               | 24 |
| 6.2.9 Strain .....                                                      | 24 |
| 6.2.10 Electromagnetic quantities.....                                  | 24 |

|         |                                                            |    |
|---------|------------------------------------------------------------|----|
| 6.2.11  | Ionizing and nuclear radiation .....                       | 24 |
| 6.2.12  | Other physical properties of materials .....               | 24 |
| 6.2.13  | Composition and specific chemical quantities .....         | 24 |
| 6.2.14  | Particulates .....                                         | 24 |
| 6.2.15  | Imaging .....                                              | 24 |
| 6.3     | Transduction principle .....                               | 24 |
| 6.3.1   | General .....                                              | 24 |
| 6.3.2   | Active generation of light .....                           | 24 |
| 6.3.3   | Atom-field interaction .....                               | 24 |
| 6.3.4   | Coherence modulation .....                                 | 25 |
| 6.3.5   | Intensity modulation .....                                 | 25 |
| 6.3.6   | Optical spectrum modulation .....                          | 25 |
| 6.3.7   | Phase modulation .....                                     | 25 |
| 6.3.8   | Polarization modulation .....                              | 25 |
| 6.4     | Spatial distribution .....                                 | 25 |
| 6.5     | Interface level .....                                      | 25 |
| 7       | Marking, labelling, packaging and instruction manual ..... | 25 |
| 7.1     | Marking of component .....                                 | 25 |
| 7.2     | Marking of sealed package and instruction manual .....     | 26 |
| 8       | IEC type designation .....                                 | 26 |
| 9       | Safety aspects .....                                       | 26 |
| 9.1     | General .....                                              | 26 |
| 9.2     | Personal safety .....                                      | 26 |
| 9.3     | Safety in explosive environment .....                      | 26 |
| 10      | Ordering information .....                                 | 26 |
| 11      | Drawings .....                                             | 26 |
| Annex A | (informative) Examples of fibre optic sensors .....        | 27 |
| A.1     | General .....                                              | 27 |
| A.2     | Presence/absence of objects or features .....              | 27 |
| A.2.1   | Limit sensor (button, lever, key) .....                    | 27 |
| A.2.2   | Level .....                                                | 27 |
| A.2.3   | Proximity .....                                            | 27 |
| A.2.4   | Photo-interruption .....                                   | 27 |
| A.3     | Position .....                                             | 28 |
| A.3.1   | Linear position .....                                      | 28 |
| A.3.2   | Angular position .....                                     | 28 |
| A.3.3   | Proximity .....                                            | 28 |
| A.3.4   | Zone (area) .....                                          | 28 |
| A.3.5   | Dimensional .....                                          | 28 |
| A.4     | Rate of positional change .....                            | 28 |
| A.4.1   | Linear speed or velocity .....                             | 28 |
| A.4.2   | Rotational speed or velocity .....                         | 28 |
| A.4.3   | Gyroscope .....                                            | 29 |
| A.4.4   | Linear acceleration .....                                  | 29 |
| A.4.5   | Rotational acceleration .....                              | 29 |
| A.5     | Flow .....                                                 | 29 |
| A.6     | Temperature .....                                          | 29 |
| A.7     | Force per directional vector .....                         | 30 |

|        |                                                                                                                                       |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A.7.1  | Seismic.....                                                                                                                          | 30 |
| A.7.2  | Vibration.....                                                                                                                        | 30 |
| A.7.3  | Torque.....                                                                                                                           | 30 |
| A.7.4  | Weight.....                                                                                                                           | 30 |
| A.8    | Force per area.....                                                                                                                   | 30 |
| A.8.1  | Acoustic.....                                                                                                                         | 30 |
| A.8.2  | Pressure.....                                                                                                                         | 30 |
| A.9    | Strain.....                                                                                                                           | 31 |
| A.10   | Electromagnetic quantities.....                                                                                                       | 32 |
| A.10.1 | Magnetic field.....                                                                                                                   | 32 |
| A.10.2 | Electrical current.....                                                                                                               | 32 |
| A.10.3 | Electric field.....                                                                                                                   | 32 |
| A.10.4 | Voltage.....                                                                                                                          | 32 |
| A.10.5 | Electromagnetic radiation.....                                                                                                        | 33 |
| A.11   | Ionizing and nuclear radiation.....                                                                                                   | 33 |
| A.12   | Other physical properties of materials.....                                                                                           | 33 |
| A.12.1 | Material refractive index.....                                                                                                        | 33 |
| A.12.2 | Density.....                                                                                                                          | 33 |
| A.12.3 | Viscosity.....                                                                                                                        | 33 |
| A.12.4 | Damage.....                                                                                                                           | 33 |
| A.13   | Composition and specific chemical quantities.....                                                                                     | 33 |
| A.13.1 | Chemical.....                                                                                                                         | 33 |
| A.14   | Particulates.....                                                                                                                     | 34 |
| A.14.1 | Count.....                                                                                                                            | 34 |
| A.14.2 | Atomic.....                                                                                                                           | 34 |
| A.14.3 | Turbidity.....                                                                                                                        | 34 |
| A.15   | Spatial distribution.....                                                                                                             | 34 |
| A.15.1 | Single point.....                                                                                                                     | 34 |
| A.15.2 | Multiple point.....                                                                                                                   | 34 |
| A.15.3 | Integrating.....                                                                                                                      | 34 |
| A.15.4 | Distributed.....                                                                                                                      | 34 |
|        | Bibliography.....                                                                                                                     | 35 |
|        | Figure 1 – Fibre optic sensor configuration with a passive sensing element and separate fibre leads for optical input and output..... | 12 |
|        | Figure 2 – Fibre optic sensor configuration with an active sensing element and one optical fibre lead for optical output.....         | 12 |
|        | Figure 3 – Fibre optic sensor configuration with a passive sensing element and one fibre lead for optical input and output.....       | 13 |
|        | Table 1 – Electrical test parameters and procedures.....                                                                              | 20 |
|        | Table 2 – Mechanical test parameters and procedures.....                                                                              | 21 |
|        | Table 3 – Climatic and environmental test parameters and procedures.....                                                              | 22 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC SENSORS –  
GENERIC SPECIFICATION**

## 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 61757 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This first edition of IEC 61757 cancels and replaces IEC 61757-1, published in 2012. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 61757-1:2012:

- a) change of the document number due to a new structure of the fibre optic standard series;
- b) update of the normative references and bibliography;
- c) revision of Annex A.

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

| CDV          | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 86C/1461/CDV | 86C/1488/RVC     |

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.

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 61757:2018

## INTRODUCTION

A fibre optic sensor contains an optical or optically powered sensing element in which the information is created by reaction of light to a measurand. The sensing element can be the fibre itself or an optically powered element inserted along the optical path. In a fibre optic sensor, one or more light parameters are directly or indirectly modified by the measurand somewhere in the optical path, contrary to an optical data link where the information is merely transmitted from the transmitter to the receiver.

Generic tests or measurement methods for fibre optic sensors are defined in this document. Where possible, these definitions are by reference to an IEC standard – otherwise the test or measurement method is outlined in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

Annex A gives examples of fibre optic sensors to better illustrate the classification scheme. The examples given are illustrative only and are not limitative, nor do they constitute a recommendation or endorsement of a particular transduction principle.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61757:2018

## FIBRE OPTIC SENSORS – GENERIC SPECIFICATION

### 1 Scope

This document is a generic specification covering optical fibres, components and sub-assemblies as they pertain specifically to fibre optic sensing applications. It has been designed to be used as a common working and discussion tool by the vendors of components and subassemblies intended to be integrated in fibre optic sensors, as well as by designers, manufacturers and users of fibre optic sensors independent of any application or installation.

The objective of this document is to define, classify and provide the framework for specifying fibre optic sensors, and their specific components and subassemblies. The requirements of this document apply to all related fibre optic sensor standards which belong to IEC 61757 (all parts). Standards of IEC 61757 (all parts) contain requirements specific to sensors for particular quantities subject to measurement, and for a particular style or variant of such a fibre optic sensor.

### 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 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-5, *Environmental testing – Part 2-5: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-10, *Environmental testing – Part 2-10: Tests – Test J and guidance: Mould growth*

IEC 60068-2-11, *Basic environmental testing procedures – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-13, *Basic environmental testing procedures – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-42, *Environmental testing – Part 2-42: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

IEC 60068-2-43, *Environmental testing – Part 2-43: Tests – Test Kd: Hydrogen sulphide test for contacts and connections*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60079-28, *Explosive atmospheres – Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60793-1-20, *Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry*

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

IEC 60793-1-31, *Optical fibres – Part 1-31: Measurement methods and test procedures – Tensile strength*

IEC 60793-1-32, *Optical fibres – Part 1-32: Measurement methods and test procedures – Coating strippability*

IEC 60793-1-47, *Optical fibres – Part 1-47: Measurement methods and test procedures – Macrobending loss*

IEC 60793-1-54, *Optical fibres – Part 1-54: Measurement methods and test procedures – Gamma irradiation*

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

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60874-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61300 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures*

IEC 61300-2-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-1: Tests – Vibration (sinusoidal)*

IEC 61300-2-9, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-9: Tests – Shock*

IEC 61300-2-18, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-18: Tests – Dry heat – High temperature endurance*

IEC 61300-2-22, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-22: Tests – Change of temperature*

IEC 61300-2-34, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-34: Tests – Resistance to solvents and contaminating fluids of interconnecting components and closures*

IEC 61300-2-46, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-46: Tests – Damp heat, cyclic*

IEC 61300-3-35, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers*

IEC 61753 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components performance standard*

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

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

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

IEC TR 62627-01, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 01: Fibre optic connector cleaning methods*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

### 3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the terms and definitions given in IEC TR 61931, ISO/IEC Guide 99 (VIM), 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

##### accuracy

<of a fibre optic sensor> quality which characterizes the ability of a measuring instrument to provide an indicated value close to a true value of the measurand

Note 1 to entry: This term is used in the "true value" approach. This is a value that would be obtained by a perfect measurement.

Note 2 to entry: Accuracy is all the better when the indicated value is closer to the corresponding true value.

### 3.2

#### **analogue signal interface**

signal interface which provides analogue output signals in a form directly usable for control or measurement purposes, and which is generally electrical

Note 1 to entry: Output schemes should preferably comply with existing interface standards such as those existing for electrical analogue signals. Output schemes can be, for example, 4 mA to 20 mA, 0 mA to 20 mA, 0 V to 5 V, etc. A fibre optic sensor with a photodetector or other square-law detector, or with integrated signal processing electronics is a representative application example.

### 3.3

#### **characteristic curve**

#### **calibration curve**

expression of the relation between indication and corresponding measured quantity value

Note 1 to entry: A characteristic curve/calibration curve expresses a one-to-one relation that does not supply a complete measurement result as it bears no information about the measurement uncertainty.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.31, modified – The term "characteristic curve" has been added as a first preferred term, as well as in the note.]

### 3.4

#### **communication interface**

digital interface of a fibre optic sensor which provides digital output signals in a form directly usable for control or measurement purposes, or which enables digital communication with other digital devices (e.g. personal computer)

Note 1 to entry: It is usually designed to a specific standard (e.g. USB, RS-232) and used for transmitting control and measurement data.

### 3.5

#### **distributed fibre optic sensor**

fibre optic sensor which provides a spatially resolved measurement of a measurand over an extended region by means of a continuous sensing element

### 3.6

#### **drift**

change in the metrological characteristics of a measuring instrument (and/or fibre optic sensor), generally slow, continuous, not necessarily in the same direction and not related to a change in the measurand

### 3.7

#### **durability**

ability of a fibre optic sensor to perform a required function under defined conditions of use and maintenance, until a limiting state is reached

Note 1 to entry: A limiting state of an item may be characterized by the end of the useful life, unsuitability for any economic or technological reasons or other relevant factors.

### 3.8

#### **extrinsic fibre optic sensor**

fibre optic sensor in which the characteristics of the light are affected externally to the optical fibre(s) by the measurand

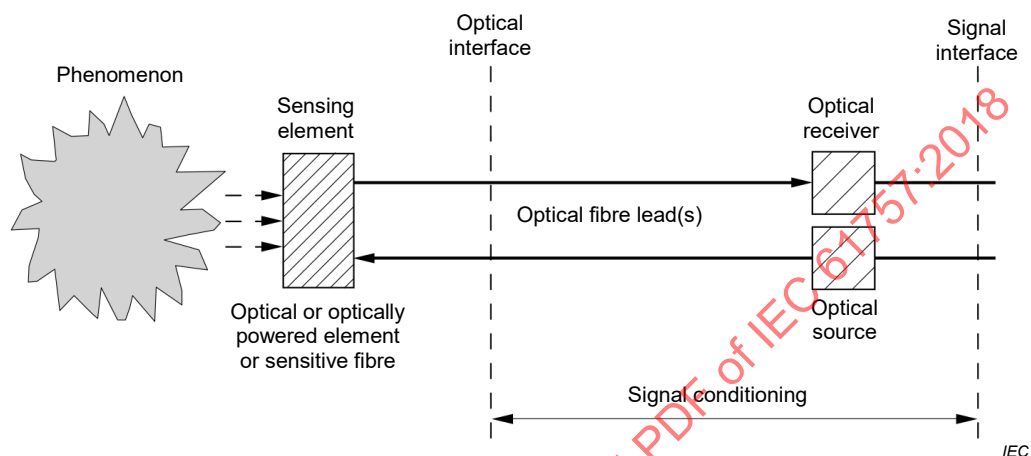
### 3.9

#### **fibre optic sensor**

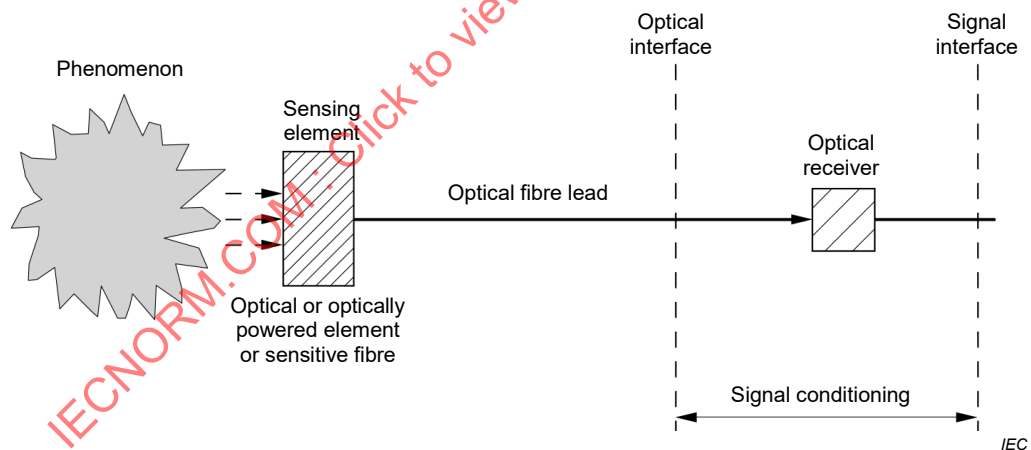
part of a measuring instrument, or measuring chain, which is directly affected by the measurand and which generates a change in the optical characteristics of an optical fibre related to the value of the measurand

Note 1 to entry: The optical fibre itself acts as the sensing element or it includes an optical or optically powered sensing element and may include one or more of the following (see Figure 1, Figure 2, and Figure 3):

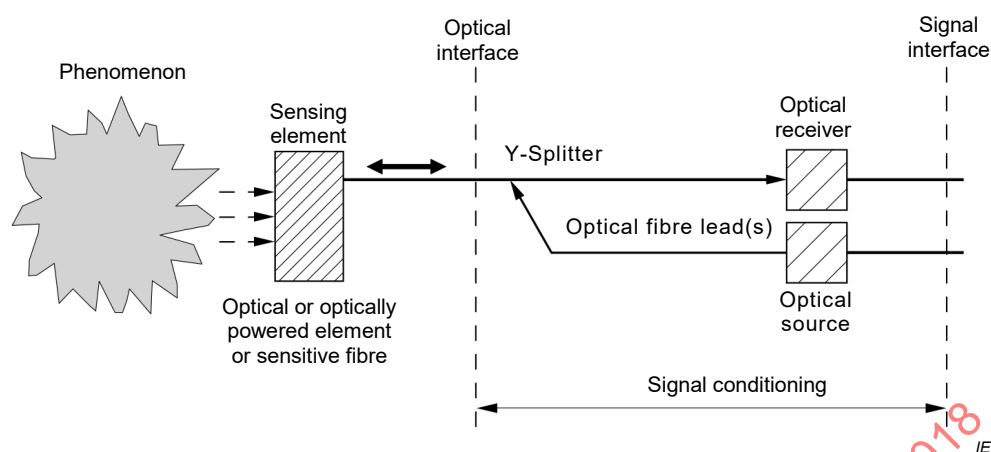
- optical fibre lead;
- signal conditioning.



**Figure 1 – Fibre optic sensor configuration with a passive sensing element and separate fibre leads for optical input and output**



**Figure 2 – Fibre optic sensor configuration with an active sensing element and one optical fibre lead for optical output**



NOTE The signal separation is realized by a Y-splitter.

**Figure 3 – Fibre optic sensor configuration with a passive sensing element and one fibre lead for optical input and output**

### 3.10 gauge length measurement basis

length marked on the parallel portion of a measured object from which the elongation is measured

Note 1 to entry: Used in mechanical testing of materials, it is the length marked on the parallel portion of a tensile test piece from which the elongation is measured.

Note 2 to entry: For example, if the sensor is only anchored at two fixed points  $L$  cm apart, then the gauge length is  $L$ . On the other hand, if a sensor of length  $l$  is continuously-fixed in or to a measured object of length  $L$ , then the actual gauge length depends on the method of attachment to the measured object and is a function of the mechanical properties of both the sensor and its surrounding; it is generally longer than  $l$  but shorter than  $L$ .

Note 3 to entry: If a user wants to achieve a pre-determined gauge length, he shall be very careful in selecting the procedure by which the sensor is anchored/attached/embedded. In case of continuously-fixed sensors, the fixing length shall exceed the defined gauge length by a few tens of fibre diameter to avoid shear-lag problems at the edges. In the specific case of fracture or cracks within the gauge length of the sample, the final gauge length shall be calculated then from the gauge length at fracture by subtracting from the latter the elastic portion of the elongation.

### 3.11 influence quantity

quantity that, in a direct measurement, does not affect the quantity that is actually measured, but affects the relation between the indication and the measurement result

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.52]

### 3.12 integrating fibre optic sensor

fibre optic sensor which provides a measurement result of a measurand over an extended region by means of a continuous sensing element of a defined length

Note 1 to entry: The measurand is not spatially resolved but is integrated or summed over the length of the sensing element.

### 3.13 intrinsic fibre optic sensor

fibre optic sensor whose sensing element consists of one or more optical fibre(s) in which one or more characteristics like intensity, phase, polarization, spectrum, wavelength or transit time of light depend on the measurand

Note 1 to entry: There are a lot of fibre optic sensors where the sensing principle is based on a change in coating characteristics only (e.g. chemical or RH sensors) or on an interaction between core and cladding (e.g. bending sensor). They can be defined as indirect intrinsic fibre optic sensors. Direct intrinsic fibre optic sensors are defined by a direct change of the fibre core characteristics (e.g. Brillouin, Raman or Rayleigh scattering based sensors).

### 3.14

#### **instrumental measurement uncertainty**

component of measurement uncertainty arising from a measuring instrument or measuring system in use

Note 1 to entry: Instrumental measurement uncertainty is obtained through calibration of a measuring instrument or measuring system, except for a primary measurement standard for which other means are used.

Note 2 to entry: Instrumental uncertainty is used in a Type B evaluation of measurement uncertainty according to ISO/IEC Guide 98-3.

### 3.15

#### **limiting operating condition**

#### **limiting values for operation**

extreme operating condition that a measuring instrument or measuring system or a sensing element (or a fibre optic sensor) is required to withstand without damage, and without degradation of specified metrological properties, when it is subsequently operated under its rated operating conditions

Note 1 to entry: Limiting conditions for storage, transport or operation can differ.

Note 2 to entry: Limiting conditions can include limiting values of a quantity being measured and of any influence quantity.

Note 3 to entry: The limiting values can depend on the duration of their application.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.10, modified – The second preferred term "limiting values for operation" has been added. The words "or a sensing element (or a fibre optic sensor)" have been added in the definition, as well as Note 3.]

### 3.16

#### **measurement precision**

closeness of agreement between indications or measured quantity values obtained by replicate measurements on the same or similar objects under specified conditions

Note 1 to entry: Measurement precision is usually expressed numerically by measures of imprecision, such as standard deviation, variance, or coefficient of variation under the specified conditions of measurement.

Note 2 to entry: The "specified conditions" can be, for example, repeatability conditions of measurement, intermediate precision conditions of measurement or reproducibility conditions of measurement.

Note 3 to entry: Measurement precision is used to define measurement repeatability, intermediate measurement precision, and measurement reproducibility.

Note 4 to entry: Sometimes "measurement precision" is erroneously used to mean measurement accuracy.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.15, modified – The reference ISO 5725-3:1994 has been removed from Note 2.]

### 3.17

#### **measuring interval**

#### **measuring range**

set of values of quantities of the same kind that can be measured by a given measuring instrument or measuring system (or fibre optic sensor) with specified instrumental uncertainty, under defined conditions

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.7, modified – The admitted term "working interval" has been replaced by "measuring range", the parenthesis "(or fibre optic sensor)" has been added in the definition, and the notes have been deleted.]

**3.18****multiple point fibre optic sensor**

fibre optic sensor consisting of a number of single point sensors which enables a spatially resolved measurement of a measurand over an extended region at discrete locations

**3.19****optical or optically powered sensing element**

device which accepts information in the form of a physical quantity and converts it to information in the form of an optical quantity, according to a definite law

**3.20****optical fibre**

filament-shaped waveguide made of dielectric materials for guiding optical waves

Note 1 to entry: Fibre optic sensors based on planar or micro-structured waveguides, or photonic crystal fibres or multi-core fibres are under consideration and not yet part of this document.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-35, modified – The note has been added.]

**3.21****optical fibre lead**

optical fibre line which connects the sensing element to the optical source and to the optical receiver

**3.22****optical interface**

arbitrary point at which the effect of the measurand on the sensing element is optically defined

Note 1 to entry: The optical interface represents the raw optical signal for subsequent processing by the user. Typical attributes for this type of interface would be the wavelength, state of polarization, optical power, and so on. More detailed specifications would include fibre-optic connector style, optical fibre type, etc.

**3.23****optical receiver**

device which receives the light affected by the measurand and converts it into a quantity, generally electric, according to a predetermined law

Note 1 to entry: It may contain one or more photo detectors, signal conditioners and communication interfaces.

**3.24****optical source**

device which supplies the optical energy required to allow the interaction between the sensing element and the measurand

Note 1 to entry: It contains, as a minimum, a luminous source and it may contain signal conditioning. When the optical energy is generated by the phenomenon sensed, no optical source is required.

**3.25****rated operating condition**

operating condition that must be fulfilled during measurement in order that a measuring instrument or measuring system (or fibre optic sensor) perform as designed

Note 1 to entry: Rated operating conditions generally specify intervals of values for a quantity being measured and for any influence quantity.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.9, modified – The parenthesis "(or fibre optic sensor)" has been added.]

### 3.26

#### **resolution**

smallest change in a quantity being measured that causes a perceptible change in the corresponding indication

Note 1 to entry: Resolution can depend on, for example, noise (internal or external) or friction. It may also depend on the value of a quantity being measured.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.14]

### 3.27

#### **sensitivity**

quotient of the change in an indication of a measuring system (or a fibre optic sensor) and the corresponding change in a value of a quantity being measured

Note 1 to entry: Sensitivity of a measuring system can depend on the value of the quantity being measured.

Note 2 to entry: The change considered in a value of a quantity being measured must be large compared with the resolution.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.12, modified – The term "sensitivity of a measuring system" has been deleted, and the parenthesis "(or a fibre optic sensor)" has been added in the definition.]

### 3.28

#### **signal interface**

arbitrary point at which the effect of the measurand is present in a form directly usable for control or measurement purposes

Note 1 to entry: The optical interface(s) and the signal interface(s) can in some cases coincide.

### 3.29

#### **single point fibre optic sensor**

fibre optic sensor consisting of one discrete sensing element which generates a signal related to the value of the measurand

### 3.30

#### **spatial resolution**

measure of the ability of a distributed fibre optic sensor to distinguish spatial indications of the measurand

Note 1 to entry: Measurand resolution (e.g. temperature or strain), spatial resolution, distance range and acquisition time are inter-related. The signal processing has additional influence.

### 3.31

#### **stability**

ability of a measuring instrument (and/or fibre optic sensor) to keep its (metrological) performance characteristics within a specified range during a specified time interval, all other conditions being the same

### 3.32

#### **step response time**

duration between the instant when the measurand (or quantity supplied) is subjected to a specified abrupt change and the instant when the indication (or quantity supplied) reaches, and remains within specified limits of, its final steady-state value

Note 1 to entry: This definition is the one conventionally used for measuring instruments. Other definitions exist.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-04]

### 3.33

#### **variation due to an influence quantity**

##### **cross sensitivity**

difference in indication for a given measured quantity value when an influence quantity assumes successively two different quantity values

Note 2 to entry: For example, while measuring a strain, a temperature change may appear as a strain change.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.22, modified – The second preferred term "cross sensitivity" has been added, as well as the note. In the definition, the words "or in quantity values supplied by a material measure" have been deleted.]

## **4 Quality assurance**

Compliance with this document does not guarantee the manufacturing consistency of each produced fibre optic sensor. This should be maintained using a recognised quality assurance programme.

When the customer wishes to specify acceptance tests or other quality assurance procedures, it is essential that an agreement be reached between the supplier and the customer at the time of ordering.

This document provides the normative references, definitions, test and measurement procedures, and classification criteria applicable to fibre optic sensors in general. Because of the wide variety of fibre optic sensor classes, the specific standards shall prescribe those tests which are applicable to each particular class of fibre optic sensors. The specific standard shall describe which of the tests prescribed in the relevant sectional specifications are applicable to a particular style or variant of a fibre optic sensor.

The specific standard of the fibre optic sensor standard series shall also specify which of the tests and performance levels are applicable to the different elements of the fibre optic sensor, such as the optical source, the optical receiver, the sensing element and the optical fibre leads.

## **5 Test and measurement procedures**

### **5.1 General**

The purpose of Clause 5 is to introduce general test and measuring methods applicable to fibre optic sensors. These tests and measurements are intended to address the interaction of the various components of the fibre optic sensor as they function to translate the specified measurand to the specified output at the optical or signal interface.

There are three categories of tests and measurements:

- parameter measurements (5.5 to 5.7);
- performance measurements (5.9 to 5.12);
- compliance tests (5.4 and 5.8).

### **5.2 Standard conditions for testing**

All discrete components (optical source, optical detector, optical fibre couplers, optical fibres, etc.) shall be tested in accordance with applicable specifications prior to assembly of the sensor. All components shall then be assembled and packaged in accordance with the relevant standard of the fibre optic sensor standard series and instructions for use prior to testing the sensor in accordance with this document.

Tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as specified in IEC 60068-1. The atmospheric conditions need to be controlled within some range to ensure proper correlation of data obtained from measurements and tests conducted in various facilities. Before measurements are made, the sensors shall be preconditioned under standard atmospheric conditions for testing, for a time sufficient to allow each element or the entire sensor to reach thermal stability. The above requirements shall apply, unless otherwise specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

When mounting is specified in a test, the specimen shall be securely mounted to a rigid support of suitable material, of dimensions and contour such that the specimen is rigidly and completely supported as it would be in use. For free or fixed specimens, the appropriate mounting fixtures shall be specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

Recovery conditions for the interval following a conditioning test shall be in accordance with the relevant IEC publications unless otherwise specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

### **5.3 Test and measurement equipment requirements**

Test and measurement equipment, including required power supplies and the source of the measurand (tuneable within the range specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series), shall be calibrated and adjusted in accordance with the manufacturer instructions before use, in order to minimize measurement uncertainty. Critical equipment shall be traceable to the International System of Units (SI).

The stability and measurement uncertainty of the test and measurement equipment shall be substantially better than the specified accuracy of the fibre optic sensor under test.

### **5.4 Visual inspection**

The marking of each sensor shall be in accordance with Clause 7 and shall be inspected for legibility and completeness.

Visual inspection shall verify that all elements required in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series are included in the sensor and connected as described in the relevant standard to ensure proper functioning. Visual inspection shall also verify that no elements evidence any physical damage or imperfection that could impair the functioning or lifetime of the sensor.

### **5.5 Dimensions**

Dimensional measurements shall be performed to ensure that the sensor conforms to all critical dimensions and weight as specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

### **5.6 Metrological properties**

#### **5.6.1 General**

The purpose of the tests concerning metrological properties is to characterize the effect of the measurand and disturbing influence quantities on the sensor output at the optical or signal interface or the indication of the complete measuring system. This set of tests shall be carried out under reference conditions as described in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

In this document, relevant parameters which characterize metrological properties are outlined only. Appropriate sensor specific test procedures and measurand values used shall be specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

### 5.6.2 Metrological parameters

At a minimum the following metrological performance specifications and parameters shall be determined in order to characterize the metrological properties of a fibre optic sensor or measuring system (cited in alphabetic order):

- accuracy;
- durability;
- instrumental measurement uncertainty;
- limiting operating condition/limiting values for operation;
- measurement precision;
- measuring interval/measuring range;
- resolution/spatial resolution (if appropriate);
- sensitivity;
- stability/drift;
- step response time (if appropriate);
- variation due to an influence quantity/cross sensitivity.

## 5.7 Optical tests

### 5.7.1 General

In sensor configurations which permit optical testing, the following parameters may be included in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

### 5.7.2 Optical power

The optical power shall be measured with a traceable calibrated optical power meter.

### 5.7.3 Nominal wavelength and appropriate spectral characteristics

The nominal wavelength of a laser shall be measured with a traceable calibrated optical wave meter. The nominal wavelength of a broadband light source or spectral response of a fibre optic sensor shall be measured with a traceable calibrated optical spectrum analyzer.

### 5.7.4 State of polarization

The state of polarization shall be measured with a traceable calibrated polarimeter.

### 5.7.5 Fibre connector performance

For the purpose of this document, the general specifications for fibre optic connectors of IEC 61753 (all parts) apply. Connector end faces shall be inspected in accordance with IEC 61300-3-35 and if required cleaned in accordance with IEC TR 62627-01.

## 5.8 Electrical tests

### 5.8.1 General

The purpose of electrical tests is to verify that the fibre optic sensor has been designed and fabricated in accordance with safe and established design practices with regard to electrical equipment requirements so that the fibre optic sensor can be operated safely and reliably. The list of parameters given in 5.8.2 may be used as a guide for determining which procedures are appropriate for those fibre optic sensors which include electrical components or circuits.

### 5.8.2 Parameters and test procedures

Table 1 is a list of electrical test parameters and procedures.

**Table 1 – Electrical test parameters and procedures**

| Parameter                                    | Test procedure |
|----------------------------------------------|----------------|
| Insulation resistance                        | IEC 60060-1    |
| Dielectric withstand at industrial frequency | IEC 60060-1    |
| Lightning impulse                            | IEC 60060-1    |
| Voltage stress                               | See 5.8.3      |
| Fast transients                              | IEC 61000-4-4  |
| Impulse sparkover voltage                    | IEC 61000-4-5  |
| Impulse discharge current                    | IEC 61000-4-5  |
| Electrostatic discharge                      | IEC 61000-4-2  |
| Electromagnetic field                        | IEC 61000-4-3  |

### 5.8.3 Voltage stress

This is a list of items that comprise voltage stress.

- Influence of the level of voltage supply  
The equipment is subjected to variations of the voltage supply  $U$  between  $U_{\min}$  and  $U_{\max}$  as specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.
- Slow variation of voltage supply  
The equipment installed according to the instructions given in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series is powered by its rated voltage. The level of the voltage is decreased from rated voltage to 0 V, then increased from 0 V to rated voltage, as specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.
- Influence of frequency  
As required by the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.
- Influence of a micro-cut of supply voltage  
As required by the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.
- Third harmonic  
As required by the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

## 5.9 Mechanical tests

### 5.9.1 General

The purpose of mechanical tests is to verify that the fibre optic sensor has been fabricated in accordance with safe and established design practices with regard to mechanical reliability. The list of parameters given in 5.9.2 may be used as a guide for determining which procedures are appropriate for fibre optic sensors. For industrial premises, installations parameters for mechanical testing may be used according to environments defined by the mechanical, ingress, climatic and chemical, and electromechanical (MICE) classification. For supplemental guidance, see IEC TR 62362 and ISO/IEC TR 29106.

### 5.9.2 Parameters and test procedures

Table 2 is a list of mechanical test parameters and procedures that may be used as a guide for determining which procedures are appropriate for fibre optic sensors.

**Table 2 – Mechanical test parameters and procedures**

| Parameter                         | Test procedure                        |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Vibration                         | IEC 60068-2-6 and IEC 61300-2-1       |
| Shock and bump                    | IEC 60068-2-27 and IEC 61300-2-9      |
| Bending of fibre leads            | IEC 60794-1-21                        |
| Twisting of fibre leads           | IEC 60794-1-21                        |
| Crushing of fibre leads           | IEC 60794-1-21                        |
| Tensile strength of fibre leads   | IEC 60794-1-21                        |
| Fibre connector                   | IEC 60874-1 and IEC 61300 (all parts) |
| Macrobending of optical fibre     | IEC 60793-1-47                        |
| Tensile strength of optical fibre | IEC 60793-1-31                        |
| Fibre and coating geometry        | IEC 60793-1-20 and IEC 60793-1-21     |
| Coating strippability             | IEC 60793-1-32                        |

## 5.10 Climatic and environmental tests

### 5.10.1 General

Climatic and environmental tests are designed to verify that the influence of the specified climatic and environmental conditions on the metrological features of the system is in accordance with the relevant standard of the fibre optic sensor standard series. During these tests, the value of the measurand shall be in accordance with the relevant standard of the fibre optic sensor standard series in magnitude and stability. The list of parameters given in 5.10.2 may be used as a guide for determining which procedures are appropriate for fibre optic sensors. For industrial premises, installations parameters for climatic and environmental testing may be used according to environments defined by the mechanical, ingress, climatic and chemical, and electromechanical (MICE) classification. For supplemental guidance, see IEC TR 62362 and ISO/IEC TR 29106.

In common with other components, the climatic category of a fibre optic sensor shall be expressed in the form prescribed in IEC 60068-1. The minimum test procedures for establishing the performance of a fibre optic sensor within a given climatic category are as follows:

- a) cold;
- b) dry heat;
- c) damp heat, steady state;

### 5.10.2 Parameters and test procedures

Table 3 is a list of climatic and environmental test parameters and procedures.

**Table 3 – Climatic and environmental test parameters and procedures**

| Parameter                                                                                                                                                                                       | Test procedure                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Cold                                                                                                                                                                                            | IEC 60068-2-1 (Ab/Ad)                     |
| Dry heat                                                                                                                                                                                        | IEC 60068-2-2 (Bb/Bd) and IEC 61300-2-18  |
| Rapid change of temperature                                                                                                                                                                     | IEC 60068-2-14 (Na/Nb) and IEC 61300-2-22 |
| Damp heat, steady state                                                                                                                                                                         | IEC 60068-2-78                            |
| Damp heat, cyclic test                                                                                                                                                                          | IEC 60068-2-30                            |
| Corrosive atmosphere                                                                                                                                                                            | IEC 60068-2-11 and IEC 61300-2-46         |
| Sealing                                                                                                                                                                                         | IEC 60529                                 |
| Dust                                                                                                                                                                                            | IEC 60529                                 |
| Industrial atmosphere                                                                                                                                                                           | IEC 60068-2-42 and IEC 60068-2-43         |
| Flammability and fire resistance                                                                                                                                                                | IEC TR 62222                              |
| Mould growth                                                                                                                                                                                    | IEC 60068-2-10                            |
| Low air pressure                                                                                                                                                                                | IEC 60068-2-13                            |
| Solar radiation                                                                                                                                                                                 | IEC 60068-2-5                             |
| Nuclear radiation                                                                                                                                                                               | IEC TR 62283 and IEC 60793-1-54           |
| Susceptibility to ambient light                                                                                                                                                                 | See 5.11                                  |
| Biological attack                                                                                                                                                                               | Under consideration                       |
| NOTE When fibre optic sensors are used in, for example, offshore or sewage system environments, microbiological attacks and bacteriological layers can damage or influence the sensor function. |                                           |

### 5.11 Susceptibility to ambient light

Measurement of susceptibility to ambient light is intended to establish that ambient light is not coupled to the optical fibres or to the optical receiver in a manner that adversely affects the fibre optic sensor performance. The wavelength, modulation, intensity and direction of a light source used to simulate ambient lighting shall be specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series, if applicable.

### 5.12 Resistance to solvents and contaminating fluids

A list of fluids to which the different elements of the fibre optic sensor shall be resistant shall be specified in the relevant standard of the fibre optic sensor standard series. For industrial premises installations, parameters for chemical resistance testing may be used according to environments defined by the mechanical, ingress, climatic and chemical, and electromechanical (MICE) classification. For supplemental guidance, see IEC TR 62362 and ISO/IEC TR 29106. For connectors, the parameters of IEC 61300-2-34 may also be used.

## 6 Classification

### 6.1 General

The purpose of this classification scheme is to allow for the development of relevant standards within the fibre optic sensor standard series, based on the commonality of quality assurance procedures at the optical or the signal interface level.

For this purpose, fibre optic sensors are classified according to the following four types of criteria:

- measurand;
- transduction principle;
- spatial distribution;
- interface level.

## **6.2 Measurand**

### **6.2.1 General**

The measurand designates the physical or electrical quantity, property, or condition that is to be measured by the fibre optic sensor.

The following is not intended to be an all-inclusive list, but a sampling of measurands for fibre optic sensors. Examples given in Annex A are illustrative and shall not be considered as limitative, nor do they constitute a recommendation or endorsement of a particular transduction principle.

### **6.2.2 Presence/absence of objects or features**

- limit sensor (button, lever, key);
- level;
- proximity;
- photo-interruption.

### **6.2.3 Position**

- linear position;
- angular position;
- proximity;
- zone (area);
- dimensional.

### **6.2.4 Rate of positional change**

- linear speed or velocity;
- rotational speed or velocity;
- gyroscope;
- linear acceleration;
- rotational acceleration.

### **6.2.5 Flow**

- rate of flow or the amount of a moving fluid.

### **6.2.6 Temperature**

- temperature.

### **6.2.7 Force per directional vector**

- seismic (vibrational motion of the ground);
- vibration;
- torque;
- weight.

#### **6.2.8 Force per area**

- acoustic (time-varying pressure caused by acoustic waves);
- pressure (pressure of a gas or liquid).

#### **6.2.9 Strain**

- Finite change in the length of a material resulting from tension or compression.

#### **6.2.10 Electromagnetic quantities**

- magnetic field;
- electrical current;
- electric field;
- voltage;
- electromagnetic radiation.

#### **6.2.11 Ionizing and nuclear radiation**

- detection of  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  and other ionizing radiation.

#### **6.2.12 Other physical properties of materials**

- material refractive index;
- density;
- viscosity;
- damage.

#### **6.2.13 Composition and specific chemical quantities**

- chemical quantities or compositions.

#### **6.2.14 Particulates**

- count;
- atomic particulates;
- turbidity.

#### **6.2.15 Imaging**

- image transfer.

### **6.3 Transduction principle**

#### **6.3.1 General**

The transduction principle describes the way in which the optical characteristics of light are affected by the measurand. It can be described by the transfer function from the measurand to the optical guided wave.

#### **6.3.2 Active generation of light**

The measurand directly creates optical energy, whose characteristics can be analyzed to extract an estimation of the measurand. Examples of active generation of light include blackbody radiation, Cerenkov radiation, and electric arc.

#### **6.3.3 Atom-field interaction**

An optical probe at a specific wavelength or wavelengths is used to examine the desired measurand. The characteristics of the sensed material somehow modify the probe light, which is subsequently detected at one or more wavelengths or frequencies. Examples of atom-field interaction include spectrally resolved absorption, fluorescence, spectroscopy, Doppler and nonlinear effects.

#### **6.3.4 Coherence modulation**

Fibre optic sensors can use coherence modulation in conjunction with broadband light interferometric techniques to characterize measurands. Coherence modulation is often used to resolve a measurement spatially. Some white-light interferometers fall under this type of sensors.

#### **6.3.5 Intensity modulation**

Fibre optic sensors employing intensity modulation have a transfer function whose output is expressed as an intensity. Examples of intensity modulation include attenuation, coupling effects, interruption, microbending, and reflectivity.

#### **6.3.6 Optical spectrum modulation**

Fibre optic sensors can use optical spectrum modulation. Examples of optical spectrum modulation include Brillouin scattering, fluorescence, broadband light interferometry, Doppler effect, and wavelength of the reflected light from fibre gratings.

#### **6.3.7 Phase modulation**

Fibre optic sensors can use phase modulation in conjunction with interferometric techniques to characterize various measurands. Electro- or magneto-strictive coatings, acoustical energy, linear strain, Sagnac shift, Faraday effect, and refractive index can all be used in phase-modulated sensors.

#### **6.3.8 Polarization modulation**

The state-of-polarization of optical energy can be modified by a measurand; rotation and retardance are common phenomena. These mechanisms occur via the elasto-optic effect, optical activity or other transduction principles.

### **6.4 Spatial distribution**

The spatial distribution describes the extension and resolution capabilities of the fibre optic sensor. It is distinguished between single point, multiple point, integrating, and distributed sensor types (see Clause 3).

### **6.5 Interface level**

The interface level is defined by the level of conditioning at which the output signal is available to the user. At this interface, like optical, analogue signal, and communication interface (see Clause 3), both the sensor inputs and outputs shall be specified. Specifying these interfaces is necessary to enable the user to exploit the information provided by the sensor and to ensure interoperability between different products.

## **7 Marking, labelling, packaging and instruction manual**

### **7.1 Marking of component**

Each fibre optic sensor shall be legibly and durably marked, where space permits, with:

- device identification;
- manufacturer's identity mark;
- manufacturing date code (year/production lot code);
- metre marking for distributed sensor cables;
- laser radiation warning information or warning label if required.

## 7.2 Marking of sealed package and instruction manual

Each sensor package shall be marked with the following:

- IEC type designation;
- any additional marking required by the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

When required by the relevant standard of the fibre optic sensor standard series, the package shall also include the instruction manual and further instructions for assembling the sensor(s) and the description of any special tools or materials, as necessary.

Where applicable, individual unit packages (within the sealed package) shall be marked with the reference number of the certified record of released lots, the manufacturer's factory identity code, and the component identification.

## 8 IEC type designation

The fibre optic sensors to which this document applies shall be designated by the letters IEC followed by the number of the relevant standard of the fibre optic sensor standard series.

## 9 Safety aspects

### 9.1 General

Fibre optic components and systems may emit hazardous radiation. This can occur at:

- sources;
- transmission systems under the following conditions:
  - installation,
  - service or intentional interruption,
  - failure or unintentional interruption;
- measuring and testing.

### 9.2 Personal safety

For personal hazard evaluation, precautions and manufacturer's requirements, IEC 60825-1 may be used.

### 9.3 Safety in explosive environment

Any sensor cable and device intended for use in explosive environments shall be approved according to IEC 60079-28 and marked accordingly.

## 10 Ordering information

The following ordering information shall be included in purchasing contracts for items complying with this document:

- IEC type designation;
- any additional information or special requirements.

## 11 Drawings

The essential purpose of the drawings is to ensure mechanical interchangeability. They are not intended to restrict details of construction which do not affect interchangeability, nor are they to be used as manufacturing drawings. Equipment designers shall work to the limits stated and not to dimensions of individual specimens.

## **Annex A** (informative)

### **Examples of fibre optic sensors**

#### **A.1 General**

The examples given below illustrate how fibre optic sensors can measure the various measurands listed in 6.2. The classification in Annex A closely follows that of 6.2. The examples given are illustrative and should not be considered as limitative, nor do they constitute a recommendation or endorsement of a particular transduction principle.

#### **A.2 Presence/absence of objects or features**

##### **A.2.1 Limit sensor (button, lever, key)**

A fibre optic limit sensor detects motion occurring beyond a predetermined point. The function of this device is typically to initiate a change of action when the predetermined point has been reached. An example of a fibre optic limit sensor is one which detects the breaking of a light beam, for example by a linear translation mechanism passing a reflective head. The limit sensor can then close (or open) a switch to stop the motion in order to avoid damaging the drive mechanism. This type of sensor is also useful for synchronization or home sensing for rotational or linear motion systems.

##### **A.2.2 Level**

A fibre optic level sensor detects when a solid or liquid rises or falls beyond a set position. For example, an optical fibre experiences a 4 % Fresnel reflection at the polished endface exposed to air, due to an index of refraction mismatch. When a liquid reaches this fibre end, the reflection decreases due to improved refractive index matching. The sensor can activate an alarm indicating that the liquid has risen or fallen, activate a valve to prevent damage or control processing.

##### **A.2.3 Proximity**

Fibre optic proximity sensors typically utilize reflection, infrared emission/reflection, or pressure principles to perform this detection without the necessity for direct physical contact. A typical fibre optic proximity sensor can be used under a carpet to detect the presence of people for security purposes. This sensor might, for example, employ microbending to respond to pressure or vibrational stimuli.

##### **A.2.4 Photo-interruption**

A photo-interruption sensor is a device emitting light which typically crosses a boundary such as a doorway. This beam of light is either detected at the opposite side of the boundary or reflected back to a detecting element on the emitting side. An object reflecting or interrupting the light will cause the photo-interruption sensor to trigger an alarm or relay. A fibre optic photo-interruption sensor may be used in applications such as safety mechanisms, counting, and access control.

## **A.3 Position**

### **A.3.1 Linear position**

Fibre optic linear position sensors may, for example, consist of an array of optical fibres placed in a parallel fashion. The object(s) to be detected would pass in front of this array and alter the transmission or reflection of light at the appropriate location from the ends of the fibres. The sensor processing electronics would then derive the proper position of the object within the sensing region from the relative optical amplitude of the signal from each of the fibres. The resolution of the detected position is dependent on the spacing of the sensing points.

A differential position sensor determines the relative position of two or more objects. Such a sensor may be used to help maintain the relative position of two moving objects. Fibre optic differential position sensors may consist of physically separated fibres utilizing reflective or transmissive techniques, or may employ interferometric techniques such as Fabry-Pérot technique.

### **A.3.2 Angular position**

A fibre optic angular position sensor can include multiple sensor fibres arranged in a radial fashion. One application would be the detection of the angular position of a gear or flywheel. A change in light intensity, as a reflective mark or transmissive slot passes a given sensing point, can be decoded to provide relative angular position. Again, the resolution is dependent on the spacing of the sensing points.

### **A.3.3 Proximity**

A proximity sensor using fibre optic technology may have external constrictive coatings on an optical fibre which are acoustically sensitive. An impinging acoustical signal would change the optical signal amplitude in the fibre through a change in the amount of constriction on the fibre.

### **A.3.4 Zone (area)**

Fibre optic zone sensors may be arrays of sensors with sophisticated post processing to deal with the two-dimensional aspects. Phase detection techniques may also be utilized for zone type sensing.

### **A.3.5 Dimensional**

The dimensions of an object may be sensed by using non-contacting fibre optic edge-detection techniques. On-line inspection systems, for example, need to determine the size of objects for sorting or quality purposes. The size of an object may be determined by utilizing an optical fibre array and sensing the change in reflectance or transmission of light in a particular region of the array.

## **A.4 Rate of positional change**

### **A.4.1 Linear speed or velocity**

Fibre optic sensors using Doppler phase shift methods are typical velocity sensors. Such sensors may detect the relative speed of an object without physical contact.

### **A.4.2 Rotational speed or velocity**

A fibre optic rotational speed sensor typically provides an indication of the angular velocity of a rotating wheel, gear or shaft. The speed of rotation of an object may be indicated in revolutions per time period, or radians/degrees per time. A photo-interruption sensor, or

chopper, may be utilized to detect the rotational speed or velocity of a given object. Rotational speed sensors are typically found in applications such as tachometers.

#### **A.4.3 Gyroscope**

A fibre optic gyroscope consists of a coil of optical fibre (may be polarization preserving) into which light is simultaneously propagating in clockwise and anticlockwise directions. The Sagnac effect, which is a relativistic phenomenon, induces a differential phase shift between clockwise and anticlockwise guided waves in the rotating media. The phase difference of the detected signals is compared and converted into a rate of rotation or an angle of rotation. There are several versions, such as the interferometric fibre optic gyroscope, resonant fibre optic gyroscope, Brillouin fibre optic gyroscope and guided-wave ring-laser gyroscope.

#### **A.4.4 Linear acceleration**

Fibre optic accelerometers are normally interferometric in nature. Such sensors may detect acceleration in an indirect manner by taking advantage of the intrinsic strain characteristics of an appropriate optical fibre or a proof mass. Land vehicles and aircraft may utilize such sensors for performance measuring or safety systems.

#### **A.4.5 Rotational acceleration**

A typical fibre optic system would operate with phase differencing techniques. Fibre optic rotational acceleration sensors may be used where weight is a particular concern. Rotational acceleration sensing can be of use in applications such as anti-lock braking on vehicles to prevent skidding. A sudden change in the rate of deceleration can cause the sensor to initiate a correcting control action.

### **A.5 Flow**

A fibre optic flow meter is a device that measures the rate of flow or the amount of a moving fluid in a conduit. The fibre optic flow meter can be identified by its applied theory: for example, velocity, force, vortex shedding, Doppler sensing of particulates. A fibre optic turbine meter would use a fibre to view turbine blade rotation for counting revolutions per minute (RPM). A fibre optic target meter would have a fibre end displaced by a fluid and the microbending of the fibre could be correlated to the fluid flow.

### **A.6 Temperature**

Point techniques are based on fibre Bragg gratings (FBGs) mainly, but also include blackbody-absorbing, phosphorescent-coated, Fabry-Pérot cavity terminated or thermochromic-terminated optical fibres. These fibre optic sensors can trigger a switch at a set point or produce a continuous proportional output. One example of a fibre optic temperature sensor is the blackbody pyrometer. It consists of a blackbody emitting source which responds to incident temperature by emitting into the fibre an optical wavelength(s) of an intensity which is proportional to temperature.

Distributed techniques are mainly based on Raman scattering. Laser light is continuously scattered in ordinary optical fibre, and the (time- and therefore distance-resolved) backscattered light is used for calculating temperature profiles along such fibres. Techniques based on spontaneous or stimulated Brillouin scattering provide another possibility for measuring temperature. However, Brillouin scattering exhibits a cross-sensitivity to strain which shall be considered when measuring temperature. For short range applications, Raman scattering interrogated via optical frequency domain reflectometry (OFDR) provides the highest spatial resolution of the three methods. Raman scattering interrogated by optical time domain reflectometry (OTDR) is optimum for mid-range applications and Brillouin OTDR is best suited for long range applications.

## **A.7 Force per directional vector**

### **A.7.1 Seismic**

Fibre optic seismic sensing may be done by detecting stress in a given fibre.

### **A.7.2 Vibration**

The electrical isolation, noise immunity and small mass of fibre optic sensors make them well suited to detecting the degree of vibration present in a device or object. Fibre optic vibration sensors may utilize Doppler, optical spectrum-based detection schemes (e.g. FBG), intensity-based or phase-based detection schemes. Piezo-electric optical fibre coatings may be utilized in an intensity-based sensing scheme; another technique would involve a reflective proof mass forming part of a Fabry-Pérot cavity.

### **A.7.3 Torque**

A fibre optic torque sensor may utilize stress as the detecting scheme.

### **A.7.4 Weight**

A change in attenuation due to microbend losses or change in absorption can be used to detect forces. Modal or spectral variations can also be used.

## **A.8 Force per area**

### **A.8.1 Acoustic**

Fibre optic acoustic sensors have been developed in recent years for use as hydrophones for underwater sound detection. These devices are based on fibre optic interferometers. Sound waves striking a coil of fibre in one of two parallel fibres of the interferometer will modulate the length of the sensing fibre slightly. This causes a modulated phase-shift of light in the sensing fibre relative to the reference fibre. The phase modulation can be detected by various heterodyne or homodyne techniques, allowing the sound waveform to be reconstructed.

### **A.8.2 Pressure**

A typical fibre optic pressure sensor for measuring the pressure of a gas or liquid in a container might consist of a reflective diaphragm, one side of which is in contact with the fluid to be measured. An optical fibre (or a bundle of fibres) carries light to and from the diaphragm, which deflects or physically deforms when the pressure of the fluid changes. This deflection in turn changes reflection back into the return fibre lead to the optical receiver.

A physical pressure sensor might consist of a single optical fibre which is held between a pair of saw-toothed mechanical "jaws" at one or more positions along its length. A physical pressure applied to the jaws can mechanically bend the fibre enough to allow some microbending loss to occur, reducing the fibre transmission. This event is sensed by a decrease in the intensity of light at the receiver end of the optical fibre. Another method is to employ a polarimetric sensor via the elasto-optic effect. Such sensors might be used under a doormat as an intruder alarm. Another application might be a physical contact or grip pressure indicator for robot fingers.

Pressure sensors may also be based on FBGs where the mechanical design of the sensor causes the pressure field to be measured to impart a mechanical strain on a sensor fibre; this strain alters the reflected centre wavelength of the FBG which can be detected via an optical download by an interrogator (typically an optical spectrum analyser). Multiple such sensors can be deployed along a single fibre and their outputs combined by means of wavelength division multiplexing (WDM) or time division multiplexing (TDM).

## A.9 Strain

A fibre optic strain sensor measures a finite change in the length of a material or a structure component resulting from tension or compression. Fibre optic strain sensors are based on different transduction principles depending on the measurement information that the sensor has to gather, e. g. local strain changes or distributed strain changes, or the expected time dependence on the measurement signal: static strain, dynamic strain, strain oscillations, acoustic strain waves detection.

Common transduction principles are

- the measurement of intensity variations of the transmitted light (e.g. microbend sensor),
- the measurement of phase changes and wavelength changes (e.g. Fabry-Pérot sensors, Rayleigh scatter sensors, or FBG sensors),
- the time-of-flight measurement (e.g. OFDR-based continuously distributed sensors or OTDR-based multiple point sensors),
- the measurement of absorption changes (e.g. partially strain or chemically sensitive sensor areas),
- the use of polarimetric effects in fibres (e.g. pressure or bend sensors), and
- the measurement of non-linear optical signal changes (e.g. Brillouin or Raman scattering based sensors).

An often used fibre strain sensor is based on an FBG created inside a length of single mode fibre embedded into or attached to the object being monitored. The characteristic wavelength of FBG, usually measured in reflective mode, changes proportionally to fibre strain. Exact proportionality factor between strain and wavelength is influenced by an elasto-optic coefficient of fibre being used. FBG sensors are simultaneously sensitive to temperature changes that have to be considered. FBG sensors are attached to surfaces of structure components or embedded into homogeneous or layered materials, e. g. to determine the extent of structural fatigue. FBG sensors are used for frequencies up to hundreds of kilohertz.

High-precision strain measurements are carried out by using interferometric sensors. Fabry-Pérot (FPI) or Michelson interferometric sensors are preferably used. Interferometric sensors are also used for frequencies up to the hundreds of kilohertz range, for example for measurement of acoustic wave signals.

In order to measure deformations in highly-elastic or curing materials (e. g. epoxy resin, mortar, and concrete), the stiffness of the fibre optic sensor shall not initiate stress in the measuring zone. In such cases, a special design of a flexible extrinsic FPI sensor can be used.

Intensity-based sensors are preferably based for short-term static or dynamic strain measurement because of a possible loss of the reference to the initial measurement value (importance of zero-point reference for long-term measurements).

Scanning techniques based on spontaneous or stimulated Brillouin scattering are sensitive to temperature and strain. A laser pulse is launched into the fibre and the frequency shift of the backscattered light caused by spontaneous or stimulated Brillouin scattering (Brillouin frequency shift) is recorded as a function of strain or temperature. Because of their stronger strain sensitivity, these techniques are preferably used for strain measurement along very long optical fibres (distributed strain sensors). However, their cross-sensitivity to temperature can be exploited for combined distributed strain and temperature measurements but shall always be considered when only strain is to be measured.

The OFDR interrogation technique, based on swept wavelength interferometry, is sensitive to temperature and strain. A swept laser source and OFDR optical network can be used to measure change of phase difference between Rayleigh backscatter light and reference light as a function of length in standard Telecommunications grade fibre. Similar to FBGs, the

spectral response of the fibre shifts proportionally with applied strain or temperature. Standard telecom fibre is attached to surfaces or embedded in homogeneous or layered materials. OFDR interrogation of Rayleigh scatter provides millimetre-range spatial resolution over tens to hundreds of meters of standard fibre.

## **A.10 Electromagnetic quantities**

### **A.10.1 Magnetic field**

Fibre optic sensors can be designed to measure magnetic fields using any of several effects. A direct mechanism is the Faraday effect, which is a magnetic field-induced circular birefringence, often described as a rotation of the plane of polarization of linearly polarized light. The Faraday effect can be exploited either in single-mode fibres or bulk materials. It is usually employed in a polarimetric configuration, though interferometric configurations can also be used.

An indirect, intrinsic approach to magnetic field sensors is the use of the magnetostrictive effect in a material attached to a single-mode fibre. Through the elasto-optic effect, the magnetically induced stress changes the propagation characteristics of the fibre which can be detected, usually interferometrically.

### **A.10.2 Electrical current**

Fibre optic current sensors are usually based on the Faraday effect, either in single-mode fibre or bulk optics. An alternate technique uses the magnetostrictive effect; these sensors are interferometric (phase) or polarimetric in nature. Such sensors have advantages due to low mass, electrical isolation and lack of direct interconnection to the primary electrical conductor. A standard use for a fibre optic current sensor is to provide a safe means to monitor current levels in high-voltage power lines.

### **A.10.3 Electric field**

There are no linear electro-optic effects in glass, only the quadratic (Kerr) effect, which is small, and, in principle, higher order effects. Fibre optic electric field sensors thus generally rely either on extrinsic or indirect intrinsic approaches. Extrinsic sensors are typically based on the Pockels effect in a crystalline material. The Pockels effect is an electric field-induced linear birefringence, which can be detected using either polarimetric or interferometric techniques. Sensors using the Pockels effect in both bulk and integrated optic configurations have been demonstrated.

An indirect, intrinsic electric field sensor can be designed using a piezo-electric effect to induce an electric field-dependent stress in an optical fibre. That stress causes a change in the propagation constant of the fibre which can be detected, usually interferometrically.

The piezo-electric effect can also be utilised to implement an indirect, extrinsic electric field sensor where the strain induced in a piezo-electric material by an electric field is measured using interferometric techniques or by an FBG.

### **A.10.4 Voltage**

In a sensor based upon the Pockels effect, the electrodes might be applied to the sides of the electro-optic crystal.

Electrodes may alternatively be applied to the ends of a piezo-electric material to create an indirect, extrinsic sensor for voltage. In this configuration, the strain induced in the piezo-electric material by the applied voltage may be measured by an interferometer or FBG.

### **A.10.5 Electromagnetic radiation**

A microwave radiation sensor can be designed by using a stress in an optical fibre induced by a temperature rise in a fibre coating sensitive to microwave radiation. Also fibre optic resonators or interferometers can be used to analyse the spectrum of light.

### **A.11 Ionizing and nuclear radiation**

High-energy electromagnetic radiation can produce both loss and fluorescence in glass and other materials. The induced loss is usually associated with a particular type of defect known as a colour centre, which absorbs radiation in specific regions of the visible and near-infrared spectrum. To some degree, the loss is transient. In other cases, it is permanent, thus providing the possibility of total dose sensors.

One source of fluorescence is spontaneous emission from atomic and molecular energy levels excited by the incident radiation. Another source of light is Cerenkov radiation, which occurs when high energy photons scatter electrons within an optical material. If the velocity of these (Compton) electrons exceeds the phase velocity of light in the material, broadband radiation results. Scintillation fibre is an important class of hadronic detectors for high-energy particle physics. Fluorescence sensors provide a means of measuring the dose rate (power) rather than dose (energy).

### **A.12 Other physical properties of materials**

#### **A.12.1 Material refractive index**

A fibre optic refractive index sensor may consist of a miniature Fabry-Pérot type interferometer inserted between two pieces of fibre, with fluid flowing through the optical cavity.

#### **A.12.2 Density**

The mass density of particulate matter may be determined by the amount of light transmitted or reflected in the measurement area. Fibre optic sensing of density may be performed using simple intensity-based techniques.

#### **A.12.3 Viscosity**

Viscosity is an indication of the resistance to flow of a given fluid. Shearing stress in the direction of fluid flow might be determined by taking advantage of the stress-dependent properties of optical fibre or more simply by detecting a change in the index of refraction or scattering in a fluid.

#### **A.12.4 Damage**

Excess loss can be induced in a damage-sensing fibre which is severed at some point along its length if a supporting member fails; optical time domain reflectometry may be used to locate the fault in the structure.

### **A.13 Composition and specific chemical quantities**

#### **A.13.1 Chemical**

Chemical presence/detection, concentration, identification, the cure monitoring of adhesives are some of the many applications for chemical sensors. A simple example of a chemical sensor might be a length of optical fibre having a coating over one end which contains a fluorescent material. The fluorescence could be excited by light transmitted down the fibre or by light from an external source. Some of the emitted fluorescence will be trapped in the fibre

and guided back to a detector at the other end of the fibre. If the fluorescence of the material is stopped or quenched by, for example, a change in the acidity of the surrounding solution (as measured by the concentration of  $H^+$  ions, expressed as the pH), then this device will function as a pH indicator or sensor.

Other fibre optic chemical sensors may use optical fibres merely as a convenient "light pipe" to carry light from a sample to an optical spectrometer for analysis. More advanced types use surface plasmon-polariton phenomena to evaluate composition at a metal dielectric interface, which is excited by a coupled guided wave. Combustion analysis, toxic gas sensing, relative humidity, environmental, agricultural and biosensors are additional fields of interest for fibre optic chemical sensors.

## **A.14 Particulates**

### **A.14.1 Count**

This can be done by simple interruption, scattering and other techniques.

### **A.14.2 Atomic**

A combination of the fibre optic sensors mentioned in A.13.1 and A.10.5 may be used.

### **A.14.3 Turbidity**

Turbidity may be detected by reflectance sensing techniques. The intensity of light reflected in an optical fibre based sensor system is changed as the level of turbidity in a fluid increases.

## **A.15 Spatial distribution**

### **A.15.1 Single point**

A liquid level sensor that couples light from one fibre to another when the sensor is in contact with air; an electric field sensor that uses polarization state change in a Pockels cell, etc.

### **A.15.2 Multiple point**

A temperature sensor based on temperature-dependent absorption of neodymium-doped short fibre sections spliced at different places along a transmitting fibre, interrogated by optical time domain reflectometry, etc.

Temperature or strain sensors based on FBGs at different wavelengths placed along the fibre, and interrogated by spectral read-out.

### **A.15.3 Integrating**

A Mach-Zehnder acoustic pressure sensor that integrates a pressure-caused phase shift along a several metres long fibre line; a damage-sensing fibre which is severed at some point along its length causing transmission to drop, if a supporting structural member fails, etc.

### **A.15.4 Distributed**

A pressure sensor measuring microbend-induced losses continuously along a length of fibre, combined with an optical time domain reflectometer read-out; a temperature sensor using the ratio of Stokes to anti-Stokes Raman scattered light continuously along a fibre, combined with an optical time domain reflectometer read-out, a strain and/or temperature sensor based on Brillouin scattering, etc. With an appropriate read-out system, signal analysis can also be performed in the frequency domain instead of the time domain.

## Bibliography

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices* (available at [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

IEC 60050-311:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements* (available at [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

IEC 60654-4, *Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 4: Corrosive and erosive influences*

IEC 60721-1, *Classification of environmental conditions – Part 1: Environmental parameters and their severities*

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

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

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

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61757:2018

## SOMMAIRE

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                              | 39 |
| INTRODUCTION.....                                                               | 41 |
| 1 Domaine d'application .....                                                   | 42 |
| 2 Références normatives .....                                                   | 42 |
| 3 Termes et définitions .....                                                   | 45 |
| 4 Assurance de la qualité .....                                                 | 51 |
| 5 Procédures d'essai et de mesure .....                                         | 52 |
| 5.1 Généralités .....                                                           | 52 |
| 5.2 Conditions d'essai normalisées .....                                        | 52 |
| 5.3 Exigences relatives au matériel d'essai et de mesure .....                  | 53 |
| 5.4 Contrôle visuel.....                                                        | 53 |
| 5.5 Dimensions .....                                                            | 53 |
| 5.6 Propriétés métrologiques .....                                              | 53 |
| 5.6.1 Généralités .....                                                         | 53 |
| 5.6.2 Paramètres métrologiques .....                                            | 53 |
| 5.7 Essais optiques.....                                                        | 54 |
| 5.7.1 Généralités .....                                                         | 54 |
| 5.7.2 Puissance optique .....                                                   | 54 |
| 5.7.3 Longueur d'onde nominale et caractéristiques spectrales appropriées ..... | 54 |
| 5.7.4 État de polarisation.....                                                 | 54 |
| 5.7.5 Performance des connecteurs de fibres .....                               | 54 |
| 5.8 Essais électriques.....                                                     | 54 |
| 5.8.1 Généralités .....                                                         | 54 |
| 5.8.2 Paramètres et procédures d'essai.....                                     | 55 |
| 5.8.3 Contrainte de tension .....                                               | 55 |
| 5.9 Essais mécaniques .....                                                     | 55 |
| 5.9.1 Généralités .....                                                         | 55 |
| 5.9.2 Paramètres et procédures d'essai.....                                     | 56 |
| 5.10 Essais climatiques et d'environnement.....                                 | 56 |
| 5.10.1 Généralités .....                                                        | 56 |
| 5.10.2 Paramètres et procédures d'essai.....                                    | 57 |
| 5.11 Réaction aux rayonnements lumineux ambiants .....                          | 57 |
| 5.12 Résistance aux solvants et aux fluides contaminants .....                  | 57 |
| 6 Classification .....                                                          | 58 |
| 6.1 Généralités .....                                                           | 58 |
| 6.2 Grandeur à mesurer.....                                                     | 58 |
| 6.2.1 Généralités .....                                                         | 58 |
| 6.2.2 Présence/absence d'objets ou de caractéristiques .....                    | 58 |
| 6.2.3 Position .....                                                            | 58 |
| 6.2.4 Vitesse de changement de position.....                                    | 58 |
| 6.2.5 Ecoulement .....                                                          | 58 |
| 6.2.6 Température .....                                                         | 58 |
| 6.2.7 Force par vecteur directionnel .....                                      | 59 |
| 6.2.8 Force par surface .....                                                   | 59 |
| 6.2.9 Déformation .....                                                         | 59 |
| 6.2.10 Grandeurs électromagnétiques .....                                       | 59 |

|          |                                                                 |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 6.2.11   | Rayonnement nucléaire et ionisant .....                         | 59 |
| 6.2.12   | Autres propriétés physiques des matériaux.....                  | 59 |
| 6.2.13   | Composition et grandeurs chimiques spécifiques .....            | 59 |
| 6.2.14   | Particules .....                                                | 59 |
| 6.2.15   | Formation d'image .....                                         | 59 |
| 6.3      | Principe de transduction .....                                  | 59 |
| 6.3.1    | Généralités .....                                               | 59 |
| 6.3.2    | Génération active de rayonnement lumineux .....                 | 59 |
| 6.3.3    | Interaction entre le champ et l'atome .....                     | 60 |
| 6.3.4    | Modulation de cohérence.....                                    | 60 |
| 6.3.5    | Modulation d'intensité .....                                    | 60 |
| 6.3.6    | Modulation du spectre optique .....                             | 60 |
| 6.3.7    | Modulation de phase .....                                       | 60 |
| 6.3.8    | Modulation de polarisation .....                                | 60 |
| 6.4      | Répartition spatiale .....                                      | 60 |
| 6.5      | Niveau d'interface .....                                        | 60 |
| 7        | Marquage, étiquetage, emballage et manuel d'instructions .....  | 61 |
| 7.1      | Marquage des composants .....                                   | 61 |
| 7.2      | Marquage d'un boîtier hermétique et manuel d'instructions ..... | 61 |
| 8        | Désignation de type IEC .....                                   | 61 |
| 9        | Sécurité .....                                                  | 61 |
| 9.1      | Généralités .....                                               | 61 |
| 9.2      | Sécurité du personnel .....                                     | 62 |
| 9.3      | Sécurité dans un environnement explosif .....                   | 62 |
| 10       | Informations relatives aux commandes .....                      | 62 |
| 11       | Dessins .....                                                   | 62 |
| Annexe A | (informative) Exemples de capteurs à fibres optiques .....      | 63 |
| A.1      | Généralités .....                                               | 63 |
| A.2      | Présence/absence d'objets ou de caractéristiques .....          | 63 |
| A.2.1    | Capteur de fin de course (bouton, levier, touche).....          | 63 |
| A.2.2    | Niveau .....                                                    | 63 |
| A.2.3    | Proximité .....                                                 | 63 |
| A.2.4    | Photo-interruption .....                                        | 63 |
| A.3      | Position .....                                                  | 64 |
| A.3.1    | Position linéaire .....                                         | 64 |
| A.3.2    | Position angulaire .....                                        | 64 |
| A.3.3    | Proximité .....                                                 | 64 |
| A.3.4    | Zone (surface) .....                                            | 64 |
| A.3.5    | Dimensions.....                                                 | 64 |
| A.4      | Vitesse de changement de position.....                          | 64 |
| A.4.1    | Vitesse ou vélocité linéaire .....                              | 64 |
| A.4.2    | Vitesse ou vélocité de rotation.....                            | 65 |
| A.4.3    | Gyroscope .....                                                 | 65 |
| A.4.4    | Accélération linéaire .....                                     | 65 |
| A.4.5    | Accélération en rotation .....                                  | 65 |
| A.5      | Ecoulement.....                                                 | 65 |
| A.6      | Température .....                                               | 65 |
| A.7      | Force par vecteur directionnel.....                             | 66 |

|                                                                                                                                                                 |                                                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----|
| A.7.1                                                                                                                                                           | Sismique .....                                       | 66 |
| A.7.2                                                                                                                                                           | Vibrations .....                                     | 66 |
| A.7.3                                                                                                                                                           | Couple .....                                         | 66 |
| A.7.4                                                                                                                                                           | Poids .....                                          | 66 |
| A.8                                                                                                                                                             | Force par surface .....                              | 66 |
| A.8.1                                                                                                                                                           | Acoustique .....                                     | 66 |
| A.8.2                                                                                                                                                           | Pression .....                                       | 67 |
| A.9                                                                                                                                                             | Déformation .....                                    | 67 |
| A.10                                                                                                                                                            | Grandeurs électromagnétiques .....                   | 68 |
| A.10.1                                                                                                                                                          | Champ magnétique .....                               | 68 |
| A.10.2                                                                                                                                                          | Courant électrique .....                             | 69 |
| A.10.3                                                                                                                                                          | Champ électrique .....                               | 69 |
| A.10.4                                                                                                                                                          | Tension .....                                        | 69 |
| A.10.5                                                                                                                                                          | Rayonnement électromagnétique .....                  | 69 |
| A.11                                                                                                                                                            | Rayonnement nucléaire et ionisant .....              | 69 |
| A.12                                                                                                                                                            | Autres propriétés physiques des matériaux .....      | 70 |
| A.12.1                                                                                                                                                          | Indice de réfraction des matériaux .....             | 70 |
| A.12.2                                                                                                                                                          | Densité .....                                        | 70 |
| A.12.3                                                                                                                                                          | Viscosité .....                                      | 70 |
| A.12.4                                                                                                                                                          | Dommages .....                                       | 70 |
| A.13                                                                                                                                                            | Composition et grandeurs chimiques spécifiques ..... | 70 |
| A.13.1                                                                                                                                                          | Chimique .....                                       | 70 |
| A.14                                                                                                                                                            | Particules .....                                     | 71 |
| A.14.1                                                                                                                                                          | Nombre .....                                         | 71 |
| A.14.2                                                                                                                                                          | Atomique .....                                       | 71 |
| A.14.3                                                                                                                                                          | Turbidité .....                                      | 71 |
| A.15                                                                                                                                                            | Répartition spatiale .....                           | 71 |
| A.15.1                                                                                                                                                          | Point unique .....                                   | 71 |
| A.15.2                                                                                                                                                          | Point multiple .....                                 | 71 |
| A.15.3                                                                                                                                                          | Intégration .....                                    | 71 |
| A.15.4                                                                                                                                                          | Réparti .....                                        | 72 |
| Bibliographie .....                                                                                                                                             |                                                      | 73 |
| Figure 1 – Configuration d'un capteur à fibres optiques avec un détecteur passif et des lignes à fibres optiques pour les entrées et les sorties optiques ..... |                                                      | 46 |
| Figure 2 – Configuration d'un capteur à fibres optiques avec un détecteur actif et une ligne à fibres optiques pour les sorties optiques .....                  |                                                      | 47 |
| Figure 3 – Configuration d'un capteur à fibres optiques avec un détecteur passif et une ligne à fibres optiques pour les entrées et les sorties optiques .....  |                                                      | 47 |
| Tableau 1 – Paramètres et procédures d'essais électriques .....                                                                                                 |                                                      | 55 |
| Tableau 2 – Paramètres et procédures d'essais mécaniques .....                                                                                                  |                                                      | 56 |
| Tableau 3 – Paramètres et procédures d'essais climatiques et d'environnement .....                                                                              |                                                      | 57 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES –  
SPÉCIFICATION GÉNÉRIQUE****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 61757 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette première édition de l'IEC 61757 annule et remplace l'IEC 61757-1, parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) modification du numéro du document en raison de la nouvelle structure de la série de normes sur les fibres optiques;
- b) mise à jour des références normatives et de la bibliographie;
- c) révision de l'Annexe A.

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

| CDV          | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 86C/1461/CDV | 86C/1488/RVC    |

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.

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 61757:2018

## INTRODUCTION

Un capteur à fibres optiques est composé d'un détecteur optique ou alimenté par de l'énergie optique dans lequel l'information est créée par réaction du rayonnement lumineux à une grandeur à mesurer. Le détecteur peut être soit la fibre elle-même, soit un élément alimenté par de l'énergie optique inséré dans le chemin optique. Dans un capteur à fibres optiques, un ou plusieurs paramètres du rayonnement lumineux sont modifiés directement ou indirectement par la grandeur à mesurer quelque part dans le chemin optique, contrairement à une liaison optique où l'information est simplement transmise de l'émetteur au récepteur.

Des essais génériques ou des méthodes de mesure pour des capteurs à fibres optiques sont définis dans le présent document. Dans la mesure du possible, ces définitions font référence à une norme IEC. Sinon, l'essai ou la méthode de mesure est décrit dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

L'Annexe A fournit des exemples de capteurs à fibres optiques afin de mieux présenter le système de classification. Les exemples sont donnés uniquement à titre illustratif; ils ne sont pas restrictifs et ne constituent pas une recommandation ni l'approbation d'un principe particulier de transduction.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61757:2018

## CAPTEURS À FIBRES OPTIQUES – SPÉCIFICATION GÉNÉRIQUE

### 1 Domaine d'application

Le présent document est une spécification générique qui traite des fibres optiques, des composants et des sous-ensembles intervenant de manière spécifique dans des applications de capteurs à fibres optiques. Il a été conçu pour être utilisé comme un outil de travail et un support de discussion par les vendeurs de composants et de sous-ensembles destinés à être intégrés à des capteurs à fibres optiques, ainsi que par les concepteurs, les fabricants et les utilisateurs de capteurs à fibres optiques indépendants de toute application ou installation.

Le présent document a pour objectif de définir, de classer et de fournir un cadre de travail pour la spécification des capteurs à fibres optiques, de leurs composants et de leurs sous-ensembles spécifiques. Les exigences du présent document s'appliquent à toutes les normes sur les capteurs à fibres optiques associées qui appartiennent à l'IEC 61757 (toutes les parties). Les normes de l'IEC 61757 (toutes les parties) contiennent des exigences spécifiques aux capteurs pour des grandeurs particulières à mesurer et pour un modèle particulier ou une variante d'un tel capteur à fibres optiques.

### 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 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sur [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

IEC 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-5, *Essais d'environnement – Partie 2-5: Essais – Essai Sa: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et guide pour les essais de rayonnement solaire*

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-10, *Essais d'environnement – Partie 2-10: Essais – Essai J et guide: Moisissures*

IEC 60068-2-11, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

IEC 60068-2-13, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-13: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-42, *Essais d'environnement – Partie 2-42: Essais – Essai Kc: Essai à l'anhydride sulfureux pour contacts et connexions*

IEC 60068-2-43, *Essais d'environnement – Partie 2-43: Essais – Essai Kd: Essai à l'hydrogène sulfuré pour contacts et connexions*

IEC 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60079-28, *Atmosphères explosives – Partie 28: Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60793-1-20, *Fibres optiques – Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie de la fibre*

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

IEC 60793-1-31, *Fibres optiques – Partie 1-31: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Résistance à la traction*

IEC 60793-1-32, *Fibres optiques – Partie 1-32: Mesures de mesure et procédures d'essai – Dénudabilité du revêtement*

IEC 60793-1-47, *Fibres optiques – Partie 1-47: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Pertes par macrocourbures*

IEC 60793-1-54, *Fibres optiques – Partie 1-54: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Irradiation gamma*

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical tests methods (disponible en anglais seulement)*

IEC 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 60874-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Connecteurs pour fibres et câbles optiques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en sèves*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61300 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures*

IEC 61300-2-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-1: Essais – Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 61300-2-9, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-9: Essais – Chocs*

IEC 61300-2-18, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-18: Essais – Chaleur sèche – Résistance à haute température*

IEC 61300-2-22, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-22: Essais – Variations de température*

IEC 61300-2-34, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-34: Essais – Résistance des composants d'interconnexion et des boîtiers aux solvants et aux fluides contaminants*

IEC 61300-2-46, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-46: Essais – Chaleur humide, cyclique*

IEC 61300-3-35, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-35: Examens et mesures – Examen visuel des connecteurs à fibres optiques et des émetteurs-récepteurs à embase fibrée*

IEC 61753 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques*

IEC TR 61931, *Fibres optiques – Terminologie*

IEC TR 62222, *Tenue au feu des câbles de communication installés dans les bâtiments*

IEC TR 62283, *Optical fibres – Guidance for nuclear radiation tests* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 62627-01, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 01: Fibre optic connector cleaning methods* (disponible en anglais seulement)

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050 (toutes les parties), de l'IEC TR 61931, du Guide ISO/IEC 99 (VIM), 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

##### **exactitude**

<d'un capteur à fibres optiques> qualité qui caractérise l'aptitude d'un appareil de mesure à délivrer une valeur indiquée proche de la valeur vraie du mesurande

Note 1 à l'article: Ce terme est utilisé dans l'approche "valeurs vraies". Il s'agit de la valeur qui serait obtenue par une mesure parfaite.

Note 2 à l'article: Plus la valeur indiquée est proche de la valeur vraie correspondante, meilleure est l'exactitude.

#### 3.2

##### **interface de signal analogique**

interface de signal qui délivre des signaux de sortie analogiques sous une forme directement utilisable à des fins de commande ou de mesure, généralement dans le domaine électrique

Note 1 à l'article: Il convient que les configurations de sortie soient de préférence conformes aux normes d'interface existantes, telles que celles qui existent pour les signaux électriques analogiques. Les configurations de sortie peuvent être, par exemple, 4 mA à 20 mA, 0 mA à 20 mA, 0 V à 5 V, etc. Un capteur à fibres optiques comportant un photodétecteur ou d'autres types de détecteurs quadratiques, ou encore un circuit électronique de traitement de signal intégré constituent des exemples d'applications représentatifs.

#### 3.3

##### **courbe de caractéristiques courbe d'étalonnage**

expression de la relation entre une indication et la valeur mesurée correspondante

Note 1 à l'article: Une courbe de caractéristiques/courbe d'étalonnage exprime une relation biunivoque qui ne fournit pas un résultat de mesure puisqu'elle ne contient aucune information sur l'incertitude de mesure.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.31, modifiée – Le terme "courbe de caractéristiques" a été ajouté comme premier terme privilégié, ainsi que dans la note.]

#### 3.4

##### **interface de communication**

interface numérique d'un capteur à fibres optiques qui produit des signaux de sortie numériques sous une forme directement utilisable à des fins de commande ou de mesure, ou qui permet une communication numérique avec d'autres dispositifs numériques (par exemple, un ordinateur)

Note 1 à l'article: Elle est généralement conçue conforme à une norme spécifique (par exemple USB ou RS-232) et elle est utilisée pour transmettre des données de commande et de mesure.

#### 3.5

##### **capteur à fibres optiques réparti**

capteur à fibres optiques qui donne une mesure en 3 dimensions, d'une grandeur à mesurer sur une région étendue, au moyen d'un détecteur continu

### 3.6

#### dérive

variations des caractéristiques métrologiques d'un appareil de mesure (et/ou d'un capteur à fibres optiques), généralement lentes, continues, pas nécessairement dans le même sens et non liées à des variations de la grandeur à mesurer

### 3.7

#### durabilité

aptitude d'un capteur à fibres optiques à accomplir une fonction exigée dans des conditions données d'emploi et de maintenance jusqu'à ce qu'un état limite soit atteint

Note 1 à l'article: L'état limite d'une entité peut être caractérisé par la fin de la vie utile, par l'inadaptation pour des raisons économiques ou techniques ou par d'autres facteurs pertinents.

### 3.8

#### capteur extrinsèque à fibres optiques

capteur à fibres optiques dans lequel les caractéristiques du rayonnement lumineux sont modifiées par la grandeur à mesurer à l'extérieur de la ou des fibres optiques

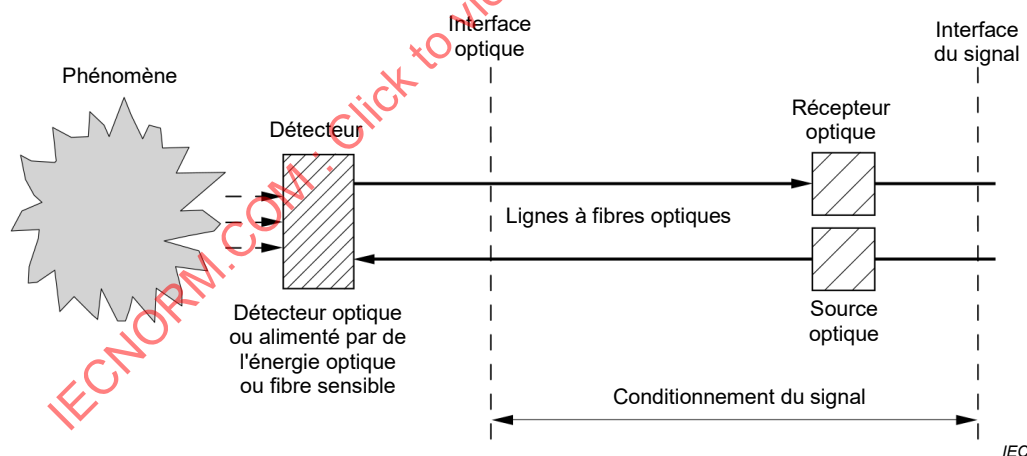
### 3.9

#### capteur à fibres optiques

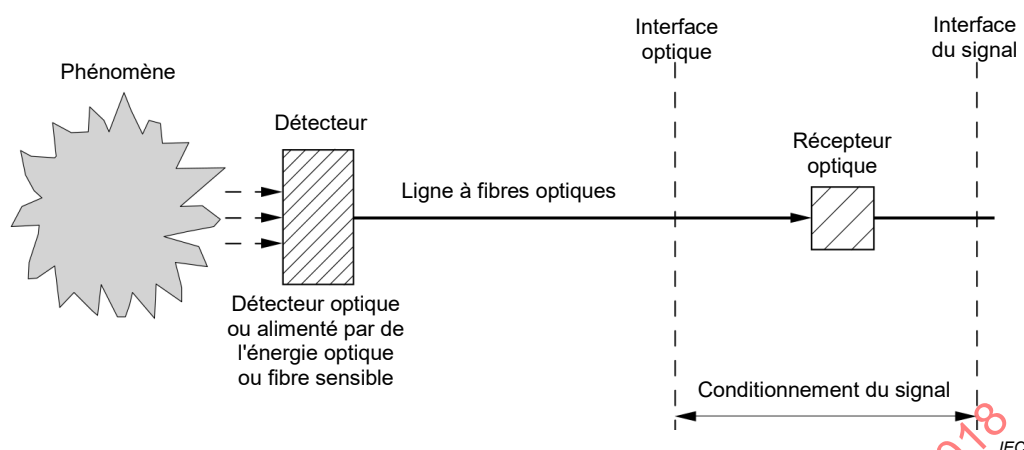
partie d'un appareil de mesure ou d'une chaîne de mesures, directement affectée par la grandeur à mesurer et qui génère une variation des caractéristiques optiques d'une fibre optique liée à la valeur de la grandeur à mesurer

Note 1 à l'article: La fibre optique agit comme le détecteur ou elle inclut un détecteur optique ou alimenté par l'énergie optique, et elle peut comporter un ou plusieurs des éléments suivants (voir Figure 1, Figure 2 et Figure 3):

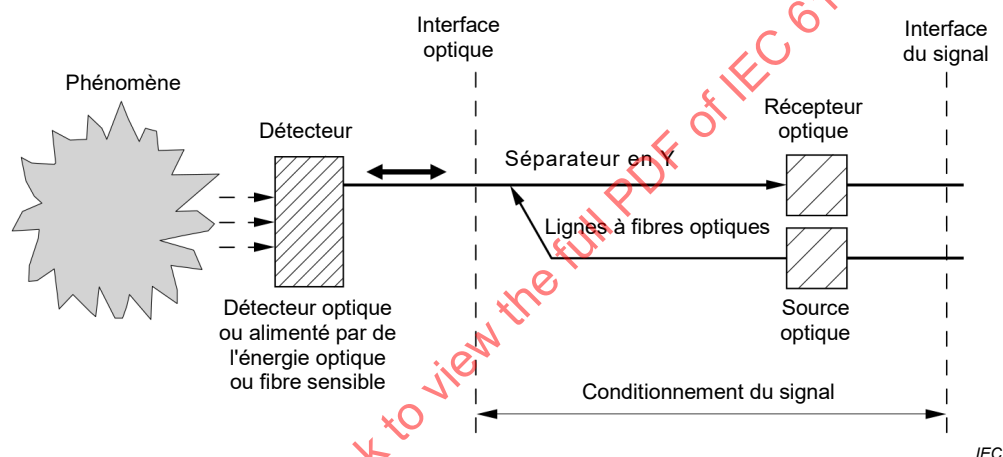
- ligne à fibres optiques;
- conditionnement du signal.



**Figure 1 – Configuration d'un capteur à fibres optiques avec un détecteur passif et des lignes à fibres optiques pour les entrées et les sorties optiques**



**Figure 2 – Configuration d'un capteur à fibres optiques avec un détecteur actif et une ligne à fibres optiques pour les sorties optiques**



NOTE La séparation des signaux est réalisée par un séparateur en Y.

**Figure 3 – Configuration d'un capteur à fibres optiques avec un détecteur passif et une ligne à fibres optiques pour les entrées et les sorties optiques**

### 3.10

#### longueur de jauge base de mesure

longueur marquée sur la partie parallèle d'un objet mesuré à partir de laquelle l'allongement est mesuré

Note 1 à l'article: Lorsqu'elle est utilisée pour des essais mécaniques de matériaux, il s'agit de la longueur marquée sur la partie parallèle d'une pièce d'essai de traction à partir de laquelle l'allongement est mesuré.

Note 2 à l'article: Par exemple, si le capteur est ancré uniquement en deux points fixes espacés de  $L$  cm, la longueur de jauge est  $L$ . D'autre part, si un capteur de longueur  $l$  est fixé de manière continue dans ou sur un objet mesuré de longueur  $L$ , alors la longueur de jauge réelle dépend de la méthode de fixation à l'objet mesuré et est fonction des propriétés mécaniques du capteur et de son environnement. Elle est généralement supérieure à  $l$ , mais inférieure à  $L$ .

Note 3 à l'article: Si un utilisateur veut obtenir une longueur de jauge prédéterminée, il doit sélectionner avec soin la procédure pour ancrer/fixer/incorporer le capteur. Dans le cas de capteurs fixés en permanence, la longueur de fixation doit dépasser la longueur de jauge définie de quelques dizaines de diamètres de fibre pour éviter les perturbations dues au cisaillement au niveau des bords. Dans le cas spécifique d'une rupture ou de fissures dans la longueur de jauge de l'échantillon, la longueur de jauge finale doit être calculée à partir de la longueur de jauge au niveau de la rupture en soustrayant de celle-ci la partie élastique de l'allongement.

### 3.11

#### **grandeur d'influence**

grandeur qui, dans une mesure directe, n'affecte pas la grandeur réellement mesurée, mais qui affecte la relation existante entre l'indication et le résultat de la mesure

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.52, modifiée – La définition a été reformulée.]

### 3.12

#### **capteur à fibres optiques intégrateur**

capteur à fibres optiques qui donne le résultat de la mesure d'une grandeur à mesurer sur une région étendue, au moyen d'un détecteur continu de longueur définie

Note 1 à l'article: La grandeur à mesurer n'est pas résolue spatialement; elle est intégrée ou sommée sur la longueur du détecteur.

### 3.13

#### **capteur intrinsèque à fibres optiques**

capteur à fibres optiques dont le détecteur est constitué d'une ou de plusieurs fibres optiques dont une au moins des caractéristiques telles que l'intensité, la phase, la polarisation, le spectre, la longueur d'onde ou le temps de transit du rayonnement lumineux est fonction de la grandeur à mesurer

Note 1 à l'article: Il existe de nombreux capteurs à fibres optiques pour lesquels le principe de détection est uniquement basé sur une modification des caractéristiques du revêtement (par exemple, des capteurs chimiques ou d'humidité relative) ou sur une interaction entre le cœur et la gaine (par exemple, un capteur de courbure). Ils peuvent être définis comme des capteurs à fibres optiques intrinsèques indirects. Les capteurs à fibres optiques intrinsèques directs sont définis par une modification directe des caractéristiques des cœurs de fibres (par exemple des capteurs basés sur une diffusion de Brillouin, de Raman ou de Rayleigh).

### 3.14

#### **incertitude de mesure des appareils**

composante de l'incertitude de mesure provenant de l'appareil de mesure ou du système de mesure utilisé

Note 1 à l'article: L'incertitude de mesure des appareils est obtenue par un étalonnage de l'appareil de mesure ou du système de mesure, à l'exception d'un étalon de mesure primaire pour lequel d'autres moyens sont utilisés.

Note 2 à l'article: L'incertitude des appareils est utilisée dans une évaluation d'incertitude de mesure de type B selon le Guide ISO/IEC 98-3.

### 3.15

#### **conditions de fonctionnement restrictives valeurs restrictives pour le fonctionnement**

conditions de fonctionnement extrêmes qu'un appareil de mesure, un système de mesure ou un détecteur (ou un capteur à fibres optiques) doit supporter sans dommage ni dégradation des propriétés métrologiques spécifiées, lorsqu'il est utilisé dans ses conditions de fonctionnement assignées

Note 1 à l'article: Les conditions restrictives pour le stockage, le transport ou le fonctionnement peuvent être différentes.

Note 2 à l'article: Les conditions restrictives peuvent inclure des valeurs restrictives d'une grandeur mesurée et de n'importe quelle grandeur d'influence.

Note 3 à l'article: Les valeurs restrictives peuvent dépendre de la durée de leur application.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.10, modifiée – Le terme, sa définition et les notes ont été reformulés.]

### 3.16

#### **précision des mesures**

finesse de la cohérence entre les indications et les valeurs des grandeurs mesurées obtenues par des mesures reproduites sur le même objet ou sur des objets similaires dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: La précision des mesures est généralement exprimée de manière numérique par des mesures d'imprécision, telles que l'écart type, la variance ou un coefficient de variation dans les conditions de mesure spécifiées.

Note 2 à l'article: Les "conditions spécifiées" peuvent être, par exemple, des conditions de répétabilité des mesures, des conditions de précision intermédiaire des mesures, ou des conditions de reproductibilité des mesures.

Note 3 à l'article: La précision des mesures est utilisée pour définir la répétabilité des mesures, la précision intermédiaire des mesures et la reproductibilité des mesures.

Note 4 à l'article: Parfois, l'expression "précision des mesures" est utilisée à tort à la place d'exactitude des mesures.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.15, modifiée – Le terme, la définition et les notes ont été reformulés. La référence ISO 5725-3:1994 a été supprimée de la Note 2.]

### 3.17

#### **intervalle de mesure**

#### **plage de mesure**

ensemble de valeurs de grandeurs du même genre qui peuvent être mesurées par un appareil de mesure ou un système de mesure donné (ou un capteur à fibres optiques) avec une incertitude sur l'appareil spécifiée, dans des conditions définies

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.7, modifiée – La parenthèse "(ou un capteur à fibres optiques)" a été ajoutée dans la définition, qui a été reformulée. Les notes ont été supprimées.]

### 3.18

#### **capteur à fibres optiques à points multiples**

capteur à fibres optiques constitué d'un certain nombre de capteurs ponctuels qui permet une mesure, résolue dans l'espace, d'une grandeur à mesurer sur une région étendue à des positions discrètes

### 3.19

#### **détecteur optique ou alimenté par de l'énergie optique**

dispositif qui reçoit des informations sous la forme d'une grandeur physique et qui les convertit sous la forme d'une grandeur optique, selon une loi définie

### 3.20

#### **fibre optique**

guide d'ondes en forme de filament, composé de matériaux diélectriques destiné à guider des ondes optiques

Note 1 à l'article: Les capteurs à fibres optiques basés sur des guides d'ondes plans ou microstructurés, ou sur des fibres à cristaux photoniques ou fibres multicœur sont à l'étude et ne font pas encore partie du présent document.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-12-35, modifiée – "substances diélectriques" a été changé en "matériaux diélectriques". La note a été ajoutée.]

### 3.21

#### **ligne à fibres optiques**

ligne de fibres optiques qui relie le détecteur à l'alimentation optique et au récepteur optique

### 3.22

#### **interface optique**

point arbitraire au niveau duquel l'effet de la grandeur à mesurer sur le détecteur est défini optiquement

Note 1 à l'article: L'interface optique représente le signal optique brut pour un traitement ultérieur par l'utilisateur. La longueur d'onde, l'état de polarisation, la puissance optique, etc., sont des attributs typiques de ce type

d'interface. Des spécifications plus détaillées traiteraient du modèle de connecteur à fibres optiques, du type de fibre optique, etc.

### 3.23

#### **récepteur optique**

dispositif qui reçoit le rayonnement lumineux affecté par la grandeur à mesurer et la transforme en une grandeur, généralement électrique, selon une loi prédéterminée

Note 1 à l'article: Ce récepteur peut contenir un ou plusieurs photodétecteurs, modules de traitement de signal et une ou plusieurs interfaces de communication.

### 3.24

#### **alimentation optique**

dispositif qui fournit l'énergie optique nécessaire à l'interaction entre le détecteur et la grandeur à mesurer

Note 1 à l'article: Ce dispositif contient au moins une source de rayonnement lumineux et il peut contenir des fonctions de conditionnement de signal. Lorsque l'énergie optique est fournie par le phénomène mesuré, l'alimentation optique n'est pas nécessaire.

### 3.25

#### **conditions de fonctionnement assignées**

conditions de fonctionnement qui doivent être satisfaites pendant une mesure pour qu'un appareil de mesure ou un système de mesure (ou un capteur à fibres optiques) fonctionne conformément à la conception

Note 1 à l'article: Les conditions de fonctionnement assignées spécifient généralement des intervalles de valeurs relatives à la grandeur mesurée et à n'importe quelle grandeur d'influence.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.9, modifiée – Le terme, sa définition et la note ont été reformulés. La parenthèse "(ou un capteur à fibres optiques)" a été ajoutée.]

### 3.26

#### **résolution**

plus petite variation d'une grandeur mesurée qui cause une variation perceptible dans l'indication correspondante

Note 1 à l'article: La résolution peut dépendre, par exemple, du bruit (interne ou externe) ou des frottements. Elle peut aussi dépendre de la valeur d'une grandeur mesurée.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.14, modifiée – La définition et la note ont été reformulées.]

### 3.27

#### **sensibilité**

rapport entre la variation dans une indication d'un système de mesure (ou d'un capteur à fibres optiques) et la variation correspondante de la valeur d'une grandeur mesurée

Note 1 à l'article: La sensibilité d'un système de mesure peut dépendre de la valeur de la grandeur mesurée.

Note 2 à l'article: La variation considérée dans une valeur d'une grandeur mesurée doit être grande par rapport à la résolution.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.12, modifiée – La définition et les notes ont été reformulées, et la parenthèse "(ou d'un capteur à fibres optiques)" a été ajoutée dans la définition.]

### 3.28

#### **interface de signal**

point arbitraire au niveau duquel l'effet de la grandeur à mesurer apparaît sous une forme directement utilisable, à des fins de commande ou de mesure

Note 1 à l'article: Dans certains cas, la ou les interfaces optiques et la ou les interfaces de signal peuvent coïncider.

### 3.29

#### **capteur à fibres optiques ponctuel**

capteur à fibres optiques constitué d'un détecteur discret qui génère un signal lié à la valeur de la grandeur à mesurer

### 3.30

#### **résolution spatiale**

mesure de l'aptitude d'un capteur à fibres optiques réparti à distinguer des indications spatiales de la grandeur à mesurer

Note 1 à l'article: La résolution de la grandeur à mesurer (par exemple la température ou une déformation), la résolution spatiale, la plage de distances et le temps d'acquisition sont interdépendants. Le traitement du signal crée une autre influence.

### 3.31

#### **stabilité**

aptitude d'un appareil de mesure (et/ou d'un capteur à fibres optiques) à conserver ses caractéristiques de fonctionnement (métrologiques) à l'intérieur d'une plage spécifiée pendant une durée spécifiée, toutes les autres conditions demeurant les mêmes

### 3.32

#### **temps de réponse à un échelon**

durée comprise entre l'instant où le mesurande (ou la grandeur fournie) subit un changement brusque spécifié et l'instant où l'indication (ou la grandeur fournie) atteint et se maintient dans une plage de limites spécifiées autour de sa valeur finale, en régime établi

Note 1 à l'article: Cette définition est celle qui est conventionnellement utilisée pour les appareils de mesure. D'autres définitions existent.

[SOURCE: IEC 60050-311:2001, 311-06-04]

### 3.33

#### **variation due à une grandeur d'influence**

#### **sensibilité transverse**

différence d'indication d'une valeur de grandeur à mesurer donnée lorsqu'une grandeur d'influence prend successivement deux valeurs différentes

Note 1 à l'article: Par exemple lors de la mesure d'une déformation, une variation de température peut apparaître comme une variation de déformation]

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.22, modifiée – Le second terme privilégié "sensibilité transverse" a été ajouté, ainsi que la note. La définition a été reformulée, et les mots "ou entre les valeurs fournies par une mesure matérialisée" ont été supprimés.]

## **4 Assurance de la qualité**

La conformité au présent document ne garantit pas la constance de fabrication de chaque capteur à fibres optiques produit. Il convient qu'elle soit maintenue en utilisant un programme reconnu d'assurance de la qualité.

Si le client souhaite spécifier des essais de réception ou d'autres procédures d'assurance de la qualité, il est essentiel qu'ils fassent l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client au moment de la commande.

Le présent document fournit les références normatives, les définitions, les procédures d'essai et de mesure, ainsi que les critères de classification applicables aux capteurs à fibres optiques en général. En raison de la grande variété de classes de capteurs à fibres optiques,

les normes spécifiques doivent stipuler quels essais sont applicables à chaque classe particulière de capteurs à fibres optiques. La norme spécifique doit décrire quels essais stipulés dans les spécifications intermédiaires appropriées sont applicables à un modèle ou à une variante particuliers de capteurs à fibres optiques.

La norme spécifique de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques doit également spécifier quels essais et quels niveaux de performance sont applicables aux différents éléments du capteur à fibres optiques, tels que l'alimentation optique, le récepteur optique, le détecteur et les lignes à fibres optiques.

## **5 Procédures d'essai et de mesure**

### **5.1 Généralités**

L'Article 5 a pour objet de présenter les méthodes générales d'essai et de mesure applicables aux capteurs à fibres optiques. Ces essais et mesures traitent de l'interaction entre les divers composants d'un capteur à fibres optiques, dans le cadre de leur fonctionnement pour traduire la grandeur à mesurer spécifiée dans la grandeur de sortie spécifiée au niveau de l'interface optique ou de l'interface de signal.

Il existe trois catégories d'essais et de mesures:

- les mesures des paramètres (5.5 à 5.7)
- les mesures des performances (5.9 à 5.12);
- les essais de conformité (5.4 et 5.8).

### **5.2 Conditions d'essai normalisées**

Tous les composants discrets (alimentation optique, détecteur optique, coupleurs à fibres optiques, fibres optiques, etc.) doivent être soumis à des essais conformément aux spécifications applicables, préalablement à l'assemblage du capteur. Tous les composants doivent ensuite être assemblés et conditionnés conformément à la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques et aux instructions d'utilisation, avant d'effectuer les essais du capteur conformément au présent document.

Les essais doivent être effectués dans des conditions atmosphériques normalisées pour les essais spécifiées dans l'IEC 60068-1. Il est nécessaire de contrôler les conditions atmosphériques dans une certaine plage pour garantir une bonne corrélation des données obtenues à partir des mesures et des essais réalisés dans différentes installations. Avant d'effectuer les mesures, les capteurs doivent être préconditionnés dans des conditions atmosphériques normalisées pour les essais pendant une durée suffisamment longue pour permettre à chaque élément du capteur ou au capteur complet d'atteindre la stabilité thermique. Les exigences ci-dessus doivent être appliquées, sauf spécification contraire dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

Lorsque le terme "montage" est spécifié dans un essai, le spécimen doit être solidement fixé à un support rigide fait d'un matériau adapté, dont les dimensions et le contour sont tels que le spécimen demeure complètement et rigidement fixé au support comme il le serait en cours d'utilisation. Pour les spécimens libres ou fixes, les fixations de montage appropriées doivent être spécifiées dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

Les conditions de rétablissement, dans l'intervalle faisant suite à un essai de conditionnement, doivent être conformes aux publications de l'IEC applicables, sauf spécification contraire dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

### 5.3 Exigences relatives au matériel d'essai et de mesure

Le matériel d'essai et de mesure, y compris les sources d'alimentation exigées et la source de la grandeur à mesurer (accordable à l'intérieur de la plage spécifiée dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques), doit être étalonné et réglé conformément aux instructions du fabricant avant son utilisation, afin de réduire l'incertitude de mesure à sa valeur minimale. Un appareil critique doit être conforme au système international d'unités (SI).

La stabilité et l'incertitude de mesure du matériel d'essai et de mesure doivent être nettement meilleures que le niveau d'exactitude spécifié pour le capteur à fibres optiques en essai.

### 5.4 Contrôle visuel

Le marquage apposé sur chaque capteur doit être conforme à l'Article 7 et doit faire l'objet d'un contrôle pour vérifier s'il est lisible et complet.

Le contrôle visuel doit confirmer que tous les éléments exigés dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques sont intégrés au capteur et raccordés selon la description dans la norme applicable, afin d'en assurer le bon fonctionnement. Le contrôle visuel doit également confirmer qu'aucun élément ne présente de signe de dommage physique ni d'imperfection susceptibles de détériorer le fonctionnement ou la durée de vie du capteur.

### 5.5 Dimensions

Les dimensions doivent être mesurées pour garantir que le capteur est conforme à toutes les dimensions et poids critiques tels qu'ils sont spécifiés dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

### 5.6 Propriétés métrologiques

#### 5.6.1 Généralités

Les essais relatifs aux propriétés métrologiques ont pour objet de caractériser les effets de la grandeur à mesurer et des grandeurs d'influence perturbatrices sur la sortie du capteur, au niveau de l'interface optique ou de l'interface de signal ou l'indication du système de mesure complet. Les essais doivent être réalisés dans des conditions de référence comme cela est décrit dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

Dans le présent document, les paramètres importants qui caractérisent les propriétés métrologiques sont les seuls présentés. Les procédures d'essai spécifiques aux capteurs et les valeurs des grandeurs à mesurer appropriées doivent être spécifiées dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

#### 5.6.2 Paramètres métrologiques

Au minimum, les paramètres et les spécifications de performances métrologiques suivants doivent être déterminés afin de caractériser les propriétés métrologiques d'un système de mesure ou d'un capteur à fibres optiques (citées dans l'ordre alphabétique selon le texte anglais):

- exactitude;
- durabilité;
- incertitude de mesure des appareils;
- conditions de fonctionnement restrictives/valeurs restrictives pour le fonctionnement;
- précision des mesures;
- intervalle de mesure/plage de mesure;
- résolution/résolution spatiale (le cas échéant);

- sensibilité;
- stabilité/dérive;
- temps de réponse à un échelon (le cas échéant);
- variation due à une grandeur d'influence/sensibilité transverse.

## **5.7 Essais optiques**

### **5.7.1 Généralités**

Dans des configurations de capteurs permettant des essais optiques, les paramètres suivants peuvent être inclus dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

### **5.7.2 Puissance optique**

La puissance optique doit être mesurée avec un appareil de mesure de la puissance optique étalonné et traçable.

### **5.7.3 Longueur d'onde nominale et caractéristiques spectrales appropriées**

La longueur d'onde nominale d'un laser doit être mesurée avec un appareil de mesure des ondes optiques étalonné et traçable. La longueur d'onde nominale d'une source de rayonnement lumineux à large bande ou la réponse spectrale d'un capteur à fibres optiques doit être mesurée avec un analyseur de spectre optique étalonné et traçable.

### **5.7.4 État de polarisation**

L'état de polarisation doit être mesuré avec un polarimètre étalonné et traçable.

### **5.7.5 Performance des connecteurs de fibres**

Dans le cadre du présent document, les spécifications générales pour les connecteurs pour fibres optiques de l'IEC 61753 (toutes les parties) s'appliquent. Les extrémités des connecteurs doivent être inspectées conformément à l'IEC 61300-3-35 et, si nécessaire, nettoyées conformément à l'IEC TR 62627-01.

## **5.8 Essais électriques**

### **5.8.1 Généralités**

Les essais électriques ont pour objet de vérifier que le capteur à fibres optiques a été conçu et fabriqué conformément à des pratiques de conception sûres et établies en matière d'exigences sur les équipements électriques pour que le capteur à fibres optiques soit fiable et puisse être actionné en toute sécurité. La liste de paramètres donnée en 5.8.2 peut aider à déterminer les procédures appropriées aux capteurs à fibres optiques comportant des composants ou des circuits électriques.

### 5.8.2 Paramètres et procédures d'essai

Le Tableau 1 donne une liste de paramètres et de procédures d'essais électriques.

**Tableau 1 – Paramètres et procédures d'essais électriques**

| Paramètre                                           | Procédure d'essai |
|-----------------------------------------------------|-------------------|
| Résistance d'isolement                              | IEC 60060-1       |
| Résistance diélectrique à la fréquence industrielle | IEC 60060-1       |
| Choc de foudre                                      | IEC 60060-1       |
| Contrainte de tension                               | Voir 5.8.3        |
| Transitoires rapides                                | IEC 61000-4-4     |
| Tension d'amorçage d'impulsion                      | IEC 61000-4-5     |
| Courant de décharge d'impulsion                     | IEC 61000-4-5     |
| Décharge électrostatique                            | IEC 61000-4-2     |
| Champ électromagnétique                             | IEC 61000-4-3     |

### 5.8.3 Contrainte de tension

Ci après une liste d'éléments comprenant la contrainte de tension.

- Influence du niveau de la tension d'alimentation

Le matériel est soumis à des variations de la tension d'alimentation  $U$ , entre les valeurs  $U_{\min}$  et  $U_{\max}$ , comme spécifié dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

- Variation lente de la tension d'alimentation

Le matériel installé conformément aux instructions de la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques est alimenté par sa tension assignée. Le niveau de la tension est diminué par rapport à la tension assignée jusqu'à 0 V, puis augmenté de 0 V jusqu'à la tension assignée, comme spécifié dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

- Influence de la fréquence

Selon les exigences de la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

- Influence d'une microcoupure de la tension d'alimentation

Selon les exigences de la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

- Harmonique 3

Selon les exigences de la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques.

## 5.9 Essais mécaniques

### 5.9.1 Généralités

Les essais mécaniques ont pour but de vérifier que le capteur à fibres optiques a été fabriqué conformément à des pratiques de conception sûres et établies en matière de fiabilité mécanique. La liste de paramètres donnée en 5.9.2 peut aider à déterminer les procédures appropriées aux capteurs à fibres optiques. Pour les installations dans des bâtiments industriels, des paramètres pour les essais mécaniques peuvent être utilisés conformément aux environnements définis par la classification mécanique, intrusion, climatique et chimique, et électromécanique (MICE). Des recommandations supplémentaires sont présentées dans l'IEC TR 62362 et dans l'ISO/IEC TR 29106.

### 5.9.2 Paramètres et procédures d'essai

Le Tableau 2 donne une liste de paramètres et de procédures d'essais mécaniques qui peuvent être utilisés comme guide pour déterminer quelles procédures sont appropriées pour les capteurs à fibres optiques.

**Tableau 2 – Paramètres et procédures d'essais mécaniques**

| Paramètre                                             | Procédure d'essai                             |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Vibrations                                            | IEC 60068-2-6 et IEC 61300-2-1                |
| Chocs et secousses                                    | IEC 60068-2-27 et IEC 61300-2-9               |
| Courbure des lignes à fibres optiques                 | IEC 60794-1-21                                |
| Torsion des lignes à fibres optiques                  | IEC 60794-1-21                                |
| Ecrasement des lignes à fibres optiques               | IEC 60794-1-21                                |
| Résistance à la traction des lignes à fibres optiques | IEC 60794-1-21                                |
| Connecteur de fibres                                  | IEC 60874-1 et IEC 61300 (toutes les parties) |
| Macrocourbures de fibre optique                       | IEC 60793-1-47                                |
| Résistance à la traction des fibres optiques          | IEC 60793-1-31                                |
| Géométrie des fibres et des revêtements               | IEC 60793-1-20 et IEC 60793-1-21              |
| Dénudabilité du revêtement                            | IEC 60793-1-32                                |

## 5.10 Essais climatiques et d'environnement

### 5.10.1 Généralités

Les essais climatiques et d'environnement sont destinés à vérifier que l'influence des conditions climatiques et d'environnement spécifiées sur les caractéristiques métrologiques du système est conforme à la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques. Au cours de ces essais, la grandeur à mesurer doit être conforme à la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques en matière de valeur et de stabilité. La liste de paramètres donnée en 5.10.2 peut aider à déterminer les procédures appropriées aux capteurs à fibres optiques. Pour les installations dans des bâtiments industriels, des paramètres pour les essais climatiques et d'environnement peuvent être utilisés conformément aux environnements définis par la classification mécanique, intrusion, climatique et chimique, et électromécanique (MICE). Des recommandations supplémentaires sont présentées dans l'IEC TR 62362 et dans l'ISO/IEC TR 29106.

Comme pour d'autres composants, la catégorie climatique d'un capteur à fibres optiques doit être exprimée sous la forme indiquée dans l'IEC 60068-1. Pour déterminer les performances d'un capteur à fibres optiques, dans une catégorie climatique donnée, les procédures d'essai minimales sont les suivantes:

- a) froid;
- b) chaleur sèche;
- c) chaleur humide, essai continu;

### 5.10.2 Paramètres et procédures d'essai

Le Tableau 3 donne une liste de paramètres et de procédures d'essais climatiques et d'environnement.

**Tableau 3 – Paramètres et procédures d'essais climatiques et d'environnement**

| Paramètre                                                                                                                                                                                                                                                             | Procédure d'essai                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Froid                                                                                                                                                                                                                                                                 | IEC 60068-2-1 (Ab/Ad)                    |
| Chaleur sèche                                                                                                                                                                                                                                                         | IEC 60068-2-2 (Bb/Bd) et IEC 61300-2-18  |
| Variations rapides de température                                                                                                                                                                                                                                     | IEC 60068-2-14 (Na/Nb) et IEC 61300-2-22 |
| Chaleur humide, essai continu                                                                                                                                                                                                                                         | IEC 60068-2-78                           |
| Chaleur humide, essai cyclique                                                                                                                                                                                                                                        | IEC 60068-2-30                           |
| Atmosphère corrosive                                                                                                                                                                                                                                                  | IEC 60068-2-11 et IEC 61300-2-46         |
| Étanchéité                                                                                                                                                                                                                                                            | IEC 60529                                |
| Poussières                                                                                                                                                                                                                                                            | IEC 60529                                |
| Atmosphère industrielle                                                                                                                                                                                                                                               | IEC 60068-2-42 et IEC 60068-2-43         |
| Inflammabilité et résistance au feu                                                                                                                                                                                                                                   | IEC TR 62222                             |
| Moisissures                                                                                                                                                                                                                                                           | IEC 60068-2-10                           |
| Basse pression atmosphérique                                                                                                                                                                                                                                          | IEC 60068-2-13                           |
| Rayonnement solaire                                                                                                                                                                                                                                                   | IEC 60068-2-5                            |
| Rayonnement nucléaire                                                                                                                                                                                                                                                 | IEC TR 62283 et IEC 60793-1-54           |
| Réaction aux rayonnements lumineux ambiants                                                                                                                                                                                                                           | Voir 5.11                                |
| Attaque biologique                                                                                                                                                                                                                                                    | A l'étude                                |
| NOTE Lorsque des capteurs à fibres optiques sont utilisés par exemple dans des systèmes en pleine mer ou dans des systèmes d'évacuation, les attaques microbiologiques et les couches bactériologiques peuvent endommager ou influencer le fonctionnement du capteur. |                                          |

### 5.11 Réaction aux rayonnements lumineux ambiants

La mesure de la réaction aux rayonnements lumineux ambiants sert à déterminer que les rayonnements lumineux ambiants ne sont pas couplés aux fibres optiques ni au récepteur optique d'une façon altérant les performances du capteur à fibres optiques. La longueur d'onde, la modulation, l'intensité et la direction d'une source de rayonnement lumineux utilisée pour simuler les rayonnements lumineux ambiants doivent être indiquées dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques, s'il y a lieu.

### 5.12 Résistance aux solvants et aux fluides contaminants

Une liste des fluides auxquels les différents éléments du capteur à fibres optiques doivent résister doit être spécifiée dans la norme applicable de la série de normes sur les capteurs à fibres optiques. Pour les installations dans des bâtiments industriels, des paramètres pour les essais de résistance chimique peuvent être utilisés conformément aux environnements définis par la classification mécanique, intrusion, climatique et chimique, et électromécanique (MICE). Des recommandations supplémentaires sont présentées dans l'IEC TR 62362 et l'ISO/IEC TR 29106. Pour les connecteurs, les paramètres de l'IEC 61300-2-34 peuvent également être utilisés.

## **6 Classification**

### **6.1 Généralités**

Le système de classification retenu a pour objet de permettre l'élaboration de normes applicables dans la série de normes sur les capteurs à fibres optiques, à partir de procédures d'assurance de la qualité communes, au niveau de l'interface optique ou de l'interface de signal.

A cet effet, les capteurs à fibres optiques sont classés selon les quatre critères suivants:

- grandeur à mesurer;
- principe de transduction;
- répartition spatiale;
- niveau d'interface.

### **6.2 Grandeur à mesurer**

#### **6.2.1 Généralités**

La grandeur à mesurer désigne la quantité, la propriété ou la condition physique ou électrique devant être mesurées par le capteur à fibres optiques.

La liste suivante n'est pas destinée à constituer une liste exhaustive, mais un échantillon de grandeurs à mesurer pour des capteurs à fibres optiques. Les exemples de l'Annexe A sont donnés à titre illustratif et ne doivent ni être considérés comme étant restrictifs, ni constituer une recommandation ou une approbation d'un principe particulier de transduction.

#### **6.2.2 Présence/absence d'objets ou de caractéristiques**

- capteur de fin de course (bouton, levier, touche);
- niveau;
- proximité;
- photo-interruption.

#### **6.2.3 Position**

- position linéaire;
- position angulaire;
- proximité;
- zone (surface);
- dimensionnel.

#### **6.2.4 Vitesse de changement de position**

- vitesse ou vélocité linéaire;
- vitesse ou vélocité de rotation;
- gyroscope;
- accélération linéaire;
- accélération en rotation.

#### **6.2.5 Ecoulement**

- Vitesse d'écoulement ou quantité de fluide en déplacement.

#### **6.2.6 Température**

- Température.

**6.2.7 Force par vecteur directionnel**

- sismique (mouvement vibratoire du sol);
- vibration;
- couple;
- poids.

**6.2.8 Force par surface**

- acoustique (pression variable dans le temps provoquée par des ondes acoustiques);
- pression (pression d'un gaz ou d'un liquide).

**6.2.9 Déformation**

- Variation limitée de la longueur d'un matériau résultant d'une traction ou d'une compression.

**6.2.10 Grandeurs électromagnétiques**

- champ magnétique;
- courant électrique;
- champ électrique;
- tension;
- rayonnement électromagnétique.

**6.2.11 Rayonnement nucléaire et ionisant**

- Détection des rayons  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  ainsi que d'autres rayons ionisants.

**6.2.12 Autres propriétés physiques des matériaux**

- indice de réfraction des matériaux;
- densité;
- viscosité;
- dommage.

**6.2.13 Composition et grandeurs chimiques spécifiques**

- Quantités et compositions chimiques.

**6.2.14 Particules**

- nombre;
- particules atomiques;
- turbidité.

**6.2.15 Formation d'image**

- transfert d'image.

**6.3 Principe de transduction****6.3.1 Généralités**

Le principe de transduction décrit la façon dont les caractéristiques optiques du rayonnement lumineux sont affectées par la grandeur à mesurer. Il peut être décrit par la fonction de transfert de la grandeur à mesurer à l'onde optique guidée.

**6.3.2 Génération active de rayonnement lumineux**

La grandeur à mesurer crée directement une énergie optique, dont les caractéristiques peuvent être analysées afin d'en retirer une estimation de la grandeur à mesurer. Le

rayonnement de corps noirs, le rayonnement de Cerenkov et l'arc électrique sont des exemples de génération active de rayonnement lumineux.

### **6.3.3 Interaction entre le champ et l'atome**

Une sonde optique à une ou plusieurs longueurs d'ondes spécifiques permet d'examiner la grandeur à mesurer souhaitée. Les caractéristiques du matériau mesuré modifient le rayonnement lumineux de la sonde d'une façon ou d'une autre, et celui-ci est détecté ultérieurement sur une ou plusieurs longueurs d'ondes ou fréquences. L'absorption à résolution spectrale, la fluorescence, la spectroscopie, les effets Doppler et non linéaires sont des exemples d'interaction entre champ et atome.

### **6.3.4 Modulation de cohérence**

Les capteurs à fibres optiques peuvent utiliser la modulation de cohérence, conjointement à des techniques d'interférométrie lumineuse à large bande, afin de caractériser les grandeurs à mesurer. La modulation de cohérence est fréquemment utilisée pour résoudre spatialement une mesure. Certains interféromètres à rayonnement lumineux blanc appartiennent à cette catégorie de capteurs.

### **6.3.5 Modulation d'intensité**

Les capteurs à fibres optiques utilisant une modulation d'intensité ont une fonction de transfert dont la sortie s'exprime en intensité. Les effets d'affaiblissement et de couplage, l'interruption, les microcourbures et la réflectivité sont des exemples de modulation d'intensité.

### **6.3.6 Modulation du spectre optique**

Les capteurs à fibres optiques peuvent utiliser une modulation du spectre optique. La diffusion de Brillouin, la fluorescence, l'interférométrie lumineuse à large bande, l'effet Doppler et la longueur d'onde du rayonnement lumineux réfléchi par des réseaux de fibres sont des exemples de modulation du spectre optique.

### **6.3.7 Modulation de phase**

Les capteurs à fibres optiques peuvent utiliser une modulation de phase conjointement à des techniques d'interférométrie afin de caractériser différentes grandeurs à mesurer. Les revêtements électrostrictifs ou magnétostrictifs, l'énergie acoustique, la déformation linéaire, le décalage par effet Sagnac, l'effet Faraday et l'indice de réfraction peuvent tous être utilisés dans des capteurs à modulation de phase.

### **6.3.8 Modulation de polarisation**

L'état de polarisation d'une énergie optique peut être modifié par une grandeur à mesurer; rotation et retardance sont des phénomènes courants. Ces mécanismes se produisent via l'effet élasto-optique, l'activité optique ou d'autres principes de transduction.

## **6.4 Répartition spatiale**

La répartition spatiale décrit les possibilités d'extension et de résolution d'un capteur à fibres optiques. Une distinction est faite entre les capteurs de type ponctuel, à points multiples, intégrateur et réparti (voir Article 3).

## **6.5 Niveau d'interface**

Le niveau d'interface est défini comme étant le niveau de conditionnement pour lequel le signal de sortie est disponible pour l'utilisateur. A cette interface, comme pour une interface de communication, une interface de signal analogique, une interface optique (voir Article 3), les entrées et sorties du capteur doivent être spécifiées. La spécification des interfaces est