

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre optic sensors –

Part 1-2: Strain measurement – Distributed sensing based on Brillouin scattering

Capteurs fibroniques –

Partie 1-2: Mesure de déformation – Détection répartie basée sur la diffusion de Brillouin

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.99

ISBN 978-2-8322-7396-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols.....	6
3.1 Terms and definitions.....	6
3.2 Abbreviated terms.....	10
3.3 Symbols.....	11
4 General test setups for measurement of performance parameters	11
4.1 General and test setup requirements	11
4.2 General documentation requirements.....	16
5 Measurement procedures for performance parameters	16
5.1 Strain measurement error	16
5.1.1 Test procedure and conditions.....	16
5.1.2 Parameter calculation and reporting	17
5.2 Spatial resolution	17
5.2.1 Test procedure and conditions.....	17
5.2.2 Parameter calculation and reporting	18
5.3 Strain repeatability.....	18
5.3.1 Test procedure and conditions.....	18
5.3.2 Parameter calculation and reporting	18
5.4 Spatial strain uncertainty	19
5.4.1 Test procedure and conditions.....	19
5.4.2 Parameter calculation and reporting	19
5.5 Warm-up time	20
5.5.1 Test procedure and conditions.....	20
5.5.2 Parameter calculation and reporting	20
5.6 System performance with altered attenuation.....	20
5.6.1 General	20
5.6.2 At distance measurement range	21
5.6.3 At short distance with high loss.....	22
Bibliography.....	24
Figure 1 – Optical fibre strain profile and related strain sample points.....	8
Figure 2 – General test setup for single-ended configuration	12
Figure 3 – General test setup for loop configuration.....	13
Figure 4 – Measured versus applied strain (typical curve).....	15
Figure 5 – Brillouin frequency shift as a function of elongation of a standard telecommunication fibre	15
Figure 6 – Performance evaluation at distance measurement range.....	21
Figure 7 – Performance evaluation at short distance with high loss.....	22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC SENSORS –**Part 1-2: Strain measurement –
Distributed sensing based on Brillouin scattering****FOREWORD**

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

IEC 61757-1-2 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
86C/1857/CDV	86C/1872/RVC

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 61757 series, published under the general title *Fibre optic sensors*, can be found on the IEC website.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

INTRODUCTION

This document is part of the IEC 61757 series, which is dedicated to fibre optic sensors. Generic specifications for fibre optic sensors are defined in IEC 61757.

The individual parts of the IEC 61757 series are numbered as IEC 61757-*M-T*, where *M* denotes the measure and *T* the technology of the fibre optic sensor. The IEC 61757-1-*T* series is concerned with strain measurements.

FIBRE OPTIC SENSORS –

Part 1-2: Strain measurement – Distributed sensing based on Brillouin scattering

1 Scope

This part of IEC 61757 defines detailed specifications for distributed strain measurements with a fibre optic sensor, also known as "fibre optic distributed strain sensing". It is applicable to distributed strain sensing systems (DSS) based on spontaneous or stimulated Brillouin scattering in the optical fibre sensor (strain sensitive element), that is, to sensors capable of measuring absolute strain.

This document specifies the most important DSS performance parameters and defines the procedures for their determination.

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 61757:2018, *Fibre optic sensors – Generic specification*

IEC 61757-2-2:2016, *Fibre optic sensors – Part 2-2: Temperature measurement – Distributed sensing*

IEC 61757-3-2:2022, *Fibre optic sensors – Part 3-2: Acoustic sensing and vibration measurement – Distributed sensing*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	27
INTRODUCTION.....	29
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives.....	30
3 Termes, définitions, abréviations et symboles.....	30
3.1 Termes et définitions	30
3.2 Abréviations.....	35
3.3 Symboles.....	35
4 Montages d'essai généraux pour la mesure des paramètres de performance.....	35
4.1 Exigences générales et relatives aux montages d'essai	35
4.2 Exigences générales relatives à la documentation	40
5 Procédures de mesure des paramètres de performance	41
5.1 Erreur de mesure de déformation.....	41
5.1.1 Procédure et conditions d'essai	41
5.1.2 Calcul des paramètres et consignation	41
5.2 Résolution spatiale	41
5.2.1 Procédure et conditions d'essai	41
5.2.2 Calcul des paramètres et consignation	42
5.3 Répétabilité de la déformation	42
5.3.1 Procédure et conditions d'essai	42
5.3.2 Calcul des paramètres et consignation	43
5.4 Incertitude spatiale de la déformation	43
5.4.1 Procédure et conditions d'essai	43
5.4.2 Calcul des paramètres et consignation	43
5.5 Durée de préchauffage	44
5.5.1 Procédure et conditions d'essai	44
5.5.2 Calcul des paramètres et consignation	44
5.6 Performance du système avec affaiblissement altéré	45
5.6.1 Généralités.....	45
5.6.2 À l'étendue de mesure de la distance	45
5.6.3 À courte distance avec un fort affaiblissement	47
Bibliographie.....	49
Figure 1 – Profil de déformation de la fibre optique et points échantillons de déformation connexes.....	32
Figure 2 – Montage d'essai général pour la configuration à fibre unique	36
Figure 3 – Montage d'essai général pour la configuration à boucle	37
Figure 4 – Déformation mesurée par rapport à la déformation appliquée (courbe typique)	39
Figure 5 – Décalage de fréquence de Brillouin en fonction de l'allongement d'une fibre de télécommunication normale.....	39
Figure 6 – Évaluation de la performance à l'étendue de mesure de la distance.....	46
Figure 7 – Évaluation de la performance à courte distance avec un fort affaiblissement.....	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CAPTEURS FIBRONIQUES –

**Partie 1-2: Mesure de déformation –
Détection répartie basée sur la diffusion de Brillouin**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 61757-1-2 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
86C/1857/CDV	86C/1872/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61757, publiée sous le titre général *Capteurs fibroniques*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

INTRODUCTION

Le présent document fait partie de la série IEC 61757 relative aux capteurs fibroniques. Les spécifications génériques applicables aux capteurs fibroniques sont définies dans l'IEC 61757.

Les parties distinctes de la série IEC 61757 sont numérotées en tant qu'IEC 61757-*M-T*, où *M* désigne la mesure et *T* la technologie du capteur fibronique. La série IEC 61757-1-*T* concerne les mesures de déformation.

CAPTEURS FIBRONIQUES –

Partie 1-2: Mesure de déformation – Détection répartie basée sur la diffusion de Brillouin

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61757 définit des spécifications particulières pour les mesures de déformation réparties avec un capteur fibronique, également appelées "détection de déformation répartie fibronique". Elle s'applique aux systèmes fibroniques répartis de détection de déformation (DSS) basés sur la diffusion de Brillouin spontanée ou stimulée dans le capteur à fibres optiques (élément sensible à la déformation), c'est-à-dire aux capteurs capables de mesurer la déformation absolue.

Le présent document spécifie les paramètres de performance DSS les plus importants et définit les procédures pour leur détermination.

2 Références normatives

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

IEC 61757:2018, *Capteurs à fibres optiques – Spécification générique*

IEC 61757-2-2:2016, *Capteurs à fibres optiques – Partie 2-2: Mesure de température – Détection répartie*

IEC 61757-3-2:2022, *Capteurs fibroniques – Partie 3-2: Détection acoustique et mesure des vibrations – Détections réparties*

Guide ISO/IEC 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*