



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic sensors –
Part 6-1: Displacement measurement – Displacement sensors based on fibre
Bragg gratings**

**Capteurs fibroniques –
Partie 6-1: Mesure de déplacement – Capteurs de déplacement basés sur des
réseaux de Bragg sur fibre**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.99

ISBN 978-2-8322-8134-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Symbols.....	9
3.3 Abbreviated terms.....	9
4 Structure and characteristics	9
4.1 Fibre Bragg grating (FBG).....	9
4.2 FBG displacement sensor configuration	10
4.3 Reference wavelength	12
4.4 Stability behaviour	13
4.4.1 Drift and creep.....	13
4.4.2 Hysteresis	13
4.5 Indication of the measured values.....	13
4.6 Zero-point related measurement	14
4.7 Non-zero-point related measurement	14
4.8 Production set.....	14
4.9 FBG displacement sensor standard type	14
4.10 FBG displacement sensor series.....	14
5 Features and characteristics to be measured.....	14
5.1 Sampling and statistical evaluation	14
5.1.1 Sampling	14
5.1.2 Reporting the measuring result.....	15
5.1.3 Sample conditioning	15
5.1.4 Ambient test conditions.....	16
5.1.5 Required types of tests for individual characteristics.....	16
5.2 Bragg wavelength λ_B	16
5.2.1 General	16
5.2.2 Measurement procedure	16
5.2.3 Evaluation	16
5.2.4 Reporting.....	17
5.3 FBG spectral width.....	17
5.3.1 Measurement procedure	17
5.3.2 Evaluation	17
5.3.3 Reporting.....	17
5.4 FBG reflectivity	17
5.4.1 Measurement procedure	17
5.4.2 Evaluation	17
5.4.3 Reporting.....	18
5.5 Displacement measurement.....	18
5.5.1 General	18
5.5.2 Test setup	18
5.5.3 Measurement procedure	19
5.5.4 Calibration and evaluation	20

- 5.6 Displacement conversion factor 21
- 5.7 Temperature and humidity ranges 21
 - 5.7.1 General 21
 - 5.7.2 Measurement procedure 22
 - 5.7.3 Evaluation 22
 - 5.7.4 Reporting..... 22
- 5.8 Durability 22
 - 5.8.1 General 22
 - 5.8.2 Measurement procedure 22
 - 5.8.3 Reporting..... 22
- 6 Features and characteristics to be reported 23
 - 6.1 Construction details 23
 - 6.2 Configuration of the FBG displacement sensor..... 23
 - 6.3 Temperature and humidity range..... 23
 - 6.4 Connecting requirement 23
- 7 Recommendations for use of FBG measuring instruments 23

- Figure 1 – Examples of sensor types for measuring displacement changes..... 10
- Figure 2 – Bragg wavelength change caused by displacement in a spring-type sensor 11
- Figure 3 – Bragg wavelength changes caused by displacement in a metal-plate-type sensor 11
- Figure 4 – Schematic diagrams of displacement sensors using two FBGs..... 12
- Figure 5 – Schematic diagram of a displacement measurement test setup 18
- Figure 6 – Example of temperature dependence of the Bragg wavelengths of two FBGs..... 19
- Figure 7 – Example of displacement dependence of the Bragg wavelengths of FBG1 and FBG2 20

- Table 1 – Required types of tests for individual characteristics 16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC SENSORS –

**Part 6-1: Displacement measurement –
Displacement sensors based on fibre Bragg gratings**

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 61757-6-1 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/1874/CDV	86C/1891/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.

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. The IEC 61757-6-*T* series is concerned with displacement measurements.

FIBRE OPTIC SENSORS –

Part 6-1: Displacement measurement – Displacement sensors based on fibre Bragg gratings

1 Scope

This part of IEC 61757 defines the terminology, structure, and measurement methods of optical displacement sensors based on fibre Bragg gratings (FBGs) as the sensing element. This document also specifies the most important features and characteristics of these fibre optic displacement sensors and defines procedures for measuring these features and characteristics.

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 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Part 2-X: Tests*

IEC 61300-2 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-X: Tests*

IEC 61754 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces*

IEC 61757, *Fibre optic sensors – Generic specification*

IEC 61757-1-1:2020, *Fibre optic sensors – Part 1-1: Strain measurement – Strain sensors based on fibre Bragg gratings*

IEC 62129-1, *Calibration of wavelength/optical frequency measurement instruments – Part 1: Optical spectrum analyzers*

IEC 62129-2, *Calibration of wavelength/optical frequency measurement instruments – Part 2: Michelson interferometer single wavelength meters*

IEC 62129-3, *Calibration of wavelength/optical frequency measurement instruments – Part 3: Optical frequency meters internally referenced to a frequency comb*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	26
INTRODUCTION.....	28
1 Domaine d'application	29
2 Références normatives.....	29
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	30
3.1 Termes et définitions	30
3.2 Symboles.....	31
3.3 Abréviations.....	31
4 Structure et caractéristiques.....	31
4.1 Réseau de Bragg sur fibre (FBG).....	31
4.2 Configuration du capteur de déplacement à FBG	32
4.3 Longueur d'onde de référence	35
4.4 Comportement de stabilité	35
4.4.1 Dérive et fluage	35
4.4.2 Hystérésis	36
4.5 Indication des valeurs mesurées.....	36
4.6 Mesure en référence au point zéro.....	36
4.7 Mesure sans référence au point zéro	37
4.8 Jeu de production	37
4.9 Type normal de capteur de déplacement à FBG.....	37
4.10 Série de capteurs de déplacement à FBG	37
5 Caractéristiques à mesurer.....	37
5.1 Échantillonnage et évaluation statistique	37
5.1.1 Échantillonnage.....	37
5.1.2 Compte-rendu d'un résultat de mesure	38
5.1.3 Conditionnement de l'échantillon	38
5.1.4 Conditions ambiantes des essais.....	38
5.1.5 Types d'essais exigés pour les caractéristiques individuelles	39
5.2 Longueur d'onde de Bragg λ_B	39
5.2.1 Généralités.....	39
5.2.2 Procédure de mesure	39
5.2.3 Évaluation	39
5.2.4 Compte-rendu.....	40
5.3 Largeur spectrale d'un FBG	40
5.3.1 Procédure de mesure	40
5.3.2 Évaluation	40
5.3.3 Compte-rendu.....	40
5.4 Réflectivité d'un FBG	40
5.4.1 Procédure de mesure	40
5.4.2 Évaluation	40
5.4.3 Compte-rendu.....	41
5.5 Mesure de déplacement.....	41
5.5.1 Généralités.....	41
5.5.2 Montage d'essai	41
5.5.3 Procédure de mesure	42
5.5.4 Étalonnage et évaluation	44

5.6	Facteur de conversion de déplacement.....	45
5.7	Plages de températures et d'humidité	45
5.7.1	Généralités.....	45
5.7.2	Procédure de mesure	46
5.7.3	Évaluation	46
5.7.4	Compte-rendu.....	46
5.8	Endurance	46
5.8.1	Généralités.....	46
5.8.2	Procédure de mesure	47
5.8.3	Compte-rendu.....	47
6	Caractéristiques à consigner	47
6.1	Détails de construction	47
6.2	Configuration du capteur de déplacement à FBG	47
6.3	Plages de températures et d'humidité	47
6.4	Exigences de connexion	47
7	Recommandations relatives à l'utilisation des appareils de mesure de FBG	47
	Figure 1 – Exemples de types de capteurs utilisés pour mesurer les variations de déplacement.....	32
	Figure 2 – Variation de la longueur d'onde de Bragg causée par le déplacement dans un capteur à ressort.....	33
	Figure 3 – Variations de longueur d'onde de Bragg causées par le déplacement dans un capteur à plaque métallique	34
	Figure 4 – Schémas des capteurs de déplacement utilisant deux FBG.....	35
	Figure 5 – Schéma d'un montage d'essai de mesure de déplacement.....	42
	Figure 6 – Exemple de dépendance à la température des longueurs d'onde de Bragg de deux FBG	43
	Figure 7 – Exemple de dépendance au déplacement des longueurs d'onde de Bragg de FBG1 et FBG2	44
	Tableau 1 – Types d'essais exigés pour les caractéristiques individuelles	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CAPTEURS FIBRONIQUES –

Partie 6-1: Mesure de déplacement – Capteurs de déplacement basés sur des réseaux de Bragg sur fibre

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. 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 propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait 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 de tels droits de brevets.

L'IEC 61757-6-1 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/1874/CVD	86C/1891/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/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.

INTRODUCTION

Le présent document fait partie de la série IEC 61757, spécifique 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. La série IEC 61757-6-*T* concerne les mesures de déplacement.

CAPTEURS FIBRONIQUES –

Partie 6-1: Mesure de déplacement – Capteurs de déplacement basés sur des réseaux de Bragg sur fibre

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61757 définit la terminologie, la structure et les méthodes de mesure des capteurs de déplacement optiques basés sur des réseaux de Bragg sur fibre (FBG) utilisés comme élément de détection. Le présent document spécifie également les particularités et les caractéristiques les plus importantes de ces capteurs de déplacement fibroniques et définit les procédures de mesure de ces particularités et caractéristiques.

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 60068-2 (toutes les parties), *Essais d'environnement – Partie 2-X: Essais*

IEC 61300-2 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-X: Essais*

IEC 61754 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Interfaces de connecteurs fibroniques*

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

IEC 61757-1-1: 2020, *Capteurs fibroniques – Partie 1-1: Mesure de déformation – Capteurs de déformation basés sur des réseaux de Bragg à fibres*

IEC 62129-1, *Étalonnage des appareils de mesure de longueur d'onde/appareil de mesure de la fréquence optique – Partie 1: Analyseurs de spectre optique*

IEC 62129-2, *Étalonnage des appareils de mesure de longueur d'onde/appareil de mesure de la fréquence optique – Partie 2: Appareils de mesure de longueur d'onde unique à interféromètre de Michelson*

IEC 62129-3, *Étalonnage des appareils de mesure de longueur d'onde/appareil de mesure de la fréquence optique – Partie 3: Fréquence mètres optiques faisant référence en interne à un peigne de fréquence*

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