



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic sensors –
Part 7-3: Voltage measurement – Polarimetric method**

**Capteurs fibroniques –
Partie 7-3: Mesure de tension – Méthode polarimétrique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.99

ISBN 978-2-8322-8756-9

**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 and definitions	7
4 Components of optical voltage sensor using polarimetric method	9
4.1 General description.....	9
4.2 Classification of Pockels cells	10
5 Characteristic tests.....	11
5.1 General information	11
5.2 Input-to-output characteristics.....	11
5.2.1 General	11
5.2.2 Test methods.....	12
5.2.3 Test procedure	14
5.2.4 Evaluation	16
5.3 Warm-up time	17
5.3.1 General	17
5.3.2 Test method	17
5.3.3 Evaluation	17
5.4 Voltage conditions for obtaining characteristic parameters.....	17
5.5 Input parameter dependency.....	18
5.5.1 Frequency characteristics.....	18
5.5.2 Transient characteristics.....	19
5.6 External environment dependency	21
5.6.1 Test of the steady state temperature characteristics	21
5.6.2 Test of the transient temperature characteristics	23
5.6.3 Shock and vibration test	26
Annex A (informative) Principle of optical voltage sensor	27
A.1 Outline	27
A.2 Pockels effect	27
A.3 Voltage detection method	29
A.3.1 General	29
A.3.2 Examples of voltage detection method.....	30
Annex B (informative) Features of optical voltage sensor technology	32
Annex C (informative) Design considerations	33
C.1 General information	33
C.2 Performance restricting factors	33
C.3 Procedure for determining the specifications of the equipment.....	34
Annex D (informative) Measurement parameter performance table	36
D.1 General.....	36
D.2 I/O characteristics.....	36
D.3 Frequency characteristics	37
D.4 Transient characteristics	38
D.5 Steady state temperature characteristics	39
D.6 Transient temperature characteristics	40
D.7 Shock test.....	41

Bibliography.....	42
Figure 1 – Measurement system using optical voltage sensor	10
Figure 2 – I/O characteristics of a fibre optic voltage sensor	12
Figure 3 – Measurement setup for the waveform comparison method	13
Figure 4 – Measurement setup for the AC bridge method.....	14
Figure 5 – Transient characteristics of sensors for AC measurements	20
Figure 6 – Transient characteristics of sensors for AC/DC measurements.....	21
Figure 7 – Configuration example for evaluating the steady temperature and transient temperature characteristics of the sensor part	22
Figure 8 – Example of a temperature profile.....	23
Figure 9 – Birefringence change during temperature change.....	24
Figure 10 – Example of temperature program	25
Figure A.1 – Pockels effect	28
Figure A.2 – Configuration of a voltage detection system using the Pockels effect.....	29
Figure A.3 – Basic configuration of an optical voltage sensor using the intensity modulation method	30
Figure A.4 – Basic configuration of an optical voltage sensor using the interferometric method	31
Figure D.1 – Example of the transient characteristic	38
Figure D.2 – Example of the temperature characteristics at voltage 0	39
Figure D.3 – Example of the temperature characteristics at rated voltage	39
Figure D.4 – Example of the transient temperature characteristics at input voltage 0	40
Figure D.5 – Example of the transient temperature characteristics at rated voltage.....	40
Figure D.6 – Example of the shock test at voltage 0.....	41
Figure D.7 – Example of the shock test at rated voltage.....	41
Table 1 – List of parameters to be obtained	11
Table 2 – Test methods	13
Table 3 – Voltage conditions for obtaining characteristic parameters	18
Table A.1 – Direction of electric field with sensitivity	29
Table D.1 – I/O characteristics.....	36
Table D.2 – Frequency characteristics	37

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC SENSORS –

Part 7-3: Voltage measurement – Polarimetric method

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 61757-7-3 has been prepared by subcommittee SC 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee TC 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/1873/CDV	86C/1893/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 of the fibre optic sensor. The IEC 61757-7-*T* series is concerned with voltage measurements.

Voltage measuring techniques are essential for controlling and diagnosing apparatus that support industry and society. Optical voltage sensors based on electro-optic effects have been developed to serve as voltage measuring devices. These sensors enable advanced voltage measurements without encountering the issues related to conventional electrical voltage sensors. Hence, they have been applied in various fields including power systems.

Given the expected potential of this new fibre optic voltage sensing technology, several kinds of optical voltage sensors covering a wide range of applications have been developed by various manufacturers. The design of these voltage sensors depends on the specific application, which determines the target voltage to be measured, the configuration of the sensor, the signal processing method, and the installation method. When developing a new optical voltage sensor, the sensor performance and characteristics have to be specified and evaluated.

To facilitate the use of fibre optic voltage sensors, it is important to define terms that characterize the performance and functionality of these sensors. It is also important to clearly specify how these specifications can be evaluated. Clearly defined terms and evaluation procedures help to develop more efficient sensors and to smoothly transfer this new sensor technology from the suppliers to the users. This document defines a set of methods for evaluating the performance and characteristics of fibre optic voltage sensors. However, this document does not quantify any performance targets, because these depend on the specific application of the sensor. It is nevertheless expected that this document helps to define specific quantitative targets for the sensor performance when a fibre optic voltage sensor is developed for a given practical application.

This document is based on the standard OITDA FS 02 [1]¹ published by the Optoelectronic Industry and Technology Development Association (OITDA). All the figures and tables in this document are identical to those in OITDA FS 02 except for the translation from Japanese to English.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

FIBRE OPTIC SENSORS –

Part 7-3: Voltage measurement – Polarimetric method

1 Scope

This part of IEC 61757 defines the terminology, structure, and performance characteristics of fibre optic voltage sensors using a polarimetric measurement method. The document specifies test methods and procedures for measuring key performance parameters of these sensors. It addresses only the voltage sensing element and not the additional devices that are unique to each application.

The document does not specify the required performance values of optical polarimetric fibre optic voltage sensors, because these specifications depend on the designated application of the sensor and are typically defined by the user of the sensor. The required performance values are usually defined when designing a sensor for a specific application.

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, *Fibre optic sensors – Generic specification*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	46
INTRODUCTION.....	48
1 Domaine d'application	49
2 Références normatives	49
3 Termes et définitions	49
4 Composants d'un capteur de tension optique utilisant la méthode polarimétrique	52
4.1 Description générale	52
4.2 Classification des cellules Pockels.....	53
5 Essais de mesure des caractéristiques	53
5.1 Informations générales	53
5.2 Caractéristiques d'entrée à sortie.....	54
5.2.1 Généralités	54
5.2.2 Méthodes d'essai.....	55
5.2.3 Procédure d'essai.....	57
5.2.4 Évaluation	59
5.3 Durée de préchauffage	60
5.3.1 Généralités	60
5.3.2 Méthode d'essai	60
5.3.3 Évaluation	60
5.4 Conditions de tension pour obtenir les paramètres caractéristiques	60
5.5 Dépendance aux paramètres d'entrée.....	61
5.5.1 Caractéristiques de fréquence	61
5.5.2 Caractéristiques en régime transitoire.....	61
5.6 Dépendance à l'environnement extérieur	63
5.6.1 Essai des caractéristiques thermiques en régime établi.....	63
5.6.2 Essai des caractéristiques thermiques en régime transitoire	66
5.6.3 Essai de chocs et de vibrations	69
Annexe A (informative) Principe du capteur de tension optique	70
A.1 Encombrement.....	70
A.2 Effet Pockels.....	70
A.3 Méthode de détection de la tension.....	72
A.3.1 Généralités	72
A.3.2 Exemples de méthode de détection de la tension	73
Annexe B (informative) Caractéristiques de la technologie des capteurs de tension optique	75
Annexe C (informative) Considérations relatives à la conception	77
C.1 Informations générales	77
C.2 Facteurs limitatifs de performances.....	77
C.3 Procédure pour déterminer les spécifications du matériel.....	78
Annexe D (informative) Tableau des paramètres de mesure de performance	80
D.1 Généralités	80
D.2 Caractéristiques d'E/S	80
D.3 Caractéristiques de fréquence	81
D.4 Caractéristiques en régime transitoire.....	82
D.5 Caractéristiques thermiques en régime établi.....	83
D.6 Caractéristiques thermiques en régime transitoire.....	84

D.7 Essai de chocs.....	85
Bibliographie.....	86
Figure 1 – Système de mesure utilisant un capteur de tension optique	52
Figure 2 – Caractéristiques d'E/S d'un capteur de tension fibronique.....	54
Figure 3 – Montage de mesure pour la méthode de comparaison des formes d'onde	56
Figure 4 – Montage de mesure pour la méthode du pont à courant alternatif.....	57
Figure 5 – Caractéristiques en régime transitoire des capteurs pour les mesures en courant alternatif.....	62
Figure 6 – Caractéristiques en régime transitoire des capteurs pour les mesures en courant alternatif/courant continu.....	63
Figure 7 – Exemple de configuration pour évaluer les caractéristiques thermiques en régime établi et en régime transitoire de la partie de détection	65
Figure 8 – Exemple de profil de température.....	66
Figure 9 – Variation de la biréfringence lorsque la température varie	67
Figure 10 – Exemple de programme de température.....	68
Figure A.1 – Effet Pockels	71
Figure A.2 – Configuration d'un système de détection de tension utilisant l'effet Pockels.....	72
Figure A.3 – Configuration de base d'un capteur de tension optique utilisant la méthode de modulation d'intensité.....	73
Figure A.4 – Configuration de base d'un capteur de tension optique utilisant la méthode interférométrique	74
Figure D.1 – Exemple de la caractéristique en régime transitoire	82
Figure D.2 – Exemple des caractéristiques thermiques à la tension 0	83
Figure D.3 – Exemple des caractéristiques thermiques à la tension assignée	83
Figure D.4 – Exemple des caractéristiques thermiques en régime transitoire à la tension d'entrée 0	84
Figure D.5 – Exemple des caractéristiques thermiques en régime transitoire à la tension assignée.....	84
Figure D.6 – Exemple de l'essai aux chocs à la tension 0	85
Figure D.7 – Exemple de l'essai aux chocs à la tension assignée	85
Tableau 1 – Liste des paramètres à déterminer	53
Tableau 2 – Méthodes d'essai	55
Tableau 3 – Conditions de tension pour obtenir les paramètres caractéristiques.....	60
Tableau A.1 – Direction du champ électrique avec sensibilité	72
Tableau D.1 – Caractéristiques d'E/S	80
Tableau D.2 – Caractéristiques de fréquence.....	81

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CAPTEURS FIBRONIQUES –

Partie 7-3: Mesure de tension – Méthode polarimétrique

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 [avait/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 61757-7-3 a été établie par le sous-comité SC 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/1873/CDV	86C/1893/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 du capteur fibronique. La série IEC 61757-7-*T* concerne les mesures de tension.

Les techniques de mesure de tension sont essentielles pour contrôler et diagnostiquer les appareillages qui répondent aux besoins de l'industrie et de la société. Des capteurs de tension optique basés sur des effets électro-optiques ont été développés pour servir de dispositifs de mesure de tension. Ces capteurs permettent des mesures de tension avancées qui ne posent pas les problèmes liés aux capteurs de tension électriques conventionnels. Par conséquent, ils ont été appliqués dans différents domaines, notamment celui des systèmes d'alimentation.

Compte tenu du potentiel attendu de cette nouvelle technologie de détection de tension fibronique, plusieurs types de capteurs de tension optique couvrant un large éventail d'applications ont été développés par différents fabricants. La conception de ces capteurs de tension dépend de l'application spécifique, qui détermine la tension cible à mesurer, la configuration du capteur, la méthode de traitement du signal et la méthode d'installation. Lors du développement d'un nouveau capteur de tension optique, les performances et les caractéristiques du capteur doivent être spécifiées et évaluées.

Pour faciliter l'utilisation des capteurs de tension fibroniques, il est important de définir les termes qui caractérisent les performances et les fonctionnalités de ces capteurs. Il est également important de spécifier clairement la façon dont ces spécifications peuvent être évaluées. Des termes et des procédures d'évaluation clairement définis contribuent à développer des capteurs plus efficaces et à transférer cette nouvelle technologie de capteur entre les fournisseurs et les utilisateurs. Le présent document définit un ensemble de méthodes permettant d'évaluer les performances et les caractéristiques des capteurs de tension fibroniques. Le présent document ne quantifie cependant aucun objectif de performance, car celui-ci dépend de l'application particulière du capteur. Il est néanmoins attendu que le présent document contribue à définir des objectifs quantitatifs spécifiques pour les performances du capteur lorsqu'un capteur de tension fibronique est développé pour une application pratique donnée.

Le présent document est basé sur la norme OITDA FS 02 [1]¹ publiée par l'Optoelectronic Industry and Technology Development Association (OITDA). Les figures et les tableaux du présent document sont tous identiques à ceux de l'OITDA FS 02, sauf en ce qui concerne la traduction du japonais vers le français.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

CAPTEURS FIBRONIQUES –

Partie 7-3: Mesure de tension – Méthode polarimétrique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61757 définit la terminologie, la structure et les caractéristiques de performance des capteurs de tension fibroniques à l'aide d'une méthode de mesure polarimétrique. Le document spécifie les méthodes et procédures d'essai permettant de mesurer les paramètres de performance clés de ces capteurs. Il traite uniquement de l'élément de détection de tension, et non des dispositifs supplémentaires qui sont propres à chaque application.

Le document ne spécifie pas les valeurs de performance exigées des capteurs de tension fibroniques polarimétriques, car ces spécifications dépendent de l'application choisie pour le capteur et sont généralement définies par l'utilisateur du capteur. Les valeurs de performance exigées sont habituellement définies lors de la conception d'un capteur pour une application spécifique.

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, *Capteurs à fibres optiques – Spécification générique*