

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



---

**Measurement methods of a half-wavelength voltage and a chirp parameter for Mach-Zehnder optical modulators in high-frequency radio on fibre (RoF) systems**

**Méthodes de mesure d'une tension à demi-longueur d'onde et d'un paramètre de fluctuation de la longueur d'onde pour modulateurs optiques de Mach-Zehnder dans les systèmes de radio par fibre (RoF) à haute fréquence**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 33.060.20; 33.180.99

ISBN 978-2-8322-7554-2

|                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <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.....                                                                                                                                | 4  |
| INTRODUCTION.....                                                                                                                            | 6  |
| 1 Scope.....                                                                                                                                 | 8  |
| 2 Normative references .....                                                                                                                 | 8  |
| 3 Terms, definitions and abbreviated terms .....                                                                                             | 8  |
| 3.1 Terms and definitions.....                                                                                                               | 8  |
| 3.2 Abbreviated terms.....                                                                                                                   | 10 |
| 4 Electro-optic material-based Mach-Zehnder optical modulators .....                                                                         | 10 |
| 4.1 Mach-Zehnder optical modulators .....                                                                                                    | 10 |
| 4.1.1 Component parts .....                                                                                                                  | 10 |
| 4.1.2 Structure .....                                                                                                                        | 10 |
| 4.2 Requirements for MZMs.....                                                                                                               | 11 |
| 4.2.1 General .....                                                                                                                          | 11 |
| 4.2.2 Substrate material .....                                                                                                               | 11 |
| 4.2.3 Optical waveguide design .....                                                                                                         | 11 |
| 5 Sampling for quality control .....                                                                                                         | 11 |
| 5.1 Sampling.....                                                                                                                            | 11 |
| 5.2 Sampling frequency .....                                                                                                                 | 11 |
| 6 Measurement method of a half wavelength voltage.....                                                                                       | 11 |
| 6.1 Circuit diagram .....                                                                                                                    | 11 |
| 6.2 Measurement conditions .....                                                                                                             | 12 |
| 6.2.1 Temperature and environment.....                                                                                                       | 12 |
| 6.2.2 Warming-up of measurement equipment.....                                                                                               | 12 |
| 6.3 Principle of measurement method.....                                                                                                     | 13 |
| 6.3.1 General .....                                                                                                                          | 13 |
| 6.3.2 Mathematical expressions of basic measurement principle .....                                                                          | 13 |
| 6.3.3 Principle of half-wavelength voltage and chirp parameter with fixed DC-bias condition (method A).....                                  | 14 |
| 6.3.4 Principle of half-wavelength voltage and chirp parameter using DC-bias sweep (method B).....                                           | 14 |
| 6.3.5 Principle of half-wavelength voltage and chirp parameter using minimum transmission bias and maximum transmission bias (method C)..... | 15 |
| 6.4 Measurement procedure .....                                                                                                              | 15 |
| 6.4.1 Method A .....                                                                                                                         | 15 |
| 6.4.2 Method B.....                                                                                                                          | 16 |
| 6.4.3 Method C.....                                                                                                                          | 16 |
| Annex A (informative) Measurement methods for parallel integrated Mach-Zehnder modulators.....                                               | 18 |
| A.1 General.....                                                                                                                             | 18 |
| A.2 Examples.....                                                                                                                            | 18 |
| A.2.1 Quad parallel Mach-Zehnder modulators .....                                                                                            | 18 |
| A.2.2 Dual parallel Mach-Zehnder modulators with four RF electrodes.....                                                                     | 20 |
| Bibliography.....                                                                                                                            | 22 |
| Figure 1 – Transfer curve of a Mach-Zehnder optical modulator.....                                                                           | 9  |
| Figure 2 – Optical phase retardations .....                                                                                                  | 10 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 3 – Circuit diagram.....                                                              | 12 |
| Figure A.1 – Optical sideband generation from a sub-MZM element in a parallel MZM.....       | 19 |
| Figure A.2 – Halfwave voltages of sub-MZMs of a quad parallel MZM.....                       | 19 |
| Figure A.3 – Chirp parameters of sub-MZMs of a quad parallel MZM .....                       | 20 |
| Figure A.4 – Structure of dual parallel Mach-Zehnder modulators with four RF electrodes .... | 20 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENT METHODS OF A HALF-WAVELENGTH VOLTAGE  
AND A CHIRP PARAMETER FOR MACH-ZEHNDER OPTICAL MODULATORS  
IN HIGH-FREQUENCY RADIO ON FIBRE (ROF) SYSTEMS**

## 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 62802 has been prepared by IEC technical committee 103: Transmitting equipment for radiocommunication.

This bilingual version (2019-11) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-07.

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

| CDV         | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 103/131/CDV | 103/161/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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.

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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

A variety of microwave/millimeter-wave-phonic devices are useful for wireless communication and broadcasting systems. An optical modulator is an interface which converts an electronic signal to an optical signal. In the field of optical fibre communication systems, the IEC 62007 series was published in 1999.

Microwave/millimeter-wave RoF systems are comprised mainly of two parts: one is RF to photonic converter (E/O), and the other is photonic to RF converter (O/E). Radio waves are converted into an optical signal at E/O. This signal is transferred through the optical fibre and then the radio waves are regenerated at O/E.

A variety of photonic devices that carry microwave and millimeter-wave signals as subcarrier frequencies are used for high-frequency RoF systems. In particular, the Mach-Zehnder optical modulator (MZM) plays an important role to convert electronic (high-frequency above millimeter-wave) signal to optical signal. In high-frequency RoF systems, specifications of drive voltages, chirp characteristics, inter-modulation distortion of the modulators have been the important technical parameters. This document is prepared to provide the measurement method of MZMs to the industry for evaluating electro-optic material of the modulators to be used in high-frequency RoF systems. This document defines the measurement methods of a half-wavelength voltage and a chirp parameter, which have a significant impact on the performance of RoF systems. Additionally, these methods are also used for the estimation of the intermodulation distortions and transmission performances.

The half-wavelength voltage and the chirp parameter can be measured at the same time using the methods defined in this document. The nonlinear distortion characteristics are also important for the performance of the systems. The intermodulation distortion of the MZM is calculated from the driving voltage and the half-wavelength voltage. The detailed explanations and calculation method of intermodulation distortions from the normalized optical modulation index (NOMI) are described in IEC PAS 62593:2008[1]<sup>1</sup>, Annex B.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of patents concerning:

- a) a method for characterization of optical modulator, and method for controlling high frequency oscillator using the same (JP 3538619B),
- b) a method and apparatus for measurement of characteristic of optical modulator (JP 3866082B),
- c) a method for evaluating characteristic of optical modulator having Mach-Zehnder interferometer (WO 2011-027409),
- d) a method of measuring half-wave voltage of optical modulator (JP 2009-229926A).

Details pertaining to the patent holders and the locations where the patents are referred to in the document are given in Table 1.

---

<sup>1</sup> Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

**Table 1 – Patents present in this document**

| Related clause                    | Patent holder                                                                                      | Patent number                                                               |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Clause 6<br>Annex A (informative) | National Institute of Information and Communications Technology                                    | JP 3538619                                                                  |
| 6.4.3                             | National Institute of Information and Communications Technology<br>Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd. | JP 3866082                                                                  |
| A.2.1                             | National Institute of Information and Communications Technology<br>Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd. | (WO 2011-027409)<br>EP 2477021A<br>US 8867042<br>CN 102575971<br>JP 5622154 |
| A.2.2                             | Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.                                                                    | (JP2009-229926A)<br>JP 4991610                                              |

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.

The holders of these patent rights have assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holders of these patent rights are registered with IEC. Information may be obtained from:

National Institute of Information and Communications Technology  
4-2-1 Nukui-Kitamachi, Koganei, Tokyo 184-8795, Japan

Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.  
6-28 Rokubancho, Chiyoda-Ku, Tokyo 102-8465, Japan.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO ([www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)) and IEC (<http://patents.iec.ch>) maintain on-line data bases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the databases for the most up-to-date information concerning patents.

# MEASUREMENT METHODS OF A HALF-WAVELENGTH VOLTAGE AND A CHIRP PARAMETER FOR MACH-ZEHNDER OPTICAL MODULATORS IN HIGH-FREQUENCY RADIO ON FIBRE (ROF) SYSTEMS

## 1 Scope

This document specifies measurement methods of a half-wavelength voltage and a chirp parameter applicable to MZMs in microwave and millimeter-wave RoF systems. In addition, these methods are also effective for the estimation of the intermodulation distortions and transmission performances. The methods apply for the following:

- frequency range: 5 GHz to 110 GHz;
- wavelength band: 0,8  $\mu\text{m}$  to 2,0  $\mu\text{m}$ ;
- electro-optic material based MZMs and their modules.

## 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 62007-1, *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications – Part 1: Specification template for essential ratings and characteristics*

IEC 62007-2, *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications – Part 2: Measurement methods*

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                                                                                       | 26 |
| INTRODUCTION.....                                                                                                                                                                                                        | 28 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                                                                                                            | 30 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                                                                                            | 30 |
| 3 Termes, définitions et abréviations .....                                                                                                                                                                              | 30 |
| 3.1 Termes et définitions .....                                                                                                                                                                                          | 30 |
| 3.2 Abréviations.....                                                                                                                                                                                                    | 32 |
| 4 Modulateurs optiques de Mach-Zehnder composé de matériau électro-optique.....                                                                                                                                          | 32 |
| 4.1 Modulateurs optiques de Mach-Zehnder .....                                                                                                                                                                           | 32 |
| 4.1.1 Parties du composant .....                                                                                                                                                                                         | 32 |
| 4.1.2 Structure .....                                                                                                                                                                                                    | 32 |
| 4.2 Exigences relatives aux MZM.....                                                                                                                                                                                     | 33 |
| 4.2.1 Généralités .....                                                                                                                                                                                                  | 33 |
| 4.2.2 Matériau du substrat.....                                                                                                                                                                                          | 33 |
| 4.2.3 Conception du guide d'ondes optique .....                                                                                                                                                                          | 33 |
| 5 Échantillonnage pour le contrôle qualité .....                                                                                                                                                                         | 33 |
| 5.1 Échantillonnage .....                                                                                                                                                                                                | 33 |
| 5.2 Fréquence d'échantillonnage .....                                                                                                                                                                                    | 33 |
| 6 Méthode de mesure d'une tension à demi-longueur d'onde.....                                                                                                                                                            | 34 |
| 6.1 Schéma de circuit .....                                                                                                                                                                                              | 34 |
| 6.2 Conditions de mesure .....                                                                                                                                                                                           | 34 |
| 6.2.1 Température et environnement .....                                                                                                                                                                                 | 34 |
| 6.2.2 Préchauffage de l'équipement de mesure .....                                                                                                                                                                       | 35 |
| 6.3 Principe de la méthode de mesure .....                                                                                                                                                                               | 35 |
| 6.3.1 Généralités .....                                                                                                                                                                                                  | 35 |
| 6.3.2 Expressions mathématiques du principe de mesure de base .....                                                                                                                                                      | 35 |
| 6.3.3 Principe de la tension à demi-longueur d'onde et du paramètre de fluctuation de la longueur d'onde avec condition de polarisation continue fixe (méthode A) .....                                                  | 36 |
| 6.3.4 Principe de la tension à demi-longueur d'onde et du paramètre de fluctuation de la longueur d'onde utilisant le balayage de polarisation continue (méthode B) .....                                                | 36 |
| 6.3.5 Principe de la tension à demi-longueur d'onde et du paramètre de fluctuation de la longueur d'onde utilisant la polarisation de transmission minimale et la polarisation de transmission maximale (méthode C)..... | 37 |
| 6.4 Procédure de mesure.....                                                                                                                                                                                             | 38 |
| 6.4.1 Méthode A .....                                                                                                                                                                                                    | 38 |
| 6.4.2 Méthode B .....                                                                                                                                                                                                    | 38 |
| 6.4.3 Méthode C .....                                                                                                                                                                                                    | 38 |
| Annexe A (informative) Méthodes de mesure des modulateurs de Mach-Zehnder intégrés en parallèle .....                                                                                                                    | 40 |
| A.1 Généralités .....                                                                                                                                                                                                    | 40 |
| A.2 Exemples .....                                                                                                                                                                                                       | 40 |
| A.2.1 Modulateurs de Mach-Zehnder parallèles en quadrature.....                                                                                                                                                          | 40 |
| A.2.2 Modulateurs de Mach-Zehnder parallèles doubles avec quatre électrodes RF .....                                                                                                                                     | 42 |
| Bibliographie.....                                                                                                                                                                                                       | 44 |

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 – Courbe de transfert d'un modulateur optique de Mach-Zehnder.....                                                | 31 |
| Figure 2 – Retards de phase optique .....                                                                                  | 33 |
| Figure 3 – Schéma de circuit .....                                                                                         | 34 |
| Figure A.1 – Génération de la bande latérale optique à partir d'un sous-élément MZM<br>dans un MZM parallèle.....          | 41 |
| Figure A.2 – Tensions à demi-longueur d'onde de sous-éléments MZM d'un MZM<br>parallèle en quadrature .....                | 41 |
| Figure A.3 – Paramètres de fluctuation de la longueur d'onde de sous-éléments MZM<br>d'un MZM parallèle en quadrature..... | 42 |
| Figure A.4 – Structure de modulateurs de Mach-Zehnder parallèles doubles avec quatre<br>électrodes RF .....                | 42 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### **MÉTHODES DE MESURE D'UNE TENSION À DEMI-LONGUEUR D'ONDE ET D'UN PARAMÈTRE DE FLUCTUATION DE LA LONGUEUR D'ONDE POUR MODULATEURS OPTIQUES DE MACH-ZEHNDER DANS LES SYSTÈMES DE RADIO PAR FIBRE (ROF) À HAUTE FRÉQUENCE**

#### 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'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 62802 a été établie par le comité d'études 103 de l'IEC: Matériels émetteurs pour les radiocommunications.

La présente version bilingue (2019-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 103/131/CDV et 103/161/RVC.

Le rapport de vote 103/161/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

**IMPORTANT – Le logo « colour inside » qui se trouve sur la page de couverture de cette publication 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

Un grand nombre de dispositifs photoniques à micro-ondes/ondes millimétriques sont utiles pour les systèmes de communication et de diffusion sans fil. Un modulateur optique est une interface qui convertit un signal électronique en signal optique. Dans le domaine des systèmes de communication par fibre optique, la série IEC 62007 a été publiée en 1999.

Les systèmes RoF à micro-ondes/ondes millimétriques sont composés essentiellement de deux parties: un convertisseur RF/photonique (E/O - électrique/optique) et un convertisseur photonique/RF (O/E - optique/électrique). Les ondes radioélectriques sont converties en un signal optique au niveau E/O. Ce signal est transféré par l'intermédiaire de la fibre optique, puis les ondes radioélectriques sont de nouveau générées au niveau O/E.

Un large éventail de dispositifs photoniques transportant les signaux micro-ondes et les signaux à ondes millimétriques en tant que fréquences de la sous-porteuse est utilisé pour les systèmes RoF à haute fréquence. Le modulateur optique de Mach-Zehnder (MZM) joue en particulier un rôle important dans la conversion d'un signal électronique (à haute fréquence au-dessus de l'onde millimétrique) en signal optique. Dans les systèmes RoF à haute fréquence, les spécifications des tensions d'attaque, les caractéristiques de fluctuation de la longueur d'onde, la distorsion d'intermodulation des modulateurs constituent les paramètres techniques importants. Le présent document a été élaboré pour donner la méthode de mesure des MZM afin d'évaluer le matériau électro-optique des modulateurs qui doit être utilisé dans les systèmes RoF à haute fréquence. Le présent document définit les méthodes de mesure d'une tension à demi-longueur d'onde et d'un paramètre de fluctuation de la longueur d'onde, qui ont un impact important sur les performances des systèmes RoF. De plus, ces méthodes sont également utilisées pour estimer les distorsions d'intermodulation et les performances de transmission.

La tension à demi-longueur d'onde et le paramètre de fluctuation de la longueur d'onde peuvent être mesurés en même temps à l'aide des méthodes définies dans le présent document. Les caractéristiques de distorsion non linéaire sont également importantes pour les performances des systèmes. La distorsion d'intermodulation du MZM est calculée à partir de la tension d'attaque et de la tension à demi-longueur d'onde. Les explications détaillées et la méthode de calcul des distorsions d'intermodulation selon l'indice de modulation optique normalisé (NOMI, *normalized optical modulation index*) sont données dans l'IEC PAS 62593:2008[1]<sup>1</sup>, Annexe B.

La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet intéressant:

- a) une méthode de caractérisation du modulateur optique et une méthode de contrôle de l'oscillateur à haute fréquence (JP 3538619B),
- b) une méthode et un appareil de mesure des caractéristiques du modulateur optique (JP 3866082B),
- c) une méthode d'évaluation des caractéristiques du modulateur optique équipé d'un interféromètre de Mach-Zehnder (WO 2011-027409),
- d) une méthode de mesure de la tension à demi-longueur d'onde du modulateur optique (JP 2009-229926A).

Les détails relatifs aux détenteurs de brevet et aux emplacements concernés par les brevets auxquels le document fait référence sont donnés au Tableau 1.

---

1 Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

**Tableau 1 – Brevets figurant dans le présent document**

| Article connexe                     | Détenteur du brevet                                                                                                                          | Numéro de brevet                                                            |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Article 6<br>Annexe A (informative) | National Institute of Information and Communications Technology (Institut national des technologies de l'information et de la communication) | JP 3538619                                                                  |
| 6.4.3                               | National Institute of Information and Communications Technology<br>Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.                                           | JP 3866082                                                                  |
| A.2.1                               | National Institute of Information and Communications Technology<br>Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.                                           | (WO 2011-027409)<br>EP 2477021A<br>US 8867042<br>CN 102575971<br>JP 5622154 |
| A.2.2                               | Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.                                                                                                              | (JP2009-229926A)<br>JP 4991610                                              |

L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Les détenteurs de ces droits de propriété ont donné l'assurance à l'IEC qu'ils consentent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier en des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration des détenteurs de ces droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être demandées à:

National Institute of Information and Communications Technology  
4-2-1 Nukui-Kitamachi, Koganei, Tokyo 184-8795, Japon

Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.  
6-28 Rokubancho, Chiyoda-Ku, Tokyo 102-8465, Japon.

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. 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.

L'ISO ([www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)) et l'IEC (<http://patents.iec.ch>) tiennent à jour des bases de données, consultables en ligne, des droits de propriété liés à leurs normes. Les utilisateurs sont invités à consulter ces bases de données pour obtenir les informations les plus récentes concernant les droits de propriété.

# MÉTHODES DE MESURE D'UNE TENSION À DEMI-LONGUEUR D'ONDE ET D'UN PARAMÈTRE DE FLUCTUATION DE LA LONGUEUR D'ONDE POUR MODULATEURS OPTIQUES DE MACH-ZEHNDER DANS LES SYSTÈMES DE RADIO PAR FIBRE (ROF) À HAUTE FRÉQUENCE

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes de mesure d'une tension à demi-longueur d'onde et d'un paramètre de fluctuation de la longueur d'onde applicables aux MZM dans des systèmes RoF à micro-ondes et ondes millimétriques. De plus, ces méthodes sont également efficaces pour estimer les distorsions d'intermodulation et les performances de transmission. Ces méthodes s'appliquent à ce qui suit:

- plage de fréquences: 5 GHz à 110 GHz;
- bande de longueurs d'onde: 0,8  $\mu\text{m}$  à 2,0  $\mu\text{m}$ ;
- MZM composés de matériau électro-optique et leurs modules.

## 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 62007-1, *Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques – Partie 1: Modèle de spécification relatif aux valeurs et caractéristiques essentielles*

IEC 62007-2, *Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques – Partie 2: Méthodes de mesure*