

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61315

Deuxième édition
Second edition
2005-10

**Etalonnage de wattmètres
pour dispositifs à fibres optiques**

**Calibration of fibre-optic
power meters**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61315:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61315

Deuxième édition
Second edition
2005-10

**Etalonnage de wattmètres
pour dispositifs à fibres optiques**

**Calibration of fibre-optic
power meters**

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Préparation pour l'étalonnage	26
4.1 Organisation	26
4.2 Traçabilité	26
4.3 Conseils pour les mesures et les étalonnages	28
4.4 Recommandations aux clients	30
5 Etalonnage de puissance absolu	30
5.1 Etablissement des conditions d'étalonnage	32
5.2 Procédure d'étalonnage	34
5.3 Incertitude d'étalonnage	36
5.4 Compte-rendu des résultats	50
6 Incertitude de mesure d'un wattmètre étalonné	50
6.1 Incertitude aux conditions de référence	50
6.2 Incertitude aux conditions de fonctionnement	52
7 Etalonnage de non-linéarité	66
7.1 Etalonnage de non-linéarité basé sur la superposition	68
7.2 Etalonnage de non-linéarité basé sur la comparaison avec un wattmètre étalonné	72
7.3 Etalonnage de non-linéarité basé sur la comparaison avec un atténuateur	74
7.4 Etalonnage du wattmètre pour une mesure à puissance élevée	74
Annexe A (normative) Base mathématique	78
Bibliographie	84
Figure 1 – Sensibilité spectrale typique des détecteurs photoélectriques	22
Figure 2 – Exemple d'une chaîne de traçabilité	26
Figure 3 – Montage de mesure pour un étalonnage séquentiel, utilisant le faisceau issu d'une fibre	32
Figure 4 – Modification des conditions et incertitude	42
Figure 5 – Détermination et enregistrement d'une incertitude d'extension	54
Figure 6 – Subdivision possible d'un plan de référence optique en (10 x 10) carrés, pour la mesure de la réponse spatiale	56
Figure 7 – Dépendance en fonction de la longueur d'onde de la réponse due à l'interférence de type Fabry-Perot	64
Figure 8 – Montage de mesure de la réponse dépendant de la polarisation	64
Figure 9 – Etalonnage de la non-linéarité basé sur la superposition	68
Figure 10 – Montage de mesure pour l'étalonnage de non-linéarité par comparaison	72
Tableau 1 – Méthodes d'étalonnage typiques et puissance correspondante	30
Tableau 2 – Non-linéarité	70

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions	13
4 Preparation for calibration.....	27
4.1 Organization	27
4.2 Traceability.....	27
4.3 Advice for measurements and calibrations	29
4.4 Recommendations to customers	31
5 Absolute power calibration	31
5.1 Establishing the calibration conditions.....	33
5.2 Calibration procedure	35
5.3 Calibration uncertainty	37
5.4 Reporting the results	51
6 Measurement uncertainty of a calibrated power meter.....	51
6.1 Uncertainty at reference conditions.....	51
6.2 Uncertainty at operating conditions	53
7 Nonlinearity calibration.....	67
7.1 Nonlinearity calibration based on superposition.....	69
7.2 Nonlinearity calibration based on comparison with a calibrated power meter.....	73
7.3 Nonlinearity calibration based on comparison with an attenuator	75
7.4 Calibration of power meter for high power measurement	75
Annex A (normative) Mathematical basis	79
Bibliography.....	85
Figure 1 – Typical spectral responsivity of photoelectric detectors.....	23
Figure 2 – Example of a traceability chain.....	27
Figure 3 – Measurement setup for sequential, fibre-based calibration	33
Figure 4 – Change of conditions and uncertainty.....	43
Figure 5 – Determining and recording an extension uncertainty.....	55
Figure 6 – Possible subdivision of the optical reference plane into 10 x 10 squares, for the measurement of the spatial response	57
Figure 7 – Wavelength dependence of response due to Fabry-Perot type interference	65
Figure 8 – Measurement setup of polarization dependent response	65
Figure 9 – Nonlinearity calibration based on superposition	69
Figure 10 – Measurement setup for nonlinearity calibration by comparison.....	73
Table 1 – Typical calibration methods and correspondent power	31
Table 2 – Nonlinearity	71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ETALONNAGE DE WATTMÈTRES
POUR DISPOSITIFS À FIBRES OPTIQUES**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61315 a été établie par le comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1995, dont elle constitue une révision technique.

Les modifications par rapport à l'édition antérieure de la présente Norme internationale consistent en l'adaptation des calculs d'incertitude à l'approche adoptée par le Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM), et en l'adaptation de la terminologie et des symboles graphiques au Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM) et aux normes internationales CEI 61931 et CEI 61930.

L'importance de l'étalonnage de non-linéarité est soulignée en donnant davantage de détails et se trouve à présent dans un article séparé.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CALIBRATION OF FIBRE-OPTIC
POWER METERS**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 61315 has been prepared by IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1995. It constitutes a technical revision.

Changes from the previous edition of this International Standard consist of adapting the uncertainty calculations to the approach taken by the GUM, and adapting the terminology and graphical symbology to international standards VIM, IEC 61931 and IEC 61930.

The importance of the nonlinearity calibration is emphasized by giving more detail and is now in a separate clause.

Les exigences concernant l'organisation et la traçabilité ont été retirées de la présente norme, dans la mesure où il s'agit d'exigences générales concernant les laboratoires d'étalonnage et où elles sont données dans la CEI/ISO 17025.

L'objectif visant à normaliser le type de spécifications relatives aux wattmètres a été retiré, étant donné qu'il ne fait pas partie d'une norme sur l'étalonnage. Il convient cependant que les spécifications soient toujours basées sur les étalonnages réalisés suivant la présente norme et la CEI 60359.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86/239/FDIS	86/248/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Withdrawing

Requirements concerning organization and traceability have been taken out of this standard since they are general requirements concerning calibration laboratories and are given in IEC/ISO 17025.

The goal to standardize the type of power meter specifications has been removed since it does not belong in a standard on calibration. Specifications should, however, still be based on calibrations made following this standard and IEC 60359.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
86/239/FDIS	86/248/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Withdrawal

INTRODUCTION

Les wattmètres pour dispositifs à fibres optiques sont conçus pour mesurer la puissance optique des sources à fibres optiques de manière aussi précise que possible. Cette capacité dépend surtout de la qualité du processus d'étalonnage. Par opposition à d'autres types d'appareillages de mesure, les résultats de mesure des wattmètres pour dispositifs à fibres optiques dépendent généralement de nombreuses conditions de mesure. Les conditions de mesure au cours du processus d'étalonnage sont appelées *conditions d'étalonnage*. Leur description précise doit par conséquent faire partie intégrante de l'étalonnage.

La présente Norme internationale définit toutes les étapes du processus d'étalonnage: établissement des *conditions d'étalonnage*, réalisation de l'étalonnage, calcul de l'incertitude et rapport de l'incertitude, des *conditions d'étalonnage* et de la *traçabilité*.

L'étalonnage de puissance absolu décrit la façon de déterminer le rapport entre la valeur de la puissance d'entrée et le résultat du wattmètre. Ce rapport est appelé *facteur de correction*. L'incertitude de mesure du facteur de correction est combinée en suivant l'Annexe A à partir des contributions d'incertitude de l'appareil de référence, de l'appareil de mesure, du montage et de la procédure.

Les calculs font l'objet d'interprétations détaillées d'incertitudes individuelles. Il est important de savoir que:

- a) les estimations des incertitudes individuelles sont acceptables;
- b) une analyse détaillée de l'incertitude n'est nécessaire qu'une seule fois pour chaque type de wattmètre en essai et que tous les étalonnages suivants peuvent être basés sur cette analyse précédente, en utilisant les contributions de mesure de type A appropriées évaluées au moment de l'étalonnage;
- c) certaines incertitudes individuelles peuvent simplement être considérées comme faisant partie d'une liste de contrôle, et possédant une valeur réelle qui peut être négligée.

L'étalonnage selon l'Article 5 est obligatoire pour les rapports faisant référence à la présente norme.

L'Article 6 décrit l'évaluation de l'incertitude de mesure d'un wattmètre étalonné fonctionnant dans les *conditions de référence* ou dans les *conditions de fonctionnement*. Elle dépend de l'incertitude d'étalonnage du wattmètre calculée en 5.3, des conditions et de sa dépendance par rapport à ces conditions. Elle est généralement effectuée par des fabricants, afin d'établir des spécifications, et n'est pas obligatoire pour les rapports faisant référence à la présente norme. L'une de ces variations, la non-linéarité, est déterminée dans un étalonnage séparé (Article 7).

NOTE Les wattmètres pour dispositifs à fibres optiques mesurent et indiquent la puissance optique dans l'air, à l'extrémité d'une fibre optique. Elle est inférieure d'environ 3,6 % à celle présente dans la fibre, en raison de la réflexion de Fresnel à la limite verre-air (avec $N = 1,47$). Il convient de garder cela à l'esprit lorsque la puissance dans la fibre doit être connue.

INTRODUCTION

Fibre-optic power meters are designed to measure optical power from fibre-optic sources as accurately as possible. This capability depends largely on the quality of the calibration process. In contrast to other types of measuring equipment, the measurement results of fibre-optic power meters usually depend on many conditions of measurement. The conditions of measurement during the calibration process are called *calibration conditions*. Their precise description must therefore be an integral part of the calibration.

This International Standard defines all of the steps involved in the calibration process: establishing the *calibration conditions*, carrying out the calibration, calculating the uncertainty, and reporting the uncertainty, the *calibration conditions* and the *traceability*.

The absolute power calibration describes how to determine the ratio between the value of the input power and the power meter's result. This ratio is called *correction factor*. The measurement uncertainty of the correction factor is combined following Annex A from uncertainty contributions from the reference meter, the test meter, the setup and the procedure.

The calculations go through detailed characterizations of individual uncertainties. It is important to know that:

- a) estimations of the individual uncertainties are acceptable;
- b) a detailed uncertainty analysis is only necessary once for each power meter type under test, and all subsequent calibrations can be based on this one-time analysis, using the appropriate type A measurement contributions evaluated at the time of the calibration;
- c) some of the individual uncertainties can simply be considered to be part of a checklist, with an actual value which can be neglected.

Calibration according to Clause 5 is mandatory for reports referring to this standard.

Clause 6 describes the evaluation of the measurement uncertainty of a calibrated power meter operated within *reference conditions* or within *operating conditions*. It depends on the calibration uncertainty of the power meter as calculated in 5.3, the conditions and its dependence on the conditions. It is usually performed by manufacturers in order to establish specifications and is not mandatory for reports referring to this standard. One of these dependences, the nonlinearity, is determined in a separate calibration (Clause 7).

NOTE Fibre-optic power meters measure and indicate the optical power in the air, at the end of an optical fibre. It is about 3,6 % lower than in the fibre due to Fresnel reflection at the glass-air boundary (with $N = 1,47$). This should be kept in mind when the power in the fibre has to be known.

ETALONNAGE DE WATTMÈTRES POUR DISPOSITIFS À FIBRES OPTIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux appareils qui mesurent la puissance rayonnante émise par des sources typiques pour l'industrie des communications par fibres optiques. Ces sources comprennent les diodes laser, les diodes émettant de la lumière DEL et les sources fibrées. Le rayonnement peut être divergent ou collimaté. Cette norme décrit l'étalonnage des wattmètres, qui doit être effectué par des laboratoires d'étalonnage ou par des fabricants de wattmètres.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60050-300, *Vocabulaire Electrotechnique International – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques – Partie 311: Termes généraux concernant les mesures – Partie 312: Termes généraux concernant les mesures électriques – Partie 313: Types d'appareils électriques de mesure – Partie 314: Termes spécifiques selon le type d'appareil*

CEI 60359, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

CEI 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités*

CEI 61300-3-12, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-12: Examens et mesures – Sensibilité à la polarisation de l'affaiblissement d'un composant à fibres optiques monomodes: Méthode de calcul matriciel*

CEI 61930, *Symbologie des graphiques de fibres optiques*

CEI 61931, *Fibres optiques – Terminologie*

ISO/CEI 17025 *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

BIPM, CEI, FICC, ISO, UICPA, UIPPA, et OIML:1993, *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*

BIPM, CEI, FICC, ISO, UICPA, UIPPA, et OIML:1995, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)*

CALIBRATION OF FIBRE-OPTIC POWER METERS

1 Scope

This international standard is applicable to instruments measuring radiant power emitted from sources which are typical for the fibre-optic communications industry. These sources include laser diodes, light emitting diodes (LEDs) and fibre-type sources. The radiation may be divergent or collimated. The standard describes the calibration of power meters to be performed by calibration laboratories or by power meter manufacturers.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-300, *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313: Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument*

IEC 60359, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

IEC 61300-3-12, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-12: Examinations and measurements – Polarization dependence of attenuation of a single-mode fibre optic component: Matrix calculation method*

IEC 61930, *Fibre optic graphical symbology*

IEC 61931, *Fibre optic – Terminology*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML:1993, *International vocabulary of basic terms in metrology (VIM)*

BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML:1995, *Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*

3 Termes et définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions de la CEI 61931 et les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

laboratoire d'étalonnage accrédité

laboratoire d'étalonnage autorisé par l'organisation nationale compétente à publier des certificats d'étalonnage avec une incertitude minimale spécifiée, qui démontrent la traçabilité aux *étalons nationaux*

3.2

ajustage

ensemble des opérations réalisées sur un appareil pour qu'il fournisse des indications données correspondant à des valeurs données de la grandeur à mesurer

[VEI 311-03-16. Voir aussi VIM, 4.30].

NOTE Lorsque l'appareil est conçu pour donner une indication égale à zéro correspondant à une valeur égale à zéro de la grandeur à mesurer, l'ensemble des opérations est appelé **réglage du zéro**.

3.3

étalonnage

ensemble des opérations qui établissent, dans des conditions spécifiées, le rapport entre les valeurs des grandeurs indiquées par un appareil de mesure et les valeurs correspondantes réalisées par les étalons

[VIM, 6.11, modifié]

NOTE 1 Le résultat d'un étalonnage permet soit l'affectation des valeurs des grandeurs à mesurer aux indications, soit la détermination de corrections par rapport aux indications.

NOTE 2 Un étalonnage peut également déterminer d'autres propriétés métrologiques, telles que l'effet des grandeurs d'influence.

NOTE 3 Le résultat d'un étalonnage peut être enregistré dans un document, appelé parfois **certificat d'étalonnage** ou **rapport d'étalonnage**.

3.4

conditions d'étalonnage

conditions de mesure dans lesquelles l'étalonnage est réalisé

3.5

longueur d'onde centrale

$\lambda_{\text{centrale}}$

longueur d'onde moyenne pondérée en puissance d'une source de lumière dans le vide

Pour un spectre continu, la longueur d'onde centrale est définie par:

$$\lambda_{\text{centrale}} = \frac{1}{P_{\text{totale}}} \int p(\lambda) \times \lambda \times d\lambda$$

et la puissance totale est:

$$P_{\text{totale}} = \int p(\lambda) \times d\lambda$$

où $p(\lambda)$ est la densité spectrale de puissance de la source, par exemple en W/nm.

3 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the definitions contained in IEC 61931 and the following definitions apply.

3.1

accredited calibration laboratory

a calibration laboratory authorized by the appropriate national organization to issue calibration certificates with a minimum specified uncertainty, which demonstrate traceability to *national standards*

3.2

adjustment

set of operations carried out on an instrument in order that it provides given indications corresponding to given values of the measurand

[IEV 311-03-16; see also VIM 4.30]

NOTE When the instrument is made to give a null indication corresponding to a null value of the measurand, the set of operations is called **zero adjustment**

3.3

calibration

set of operations that establish, under specified conditions, the relationship between the values of quantities indicated by a measuring instrument and the corresponding values realized by standards

[VIM, 6.11, modified]

NOTE 1 The result of a calibration permits either the assignment of values of measurands to the indications or the determination of corrections with respect to indications.

NOTE 2 A calibration may also determine other metrological properties such as the effect of influence quantities.

NOTE 3 The result of a calibration may be recorded in a document, sometimes called a **calibration certificate** or a **calibration report**

3.4

calibration conditions

conditions of measurement in which the calibration is performed

3.5

centre wavelength

λ_{centre}

the power-weighted mean wavelength of a light source in vacuum.

For a continuous spectrum the centre wavelength is defined as:

$$\lambda_{\text{centre}} = \frac{1}{P_{\text{total}}} \int p(\lambda) \times \lambda \times d\lambda$$

and the total power is:

$$P_{\text{total}} = \int p(\lambda) \times d\lambda$$

where $p(\lambda)$ is the power spectral density of the source, for example in W/nm.

Pour un spectre constitué de modes discrets, la longueur d'onde centrale est définie par:

$$\lambda_{\text{centrale}} = \frac{\sum P_i \times \lambda_i}{\sum P_i}$$

où

P_i est la puissance du $i^{\text{ème}}$ mode discret, par exemple en W, et

λ_i est la longueur d'onde dans le vide du $i^{\text{ème}}$ mode discret.

NOTE Les intégrales et sommatoires suivantes s'étendent en théorie sur l'ensemble du spectre de la source de lumière; cependant, il est généralement suffisant de réaliser l'intégrale ou la sommatoire sur le spectre où la densité spectrale $p(\lambda)$ ou la puissance P_i est supérieure à 0,1 % de la densité spectrale maximale $p(\lambda)$ ou de la puissance P_i .

3.6

facteur de correction

FC

facteur numérique par lequel le résultat non corrigé d'une mesure est multiplié pour compenser une erreur systématique

[VIM, 3.16]

3.7

décibel

dB

sous-multiple du bel (1 dB = 0,1 B), unité utilisée pour exprimer des valeurs de niveau de puissance sur une échelle logarithmique. Le **niveau de puissance** est toujours relatif à une puissance de référence P_0 :

$$L_{P/P_0} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right) \text{ (dB)}$$

où P et P_0 sont exprimées dans les mêmes unités linéaires.

La puissance de référence doit toujours être indiquée, par exemple, le niveau de puissance de 200 μW par rapport à 1 mW peut être noté $L_{P/1 \text{ mW}} = -7 \text{ dB}$ ou $L_P(\text{puissance de référence 1 mW}) = -7 \text{ dB}$.

Le rapport linéaire, R_{lin} , de deux puissances rayonnantes, P_1 et P_2 , peut aussi être exprimé comme une **différence de niveau de puissance** en décibels (dB):

$$\Delta L_P = 10 \log_{10}(R_{\text{lin}}) = 10 \log_{10}(P_1/P_2) = 10 \log_{10}(P_1) - 10 \log_{10}(P_2).$$

De même, les incertitudes relatives, U_{lin} , ou écarts relatifs, peuvent aussi être exprimé(e)s en décibels:

$$U_{\text{dB}} = \frac{10}{\ln 10} U_{\text{lin}} \cong 4,34 \times U_{\text{lin}} \text{ (dB)}$$

NOTE Il convient de consulter l'ISO 31-2 et la CEI 60027-3 pour obtenir des précisions supplémentaires. Les règles de la CEI 60027-3 ne permettent pas de correspondances aux symboles. Cependant, le symbole dBm est largement utilisé pour indiquer les niveaux de puissance par rapport à 1 mW et souvent affiché par des wattmètres pour dispositifs à fibres optiques.

3.8

détecteur

élément du wattmètre qui convertit la puissance rayonnante optique en une grandeur mesurable, normalement électrique. Dans la présente norme, on considère que le détecteur est connecté au port d'entrée optique par un chemin optique

[voir CEI 61931 et VIM, 4.15]

For a spectrum consisting of discrete lines, the centre wavelength is defined as:

$$\lambda_{\text{centre}} = \frac{\sum P_i \times \lambda_i}{\sum P_i}$$

where

P_i is the power of the i^{th} discrete line, for example in W, and

λ_i is the vacuum wavelength of the i^{th} discrete line.

NOTE The above integrals and summations theoretically extend over the entire spectrum of the light source, however it is usually sufficient to perform the integral or summation over the spectrum where the spectral density $p(\lambda)$ or power P_i is higher than 0,1 % of the maximum spectral density $p(\lambda)$ or power P_i .

3.6

correction factor

CF

numerical factor by which the uncorrected result of a measurement is multiplied to compensate for systematic error

[VIM, 3.16]

3.7

decibel

dB

submultiple of the bel (1 dB = 0,1 B), unit used to express values of power level on a logarithmic scale. The **power level** is always relative to a reference power P_0 :

$$L_{P/P_0} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right) \text{ (dB)}$$

where P and P_0 are expressed in the same linear units.

The reference power must always be reported, for example, the power level of 200 μW relative to 1 mW can be noted $L_{P/1 \text{ mW}} = -7 \text{ dB}$ or $L_P(\text{re } 1 \text{ mW}) = -7 \text{ dB}$.

The linear ratio, R_{lin} , of two radiant powers, P_1 and P_2 , can alternatively be expressed as a **power level difference** in decibels (dB):

$$\Delta L_P = 10 \log_{10}(R_{\text{lin}}) = 10 \log_{10}(P_1/P_2) = 10 \log_{10}(P_1) - 10 \log_{10}(P_2).$$

Similarly, relative uncertainties, U_{lin} , or relative deviations, can be alternatively expressed in decibels:

$$U_{\text{dB}} = \frac{10}{\ln 10} U_{\text{lin}} \cong 4,34 \times U_{\text{lin}} \text{ (dB)}$$

NOTE ISO 31-2 and IEC 60027-3 should be consulted for further details. The rules of IEC 60027-3 do not permit attachments to unit symbols. However, the unit symbol dBm is widely used to indicate power levels relative to 1 mW and often displayed by fibre-optic power meters.

3.8

detector

the element of the power meter that transduces the radiant optical power into a measurable, usually electrical, quantity. In this standard, the detector is assumed to be connected with the optical input port by an optical path

[see IEC 61931 and VIM, 4.15]

3.9

écart

D (en anglais *deviation*)

dans le cadre de la présente norme, différence relative entre la puissance mesurée par l'appareil de mesure P_{DEE} et la puissance de référence $P_{réf}$

$$D = \frac{P_{DEE} - P_{réf}}{P_{réf}}$$

3.10

excitation (de la fibre)

description de la répartition de la puissance optique entre les modes dans la fibre. Dans le cas des fibres multimodales, l'excitation de la fibre est décrite par:

- a) le *diamètre du spot* à la surface de l'extrémité de la fibre, et
- b) l'*ouverture numérique* du rayonnement émis par la fibre.

L'excitation totale est le rayonnement caractérisé par un diamètre du spot qui est approximativement égal au diamètre du cœur de la fibre et par une ouverture numérique qui est approximativement égale à l'ouverture numérique de la fibre.

Les fibres monomodales sont en général considérées comme étant excitées uniquement par un mode (le mode fondamental).

3.11

mode de l'appareil

ensemble de paramètres qui peuvent être choisis sur un appareil

NOTE Les paramètres typiques du mode de l'appareil sont la gamme de puissance optique, le réglage de longueur d'onde, l'unité de mesure de l'affichage et la sortie où le résultat de mesure est obtenu (par exemple affichage, bus d'interface, sortie analogique).

3.12

éclairage énergétique

quotient de la puissance rayonnante différentielle ∂P incidente sur un élément du plan de référence par la surface différentielle ∂A de cet élément

$$E = \frac{\partial P}{\partial A} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

[Définition 2.1.15 de la CEI 61931, modifiée]

3.13

résultat de mesure

y

sortie (affichée ou électrique) d'un wattmètre (ou étalon), après exécution de toutes les actions indiquées dans les instructions de fonctionnement, par exemple préchauffage, réglage du zéro et correction de la longueur d'onde; ce résultat est exprimé en watts (W). Dans le cas de l'analyse de l'incertitude, il convient de convertir en watts les résultats de mesure exprimés dans d'autres unités, par exemple en volts. Il convient aussi de convertir les résultats de mesure exprimés en décibels (dB) en watts, car le cumul de l'incertitude totale est basé sur les résultats de mesure exprimés en watts

3.14

gamme de mesure

ensemble des valeurs de grandeurs à mesurer pour lesquelles l'erreur d'un appareil de mesure doit se trouver dans des limites spécifiées

[VIM, 5.4]

3.9**deviation*****D***

for the purpose of this standard, the relative difference between the power measured by the test meter P_{DUT} and the reference power P_{ref}

$$D = \frac{P_{\text{DUT}} - P_{\text{ref}}}{P_{\text{ref}}}$$

3.10**excitation (fibre)**

a description of the distribution of optical power between the modes in the fibre. In context with multimode fibres, the fibre excitation is described by:

- a) the *spot diameter* on the surface of the fibre end, and
- b) the *numerical aperture* of the radiation emitted from the fibre.

Full excitation means radiation characterized by a spot diameter which is approximately equal to the fibre's core diameter, and by a numerical aperture which is approximately equal to the fibre's numerical aperture.

Single mode fibres are generally assumed to be excited by only one mode (the fundamental mode)

3.11**instrument state**

set of parameters that can be chosen on an instrument

NOTE Typical parameters of the instrument state are the optical power range, the wavelength setting, the display measurement unit and the output from which the measurement result is obtained (for example display, interface bus, analogue output).

3.12**irradiance**

the quotient of the incremental radiant power ∂P incident on an element of the reference plane by the incremental area ∂A of that element:

$$E = \frac{\partial P}{\partial A} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

[IEC 61931, definition 2.1.15, modified]

3.13**measurement result**

y

(displayed or electrical) output of a power meter (or standard), after completing all actions suggested by the operating instructions, for example warm-up, zeroing and wavelength-correction, expressed in watts (W). For the purpose of uncertainty analysis, measurement results in other units, for example volts, should be converted to watts. Measurement results in decibels (dB) should also be converted to watts, because the entire uncertainty accumulation is based on measurement results expressed in watts.

3.14**measuring range**

set of values of measurands for which the error of a measuring instrument is intended to lie within specified limits

[VIM, 5.4]

NOTE Dans la présente norme, la gamme de mesure est la gamme de la puissance rayonnante (partie de la *gamme de fonctionnement*), pour laquelle l'incertitude aux conditions de fonctionnement est spécifiée. Dans ce contexte, il convient d'éviter le terme «gamme dynamique».

3.15

étalon national (de mesure)

étalon reconnu par une décision nationale pour servir, dans un pays, de base pour attribuer des valeurs à tous les autres étalons de la grandeur concernée

[VIM, 6.3]

3.16

laboratoire d'étalon national

laboratoire qui conserve l'*étalon national*

3.17

non-linéarité

NL

différence relative entre la *réponse* à une puissance P donnée et la réponse à une puissance de référence P_0 :

$$nl_{P/P_0} = \frac{r(P)}{r(P_0)} - 1$$

Si elle est exprimée en décibels, la non-linéarité est:

$$NL_{P/P_0} = 10 \times \log_{10} \frac{r(P)}{r(P_0)} \text{ (dB)}$$

NOTE 1 La non-linéarité est égale à zéro à la puissance de référence.

NOTE 2 Le terme «non-linéarité locale» est utilisé pour la différence relative entre les réponses à deux niveaux de puissance différents (séparés par 3,01 dB) obtenues au cours de l'étalonnage de non-linéarité. Le terme «non-linéarité globale» est utilisé pour le résultat de la somme des non-linéarités locales; il est identique à la non-linéarité définie ici.

3.18

ouverture numérique

description de la divergence du faisceau d'une source optique. Dans la présente norme, l'ouverture numérique est le sinus (linéaire) du demi-angle auquel l'éclairement énergétique correspond à 5 % de l'éclairement énergétique maximal

NOTE Cette définition a été adoptée à partir de la définition de l'ouverture numérique pour les fibres multimodales à gradient d'indice adoptée dans la CEI 60793-1-43. Dans la présente norme, la définition décrit la divergence de **tous** les faisceaux divergents.

3.19

conditions de fonctionnement

ensemble approprié de gammes spécifiées de valeurs des grandeurs d'influence généralement supérieures aux conditions de référence pour lesquelles les incertitudes d'un appareil de mesure sont spécifiées (voir VIM, 5.5)

NOTE Les conditions de fonctionnement et l'incertitude aux conditions de fonctionnement sont généralement spécifiées par le fabricant à l'intention de l'utilisateur.

3.20

gamme de fonctionnement

gamme spécifiée de valeurs d'un des ensembles des *conditions de fonctionnement*

NOTE In this standard, the measuring range is the range of radiant power (part of the *operating range*), for which the uncertainty at operating conditions is specified. The term "dynamic range" should be avoided in this context.

3.15

national (measurement) standard

standard recognized by a national decision to serve, in a country, as the basis for assigning values to other standards of the quantity concerned

[VIM, 6.3]

3.16

national standards laboratory

laboratory which maintains the *national standard*

3.17

nonlinearity

NL

relative difference between the *response* at a given power P and the response at a reference power P_0 :

$$nl_{P/P_0} = \frac{r(P)}{r(P_0)} - 1$$

If expressed in decibels, the nonlinearity is:

$$NL_{P/P_0} = 10 \times \log_{10} \frac{r(P)}{r(P_0)} \text{ (dB)}$$

NOTE 1 The nonlinearity is equal to zero at the reference power.

NOTE 2 The term "local nonlinearity" is used for the relative difference between the responses at two different power levels (separated by 3,01 dB) obtained during the nonlinearity calibration. The term "global nonlinearity" is used for the result of summing up the local nonlinearities; it is identical to the nonlinearity defined here.

3.18

numerical aperture

description of the beam divergence of an optical source. In this standard, the numerical aperture is the sine of the (linear) half-angle at which the irradiance is 5 % of the maximum irradiance.

NOTE This definition was adopted from the definition of the numerical aperture of multimode graded-index fibres in IEC 60793-1-43. In this standard, the definition is used to describe the divergence of **all** divergent beams.

3.19

operating conditions

appropriate set of specified ranges of values of influence quantities usually wider than the reference conditions for which the uncertainties of a measuring instrument are specified (see VIM, 5.5)

NOTE The operating conditions and uncertainty at operating conditions are usually specified by manufacturer for the convenience of the user.

3.20

operating range

specified range of values of one of a set of *operating conditions*

3.21

port d'entrée optique

entrée physique du wattmètre (ou étalon) à laquelle la puissance rayonnante doit être appliquée ou à laquelle l'extrémité de la fibre optique doit être connectée. Un chemin optique (chemin de rayons avec ou sans éléments optiques tels que lentilles, diaphragmes, guides de lumière, etc.) est supposé connecter le port d'entrée optique avec le détecteur du wattmètre

3.22

plan de référence optique

plan sur ou près du *port d'entrée optique* qui sert à définir le *diamètre du spot* du faisceau

NOTE On considère généralement que le plan de référence optique est perpendiculaire à la propagation du faisceau, et il convient de le décrire à l'aide de dimensions mécaniques appropriées se rapportant au port d'entrée optique du wattmètre.

3.23

réponse dépendant de la polarisation

PDR (en anglais *polarization dependent response*)

variation de la réponse d'un wattmètre en fonction de tous les états possibles de polarisation de la lumière d'entrée, exprimée en décibels:

$$PDR = 10 \times \log_{10} \left(\frac{r_{\max}}{r_{\min}} \right) \text{ (dB)}$$

où $r_{\max}$ et $r_{\min}$ sont les réponses maximale et minimale enregistrées sur tous les états de polarisation.

3.24

wattmètre (pour dispositifs à fibres optiques)

dans la présente norme, appareil capable de mesurer la puissance rayonnante des sources typiques pour l'industrie des communications par fibres optiques. Ces sources comprennent les diodes laser, les DEL et les fibres. Le rayonnement peut être divergent ou collimaté. Le rayonnement est supposé être incident sur le plan de référence optique dans le cadre des conditions spécifiées. Un wattmètre peut comporter soit un appareil unique, soit un appareil principal et une tête de détection séparée. Dans le cas d'une tête de détection séparée, la tête peut être étalonnée sans l'appareil principal

NOTE 1 Le résultat de mesure peut être influencé par l'appareil principal, en particulier si des systèmes électroniques analogiques sont utilisés dans l'appareil principal. Dans de tels cas, il est nécessaire d'étalonner la tête de détection avec l'appareil principal.

NOTE 2 Un wattmètre pour dispositifs à fibres optiques est en général capable de mesurer la valeur moyenne temporelle d'une puissance optique **modulée**. On peut observer une incertitude plus importante, qui dépend du cycle de service et de la puissance de crête de la puissance optique modulée.

NOTE 3 Tous les étalons de la présente norme sont des wattmètres.

3.25

puissance rayonnante

P

puissance émise, transférée ou reçue sous la forme de rayonnement optique [1]¹.

Unité: W

3.26

conditions de référence

conditions d'utilisation prescrites pour les essais de performance d'un appareil de mesure ou pour la comparaison entre les résultats des mesures

[VIM, 5.7]

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

3.21

optical input port

physical input of the power meter (or standard) to which the radiant power is to be applied or to which the optical fibre end is to be connected. An optical path (path of rays with or without optical elements like lenses, diaphragms, light guides, etc.) is assumed to connect the optical input port with the power meter's detector.

3.22

optical reference plane

plane on or near the *optical input port* which is used to define the beam's *spot diameter*

NOTE The optical reference plane is usually assumed to be perpendicular to the beam propagation, and it should be described by appropriate mechanical dimensions relative to the power meter's optical input port.

3.23

polarization dependent response

PDR

variation in response of a power meter with respect to all possible polarization states of the input light, expressed in decibels:

$$PDR = 10 \times \log_{10} \left(\frac{r_{\max}}{r_{\min}} \right) \text{ (dB)}$$

where $r_{\max}$ and $r_{\min}$ are the maximum and minimum response taken over all polarization states.

3.24

power meter (fibre-optic)

in this standard, instrument capable of measuring radiant power from sources which are typical for the fibre-optic communications industry. These sources include laser diodes, LEDs and fibres. The radiation may be divergent or collimated. The radiation is assumed to be incident on the optical reference plane within the specified conditions. A power meter may consist either of a single instrument or of a main instrument and a separate sensing head. In the case of a separate sensing head, the head may be calibrated without the main instrument.

NOTE 1 The measurement result may be influenced by the main instrument, particularly if any analog electronics is used in the main instrument. In such cases, the sensing head must be calibrated together with the main instrument.

NOTE 2 A fibre-optic power meter is usually capable of measuring the time-average of **modulated** optical power. An increased uncertainty may be observed, which depends on the duty cycle and the peak power of modulated optical power.

NOTE 3 All of the standards in this standard are power meters.

3.25

radiant power

P

power emitted, transferred, or received in the form of optical radiation [1]¹⁾. Unit: W.

3.26

reference conditions

conditions of use prescribed for testing the performance of a measuring instrument or for intercomparison of results of measurements

[VIM, 5.7]

¹⁾ Figures in square brackets refer to the Bibliography.

NOTE Les conditions de référence comprennent généralement les **valeurs de référence** ou les **gammes de référence** pour les grandeurs d'influence affectant l'appareil de mesure.

3.27

appareil de référence

étalon qui est utilisé comme référence pour l'étalonnage d'un *appareil de mesure*

3.28

étalon de référence

étalon, en général de la plus haute qualité métrologique disponible à un emplacement donné ou dans un organisme donné, dont les mesures qui y sont effectuées sont dérivées [VIM, 6.6]

3.29

réponse

r

résultat de mesure d'un wattmètre, y , divisé par la puissance rayonnante sur le plan de référence optique du wattmètre, P , à une condition donnée de mesure:

$$r = \frac{y}{P} \text{ (W/W, sans dimension)}$$

NOTE Un wattmètre idéal indique une réponse de 1 pour toutes les conditions de fonctionnement.

3.30

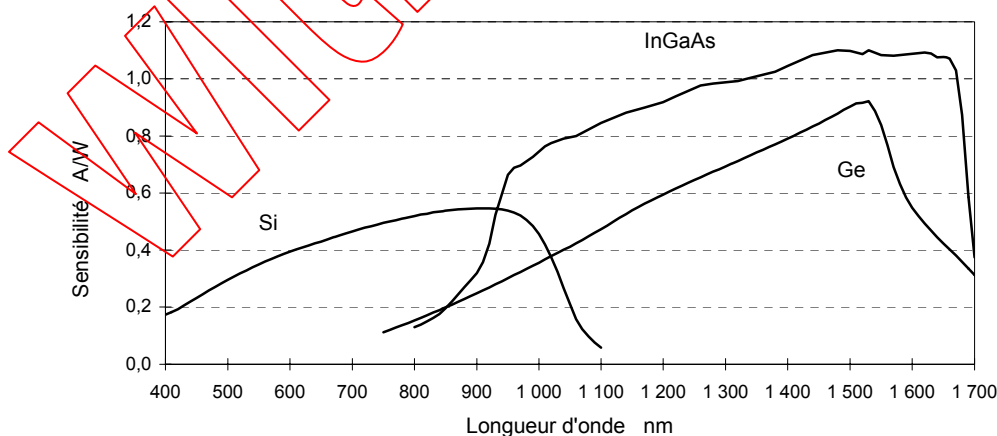
sensibilité (spectrale)

R

quotient du courant de sortie du détecteur I par la puissance optique monochromatique incidente P :

$$R = \frac{I}{P} \text{ (A/W)}$$

NOTE La sensibilité dépend des conditions (longueur d'onde, température, etc.).



IEC 1826/05

Légende

Si: silicium
Ge: germanium
InGaAs: arséniure de gallium indé

Figure 1 – Sensibilité spectrale typique des détecteurs photoélectriques

NOTE The reference conditions generally include **reference values** or **reference ranges** for the influence quantities affecting the measuring instrument.

3.27

reference meter

standard which is used as the reference for the *calibration* of a *test meter*

3.28

reference standard

standard, generally having the highest metrological quality available at a given location or in a given organization, from which measurements made there are derived

[VIM, 6.6]

3.29

response

r

measurement result of a power meter, y , divided by the radiant power on the power meter's optical reference plane, P , at a given condition of measurement:

$$r = \frac{y}{P} \text{ (W/W, dimensionless)}$$

NOTE An ideal power meter exhibits a response of 1 for all operating conditions.

3.30

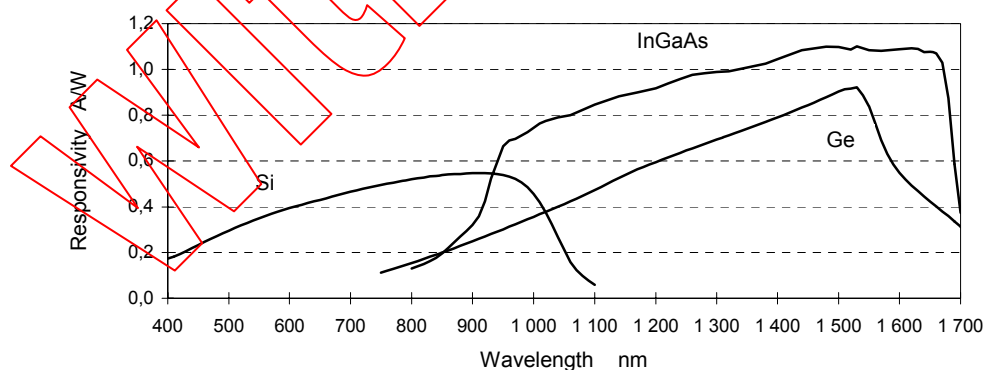
(spectral) responsivity

R

quotient of the detector output current I by the incident monochromatic optical power P :

$$R = \frac{I}{P} \text{ (A/W)}$$

NOTE The responsivity depends on the conditions (wavelength, temperature, etc.).



IEC 1826/05

Key

Si: silicon
Ge: germanium
InGaAs: indium gallium arsenide

Figure 1 – Typical spectral responsivity of photoelectric detectors

3.31

largeur de bande spectrale

B (en anglais *bandwidth*)

dans le cadre de la présente norme, largeur à mi-hauteur (LMH) du spectre

Si le spectre n'est pas continu, par exemple dans le cas d'une diode laser avec un spectre présentant différentes raies longitudinales, la largeur de bande spectrale est alors définie d'après la valeur efficace de la largeur de bande spectrale, B_{rms} :

$$B = M \times B_{\text{rms}} = M \sqrt{\frac{\sum_i P_i \times \lambda_i^2}{\sum_i P_i} - \lambda_{\text{centrale}}^2} = M \sqrt{\frac{\sum_i P_i (\lambda_i - \lambda_{\text{centrale}})^2}{\sum_i P_i}}$$

où

$M = 2\sqrt{2\ln 2} \cong 2,35$ (valeur calculée à l'aide d'un spectre avec une enveloppe gaussienne);

P_i est la puissance du $i^{\text{ème}}$ mode discret, par exemple en W;

λ_i est la longueur d'onde dans le vide du $i^{\text{ème}}$ mode discret;

$\lambda_{\text{centrale}}$ est la *longueur d'onde centrale*.

NOTE 1 Si la source émet uniquement à une longueur d'onde (spectre à une raie), il peut suffire de définir une limite supérieure, par exemple largeur de bande spectrale < 1 nm.

NOTE 2 Il est généralement suffisant de réaliser l'intégrale ou la sommatoire sur le spectre où la puissance est supérieure à 0,1 % de la puissance maximale.

3.32

diamètre du spot

dans la présente norme, le diamètre de la surface éclairée sur le plan de référence optique, défini par le cercle (meilleure approximation) auquel l'*éclairement énergétique* est tombé à 5 % de l'éclairement énergétique de crête

NOTE 1 Le rapport de 5 % a été adopté pour des raisons de compatibilité avec la définition de l'ouverture numérique. D'autres rapports sont souvent utilisés pour décrire les faisceaux laser, par exemple $1/e^2$ ou $1/e$. Dans ce cas, cela sera établi avec la valeur du diamètre du spot.

NOTE 2 Il est nécessaire que le diamètre du *plan de référence optique* soit supérieur au diamètre du spot, afin de mesurer l'ensemble de la puissance optique.

3.33

appareil de mesure

wattmètre (ou étalon) à étalonner, par comparaison avec l'*appareil de référence*

3.34

traçabilité

propriété du résultat d'une mesure ou de la valeur d'un étalon, au moyen duquel (de laquelle) il (elle) peut être lié(e) à des références établies, en général des étalons nationaux ou internationaux, le long d'une chaîne ininterrompue de comparaisons, toutes ayant des incertitudes établies

[VIM, 6.10]

3.35

chaîne de traçabilité

chaîne ininterrompue de comparaisons

(VIM 6.10]

3.31**spectral bandwidth*****B***

for the purpose of this standard, full-width at half-maximum (FWHM) of the spectrum

If the spectrum is non-continuous, for example as in the case of a laser diode with a multi-longitudinal line spectrum, then the spectral bandwidth is defined with the help of the root-mean-square spectral bandwidth, B_{rms} :

$$B = M \times B_{\text{rms}} = M \sqrt{\frac{\sum_i P_i \times \lambda_i^2}{\sum_i P_i} - \lambda_{\text{centre}}^2} = M \sqrt{\frac{\sum_i P_i (\lambda_i - \lambda_{\text{centre}})^2}{\sum_i P_i}}$$

where

$M = 2\sqrt{2\ln 2} \cong 2,35$ (calculated using a spectrum with a Gaussian envelope);

P_i is the power of the i^{th} discrete line, for example in W;

λ_i is the vacuum wavelength of the i^{th} discrete line;

λ_{centre} is the *centre wavelength*.

NOTE 1 If the source emits at one wavelength only (single-line spectrum), it may be sufficient to specify an upper limit, for example spectral bandwidth < 1 nm.

NOTE 2 It is usually sufficient to perform the integral or summation over the spectrum where the power is higher than 0,1 % of the maximum power.

3.32**spot diameter**

in this standard, diameter of the irradiated area on the optical reference plane, defined by the (best-approximation) circle at which the *irradiance* has dropped to 5 % of the peak irradiance

NOTE 1 The ratio of 5 % was adopted for reasons of compatibility with the definition of the numerical aperture. Other ratios are often used to describe laser beams, for example $1/e^2$ or $1/e$. In that case it shall be stated with the spot diameter value.

NOTE 2 The diameter of the *optical reference plane* must be larger than the spot diameter in order to measure the whole optical power.

3.33**test meter**

power meter (or standard) to be calibrated by comparison with the *reference meter*

3.34**traceability**

property of the result of a measurement or the value of a standard whereby it can be related to stated references, usually national or international standards, through an unbroken chain of comparisons all having stated uncertainties

[VIM, 6.10]

3.35**traceability chain**

unbroken chain of comparison

[VIM 6.10]