



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Calibration of tuneable laser sources**

**Étalonnage des sources laser accordables**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

**W**

---

ICS 31.260; 33.180.01

ISBN 978-2-8322-1411-4

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms, definitions and abbreviations.....	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviations.....	10
4 Preparation for calibration.....	10
4.1 Organization.....	10
4.2 Traceability.....	10
4.3 Preparation.....	10
4.4 Reference calibration conditions.....	11
5 Wavelength calibration.....	11
5.1 Overview.....	11
5.2 Wavelength calibration at reference conditions.....	11
5.2.1 Set-up.....	11
5.2.2 Calibration equipment.....	11
5.2.3 Procedure for wavelength calibration.....	12
5.2.4 Dependence on conditions.....	12
5.2.5 Uncertainty at reference conditions.....	14
5.3 Wavelength calibration at operating conditions.....	15
5.3.1 General.....	15
5.3.2 Optical power dependence.....	15
5.3.3 Uncertainty at operating conditions.....	16
6 Optical power calibration.....	16
6.1 Overview.....	16
6.2 Optical power calibration at reference conditions.....	17
6.2.1 Set-up.....	17
6.2.2 Calibration equipment.....	17
6.2.3 Procedure for power calibration at reference conditions.....	17
6.2.4 Dependence on conditions.....	18
6.2.5 Uncertainty at reference conditions.....	21
6.3 Optical power calibration at operating conditions.....	22
6.3.1 General.....	22
6.3.2 Wavelength dependence.....	22
6.3.3 Uncertainty at operating conditions.....	23
7 Documentation.....	23
7.1 Calibration data and uncertainty.....	23
7.2 Calibration conditions.....	23
Annex A (normative) Mathematical basis.....	25
A.1 General.....	25
A.2 Type A evaluation of uncertainty.....	25
A.3 Type B evaluation of uncertainty.....	26
A.4 Determining the combined standard uncertainty.....	26
A.5 Reporting.....	27
Annex B (informative) Averaged wavelength (or power) deviation over a certain range.....	28

Annex C (informative) Other testing .....	30
C.1 General .....	30
C.2 Wavelength resolution .....	30
C.2.1 Set-up .....	30
C.2.2 Testing equipment .....	30
C.2.3 Testing procedure for determining wavelength resolution .....	30
C.3 Optical power resolution .....	31
C.3.1 Set-up .....	31
C.3.2 Testing equipment .....	31
C.3.3 Testing procedure for optical power resolution .....	31
C.4 Signal to source spontaneous emission ratio .....	32
C.4.1 Set-up .....	32
C.4.2 Testing equipment .....	32
C.4.3 Testing procedure for determining signal to source spontaneous emission ratio .....	32
C.5 Side mode suppression ratio .....	33
C.5.1 General .....	33
C.5.2 Set-up .....	33
C.5.3 Testing equipment .....	34
C.5.4 Testing procedure .....	34
Bibliography .....	37
Figure 1 – Measurement set-up for wavelength calibration .....	11
Figure 2 – Measurement set-up for temperature dependence .....	13
Figure 3 – Measurement set-up for wavelength stability .....	14
Figure 4 – Measurement set-up for optical power dependence .....	15
Figure 5 – Measurement set-up for intrinsic optical power calibration .....	17
Figure 6 – Measurement set-up for temperature dependence .....	18
Figure 7 – Measurement set-up for optical power stability .....	20
Figure 8 – Measurement set-up for connection repeatability/reproducibility .....	21
Figure 9 – Measurement set-up for wavelength dependence .....	22
Figure C.1 – Measurement set-up for wavelength resolution .....	30
Figure C.2 – Measurement set-up for optical power resolution setting test .....	31
Figure C.3 – Measurement set-up for signal to total source spontaneous emission ratio .....	32
Figure C.4 – Measurement of the signal to spontaneous emission ratio .....	33
Figure C.5 – Measurement set-up for the side mode suppression ratio test .....	33
Figure C.6 – Optical spectrum of tuneable laser source .....	35
Figure C.7 – Measurement set-up for SMSR .....	35

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### CALIBRATION OF TUNEABLE LASER SOURCES

#### 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 62522 has been prepared by IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

CDV	Report on voting
86/443/CDV	86/459/RVC

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 stability 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.

## INTRODUCTION

Wavelength-division multiplexing (WDM) transmission systems have been deployed in optical trunk lines. ITU-T Recommendations in the G.694 series describe the frequency and wavelength grids for WDM applications. For example, the frequency grid of G.694.1 supports a variety of channel spacing ranging from 12,5 GHz to 100 GHz and wider. WDM devices, such as arrayed waveguide grating (AWG), thin film filter or grating based multiplexers (MUX) and demultiplexers (DMUX) with narrow channel spacing are incorporated in the WDM transmission systems. When measuring the characteristics of such devices, wavelength tuneable laser sources are commonly used and are required to have well-calibrated performances; wavelength uncertainty, wavelength tuning repeatability, wavelength stability and output optical power stability are important parameters.

The tuneable laser source (TLS) is generally equipped with the following features:

- a) the output wavelength is continuously tuneable in a wavelength range starting at 1 260 nm or higher and ending at less than 1 675 nm (the output should excite only the fundamental LP01 fibre mode);
- b) an output port for optical fibre connectors.

The envelope of the spectrum is a single longitudinal mode with a FWHM of at most 0,1 nm. Any adjacent modes are at least 20 dB lower than the main spectral mode (for example, a distributed feedback laser diode (DFB-LD), external cavity laser, etc.)

## CALIBRATION OF TUNEABLE LASER SOURCES

### 1 Scope

This International Standard provides a stable and reproducible procedure to calibrate the wavelength and power output of a tuneable laser against reference instrumentation such as optical power meters and optical wavelength meters (including optical frequency meters) that have been previously traceably calibrated.

### 2 Normative references

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

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

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

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

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	40
INTRODUCTION .....	42
1 Domaine d'application .....	43
2 Références normatives .....	43
3 Termes, définitions et abréviations .....	43
3.1 Termes et définitions .....	43
3.2 Abréviations .....	46
4 Préparation pour l'étalonnage .....	46
4.1 Organisation .....	46
4.2 Traçabilité .....	46
4.3 Préparation .....	47
4.4 Conditions d'étalonnage de référence .....	47
5 Etalonnage de la longueur d'onde .....	47
5.1 Présentation .....	47
5.2 Etalonnage de la longueur d'onde dans des conditions de référence .....	48
5.2.1 Montage .....	48
5.2.2 Equipement d'étalonnage .....	48
5.2.3 Procédure d'étalonnage de la longueur d'onde .....	48
5.2.4 Dépendance par rapport aux conditions .....	49
5.2.5 Incertitude dans les conditions de référence .....	51
5.3 Etalonnage de la longueur d'onde dans les conditions de fonctionnement .....	52
5.3.1 Généralités .....	52
5.3.2 Dépendance par rapport à la puissance optique .....	52
5.3.3 Incertitude dans les conditions de fonctionnement .....	53
6 Etalonnage de la puissance optique .....	53
6.1 Présentation .....	53
6.2 Etalonnage de la puissance optique dans les conditions de référence .....	54
6.2.1 Montage .....	54
6.2.2 Equipement d'étalonnage .....	54
6.2.3 Procédure d'étalonnage de la puissance optique dans des conditions de référence .....	54
6.2.4 Dépendance par rapport aux conditions .....	55
6.2.5 Incertitude relative aux conditions de référence .....	59
6.3 Etalonnage de la puissance optique dans les conditions de fonctionnement .....	59
6.3.1 Généralités .....	59
6.3.2 Dépendance par rapport à la longueur d'onde .....	59
6.3.3 Incertitude relative aux conditions de fonctionnement .....	60
7 Documentation .....	61
7.1 Données d'étalonnage et incertitude .....	61
7.2 Conditions d'étalonnage .....	61
Annexe A (normative) Bases mathématiques .....	62
A.1 Généralités .....	62
A.2 Evaluation de l'incertitude de type A .....	62
A.3 Evaluation de l'incertitude de type B .....	62
A.4 Détermination de l'incertitude type cumulée .....	63
A.5 Rapport .....	64



Annexe B (informative) Ecart de longueur d'onde (ou de puissance) moyen sur une certaine plage .....	65
Annexe C (informative) Autres essais .....	67
C.1 Généralités .....	67
C.2 Résolution de longueur d'onde .....	67
C.2.1 Montage .....	67
C.2.2 Equipement d'essai.....	67
C.2.3 Procédure d'essai concernant la détermination de la résolution de la longueur d'onde .....	67
C.3 Résolution de la puissance optique.....	68
C.3.1 Montage .....	68
C.3.2 Equipement d'essai.....	68
C.3.3 Procédure d'essai de la résolution de la puissance optique.....	68
C.4 Taux d'émission spontanée entre signal et source .....	69
C.4.1 Montage .....	69
C.4.2 Equipement d'essai.....	69
C.4.3 Procédure d'essai pour déterminer le taux d'émission spontanée entre signal et source .....	69
C.5 Taux de suppression des modes latéraux .....	70
C.5.1 Généralités .....	70
C.5.2 Montage .....	70
C.5.3 Equipement d'essai.....	71
C.5.4 Procédure d'essai .....	71
Bibliographie .....	74
Figure 1 – Montage de mesure pour l'étalonnage de la longueur d'onde.....	48
Figure 2 – Montage de mesure concernant la dépendance par rapport à la température.....	49
Figure 3 – Montage de mesure concernant la stabilité de la longueur d'onde.....	50
Figure 4 – Montage de mesure concernant la dépendance par rapport à la puissance optique.....	52
Figure 5 – Montage de mesure pour l'étalonnage de la puissance optique intrinsèque.....	54
Figure 6 – Montage de mesure concernant la dépendance par rapport à la température.....	56
Figure 7 – Montage de mesure de la stabilité de la puissance optique.....	57
Figure 8 – Montage de mesure de la répétabilité/reproductibilité des connexions .....	58
Figure 9 – Montage de mesure de la dépendance à la longueur d'onde.....	60
Figure C.1 – Montage de mesure de la résolution de la longueur d'onde .....	67
Figure C.2 – Montage de mesure concernant l'essai de réglage de résolution de la puissance optique .....	68
Figure C.3 – Montage de mesure du taux d'émission spontanée entre signal et source .....	69
Figure C.4 – Mesure du taux d'émission spontanée entre signal et source .....	70
Figure C.5 – Montage de mesure de l'essai du taux de suppression des modes latéraux.....	70
Figure C.6 – Spectre optique de la source laser accordable.....	72
Figure C.7 – Montage de mesure pour le SMSR .....	72

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### ÉTALONNAGE DES SOURCES LASER ACCORDABLES

#### 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. A 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 62522 a été établie par le comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est basé sur les documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86/443/CDV	86/459/RVC

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/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

## INTRODUCTION

Les systèmes de transmission par multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM) ont été déployés dans les lignes optiques principales. Les recommandations UIT-T de la série G.694 décrivent des grilles de fréquences et de longueurs d'onde pour des applications WDM. Par exemple, la grille de fréquence de la G.694.1 prend en charge une variété d'espacements entre les canaux sur une plage allant de 12,5 GHz à 100 GHz et sur une plage plus large. Des dispositifs WDM, tels qu'un réseau de guide d'onde (AWG: arrayed waveguide grating), des multiplexeurs (MUX) et des démultiplexeurs (DMUX) basés sur un filtre à couche mince ou sur des réseaux, avec un espacement étroit entre les canaux, sont intégrés dans les systèmes de transmission WDM. Lors de la mesure des caractéristiques de tels dispositifs, on utilise communément des sources laser accordables en longueur d'onde, nécessaires pour obtenir des performances bien étalonnées. L'incertitude sur les longueurs d'onde, la répétabilité du caractère accordable des longueurs d'onde, la stabilité de la longueur d'onde et la stabilité de la puissance optique de sortie sont des paramètres importants.

Une source laser accordable (TLS) présente généralement les fonctionnalités suivantes:

- a) la longueur d'onde de sortie est accordable de manière continue dans une plage de longueurs d'onde comprise entre 1 260 nm ou plus et 1 675 nm ou moins (il convient que la sortie n'excite que le mode fondamental LP<sub>01</sub> de la fibre);
- b) un port de sortie pour connecteurs de fibres optiques.

L'enveloppe du spectre représente un mode longitudinal unique avec une largeur à mi-hauteur (FWHM) de 0,1 nm au plus. Tout mode adjacent est inférieur d'au moins 20 dB par rapport au mode spectral principal (par exemple, une diode laser à rétroaction répartie (DFB-LD), un laser à cavité externe, etc.)

## ÉTALONNAGE DES SOURCES LASER ACCORDABLES

### 1 Domaine d'application

La présente norme internationale fournit une procédure stable et reproductible pour étalonner la longueur d'onde et la puissance de sortie d'un laser accordable en fonction des instruments de référence tels que des appareils de mesure de la puissance optique et des appareils de mesure de longueur d'onde optique (y compris des fréquencesmètres optiques) dont la traçabilité a été préalablement étalonnée.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60793-2-50, *Fibres optiques – Partie 2-50: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres unimodales de classe B*

IEC 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 60825-2, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO)*

IEC 62192-2, *Étalonnage des appareils de mesure de longueur d'onde/appareil de mesure de la fréquence optique – Partie 2: Appareils de mesure de longueur d'onde unique à interféromètre de Michelson*

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

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

ISO/IEC Guide 99:2007, *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*