



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Expression of performance of gas analyzers –
Part 7: Tuneable semiconductor laser gas analyzers**

**Expression des performances des analyseurs de gaz –
Partie 7: Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 19.040; 71.040.40

ISBN 978-2-8322-1117-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Procedure for specification	10
4.1 General	10
4.2 In situ analyzers	10
4.2.1 Additional operation and maintenance requirements.....	10
4.2.2 Additional terms related to the specification of performance	10
4.2.3 Additional limits of uncertainties	11
4.3 Extractive analyzers	11
4.3.1 Additional operation and maintenance requirements.....	11
4.3.2 Additional terms related to the specification of performance	12
4.4 Recommended standard values and range of influence quantities	12
4.5 Laser safety	12
5 Procedures for compliance testing.....	12
5.1 In situ analyzers	12
5.1.1 General	12
5.1.2 Apparatus to simulate measurement condition	13
5.1.3 Apparatus to generate test gas mixture	13
5.1.4 Apparatus to investigate the attenuation induced by opaque dust, liquid droplets and other particles	13
5.1.5 Testing procedures	14
5.2 Extractive analyzers	16
5.2.1 General	16
5.2.2 Apparatus to generate test gas mixture	16
5.2.3 Testing procedures.....	16
Annex A (informative) Systems of tuneable semiconductor laser gas analyzers	18
Annex B (normative) Examples of the test apparatus	19
Bibliography.....	23
Figure A.1 – Tuneable semiconductor laser gas analyzers.....	18
Figure B.1 – Example of a test apparatus to simulate measurement condition for across-duct and open-path analyzers.....	19
Figure B.2 – Example of a test apparatus to simulate measurement condition for probe type analyzers	19
Figure B.3 – Example of apparatus to generate the test gas mixture	20
Figure B.4 – Delay time, rise time and fall time	21
Figure B.5 – Example of a grid to simulate the attenuation by the dust in optical path.....	22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPRESSION OF PERFORMANCE OF GAS ANALYZERS –

Part 7: Tuneable semiconductor laser gas analyzers

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 61207-7 has been prepared by subcommittee 65B: Measurement and control devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

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

FDIS	Report on voting
65B/876/FDIS	65B/891/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 International Standard is to be used in conjunction with IEC 61207-1:2010.

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

A list of all parts of the IEC 61207 series, under the general title *Expression of performance of gas analyzers*, can be found on the IEC website.

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.

The contents of the corrigendum of June 2015 have been included in this copy.

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

This part of IEC 61207 includes the terminology, definitions, statements and tests that are specific to tuneable semiconductor laser gas analyzers, which utilize tuneable semiconductor laser absorption spectroscopy (TSLAS).

Tuneable semiconductor laser gas analyzers utilize tuneable semiconductor lasers (e.g. diode lasers, quantum cascade lasers, interband cascade lasers) as light sources, whose wavelength covers ultraviolet, visible and infrared part of the electromagnetic spectrum, to detect the absorption spectra and thus determine the concentration of gases to be analyzed. These analyzers may employ different TSLAS techniques such as direct absorption spectroscopy, frequency modulation spectroscopy (FMS), wavelength modulation spectroscopy (WMS), etc. Multi-pass absorption spectroscopy, photoacoustic spectroscopy (PAS), and cavity-enhanced absorption spectroscopy (CEAS) such as cavity-ringdown spectroscopy (CRDS) are also used to take advantage of their high detection sensitivity.

Tuneable semiconductor laser gas analyzers are usually used to measure concentration of small molecule gases, such as oxygen, carbon monoxide, carbon dioxide, hydrogen sulfide, ammonia, hydrogen fluoride, hydrogen chloride, nitrogen dioxide, water vapour etc.

There are two main types of tuneable semiconductor laser gas analyzers: extractive and in situ analyzers. The extractive analyzers measure the sample gas withdrawn from a process or air by a sample handling system. The in situ analyzers measure the gas in its original place, including across-duct, probe and open-path types. Across-duct analyzers either have a laser source and a detector mounted on opposite sides of a duct, or both the laser and the detector are mounted on the same side and a retroreflector on the opposite side of a duct. Probe analyzers comprise a probe mounted into the duct, and the measured gas either passes through or diffuses into the measuring optical path inside the probe. And open-path analyzers measure the gas in an open environment with a hardware approach similar to across duct analyzers (source and detector on opposite sides of the open area or a retroreflector on one side and the source and detector on the opposite side), except the sample is in an open path and not contained in a duct.

NOTE 1 Traditionally, only diode lasers were employed, and thus tuneable diode laser gas analyzers and tuneable diode laser absorption spectroscopy (TDLAS) are widely used terms. However, with the development of laser technology, many other types of semiconductor lasers, such as quantum cascade lasers (QCLs) and interband cascade lasers (ICLs) have been developed and employed in laser gas analyzers. Therefore, the term of semiconductor laser rather than diode laser is used in this standard to reflect this technology advancement.

NOTE 2 Though tuneable semiconductor laser photoacoustic spectroscopy (PAS) is in principle different from absorption spectroscopy typically used in tuneable semiconductor laser gas analyzers, the hardware and data reduction software are almost the same for analyzers utilizing these two spectroscopy technologies, and thus PAS is considered a variant of absorption spectroscopy and this standard also applies to the analyzers based on PAS.

EXPRESSION OF PERFORMANCE OF GAS ANALYZERS –

Part 7: Tuneable semiconductor laser gas analyzers

1 Scope

This part of IEC 61207 applies to all aspects of analyzers utilizing TSLAS for the concentration measurement of one or more gas components in a gaseous mixture or vapour.

It applies to analyzers utilizing tuneable semiconductor lasers as sources and utilizing absorption spectroscopy, such as direct absorption, FMS, WMS, multi-pass absorption spectroscopy, CRDS, ICOS, PAS and CEAS techniques, etc.

It applies both to in situ or extractive type analyzers. This standard includes the following, it

- specifies the terms and definitions related to the functional performance of gas analyzers, utilizing tuneable semiconductor laser gas absorption spectroscopy, for the continuous measurement of gas or vapour concentration in a source gas,
- unifies methods used in making and verifying statements on the functional performance of this type of analyzers,
- specifies the type of tests to be performed to determine the functional performance and how to carry out these tests,
- provides basic documents to support the application of the standards of quality assurance with in ISO 9001

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 60654-1:1993, *Industrial-process measurement and control equipment – Operating conditions – Part 1: Climatic conditions*

IEC 60654-2:1979, *Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 2: Power*
Amendment 1:1992

IEC 60654-3:1983, *Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 3: Mechanical influences*

IEC 60825-1:2007, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 61207-1:2010, *Expression of performance of gas analyzers – Part 1: General*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	25
INTRODUCTION	27
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes and définitions	29
4 Mode opératoire pour la spécification	32
4.1 Généralités	32
4.2 Analyseurs in situ	32
4.2.1 Exigences de fonctionnement et de maintenance supplémentaires	32
4.2.2 Termes et conditions supplémentaires relatifs à la spécification des performances	33
4.2.3 Limites supplémentaires des incertitudes	33
4.3 Analyseurs d'extraction	34
4.3.1 Exigences supplémentaires de fonctionnement et de maintenance	34
4.3.2 Termes supplémentaires relatifs à la spécification des performances	34
4.4 Valeurs normalisées recommandées et étendue des grandeurs d'influence	35
4.5 Sécurité laser	35
5 Modes opératoires pour les essais de conformité	35
5.1 Analyseurs in situ	35
5.1.1 Généralités	35
5.1.2 Appareil de simulation des conditions de mesure	35
5.1.3 Appareil de génération de mélange de gaz d'essai	36
5.1.4 Appareil d'examen de l'atténuation induite par la poussière opaque, les gouttelettes liquides et autres particules	36
5.1.5 Modes opératoires d'essai	36
5.2 Analyseurs d'extraction	38
5.2.1 Généralités	38
5.2.2 Appareil de génération de mélange de gaz d'essai	39
5.2.3 Modes opératoires d'essai	39
Annexe A (informative) Systèmes d'analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables	41
Annexe B (normative) Exemples d'appareils d'essai	42
Bibliographie	46
Figure A.1 – Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables	41
Figure B.1 – Exemple d'appareil d'essai de simulation des conditions de mesure des analyseurs à conduit transversal et en circuit ouvert	42
Figure B.2 – Exemple d'appareil d'essai de simulation des conditions de mesure des analyseurs de type à sonde	42
Figure B.3 – Exemple d'appareil de génération de mélange de gaz d'essai	43
Figure B.4 – Temps de retard, temps de montée et temps de descente	44
Figure B.5 – Exemple de grille de simulation de l'atténuation par la poussière dans le trajet optique	45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

EXPRESSION DES PERFORMANCES DES ANALYSEURS DE GAZ –

Partie 7: Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables

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 de la CEI 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'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications 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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI 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 CEI 61207-7 a été établie par le sous-comité 65B: Equipements de mesure et de contrôle-commande, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65B/876/FDIS	65B/891/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.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec la CEI 61207-1:2010.

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

Une liste de toutes les parties la série CEI 61207 publiées sous le titre général *Expression des performances des analyseurs de gaz*, est disponible sur le site web de la CEI.

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 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.

Le contenu du corrigendum de juin 2015 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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

La présente partie de la CEI 61207 comprend la terminologie, les définitions, les déclarations et les essais spécifiques aux analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables, qui utilisent la spectroscopie à absorption laser à semiconducteur accordable (TSLAS, *tunable semiconductor laser absorption spectroscopy*).

Les analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables utilisent des lasers à semiconducteurs accordables (par exemple, lasers à diode, lasers en cascade quantiques, lasers en cascade inter-bandes) comme sources de lumière, dont la longueur d'onde couvre la partie ultraviolette, visible et infrarouge du spectre électromagnétique, afin de détecter les spectres d'absorption et déterminer ainsi la concentration des gaz à analyser. Ces analyseurs peuvent utiliser différentes techniques TSLAS telles que la spectroscopie d'absorption directe, la spectroscopie à modulation de fréquence (FMS, *frequency modulation spectroscopy*), la spectroscopie à modulation de longueur d'onde (WMS, *wavelength modulation spectroscopy*), etc. La spectroscopie d'absorption multipassages, la spectroscopie photo-acoustique (PAS, *photoacoustic spectroscopy*) et la spectroscopie d'absorption amplifiée à cavité (CEAS, *cavity-enhanced absorption spectroscopy*) telle que la spectroscopie d'extinction à cavité (CRDS, *cavity-ringdown spectroscopy*) sont également utilisées pour leurs caractéristiques de haute sensibilité de détection.

Les analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables sont généralement utilisés pour mesurer la concentration de gaz à faibles molécules tels que l'oxygène, le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène, l'ammoniaque, le fluorure d'hydrogène, le chlorure d'hydrogène, le dioxyde d'azote, la vapeur d'eau, etc.

Il existe deux principaux types d'analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables: analyseur d'extraction et analyseur in situ. Les analyseurs d'extraction mesurent le gaz échantillon prélevé d'un processus ou de l'air au moyen d'un système de transport de l'échantillon. Les analyseurs in situ mesurent le gaz dans son lieu d'origine, y compris les types à conduit transversal, à sonde et en circuit ouvert. Les analyseurs à conduit transversal sont équipés d'une source laser et d'un détecteur montés sur les côtés opposés d'un conduit, ou le laser et le détecteur sont montés du même côté et un rétroreflecteur est installé du côté opposé du conduit. Les analyseurs à sonde comportent une sonde montée dans le conduit, et le gaz mesuré passe par la sonde ou se diffuse dans le trajet optique de mesure dans la sonde. Les analyseurs en circuit ouvert mesurent le gaz dans un environnement ouvert en appliquant une méthode matérielle similaire à celle des analyseurs à conduit transversal (source et détecteur montés sur les côtés opposés de la zone ouverte ou rétroreflecteur installé d'un côté et la source et le détecteur montés du côté opposé), à l'exception du fait que l'échantillon se trouve dans un circuit ouvert et n'est pas contenu dans un conduit.

NOTE 1 Traditionnellement, seuls les lasers à diode étaient utilisés, c'est pourquoi les termes analyseurs de gaz laser à diode accordables et spectroscopie à absorption laser à diode accordable (TDLAS, *tunable diode laser absorption spectroscopy*) sont largement utilisés. Cependant, le développement de la technologie laser a permis d'élaborer et d'utiliser bon nombre d'autres types de lasers à semiconducteurs, tels que les lasers en cascade quantiques (QCL, *quantum cascade lasers*) et les lasers en cascade inter-bandes (ICL, *interband cascade lasers*) dans les analyseurs de gaz laser. Par conséquent, la présente norme utilise le terme laser à semiconducteur plutôt que laser à diode pour refléter cette avancée technologique.

NOTE 2 Bien que la spectroscopie photo-acoustique (PAS) utilisant le laser à semiconducteur accordable soit en principe différente de la spectroscopie d'absorption généralement utilisée dans les analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables, le matériel et le logiciel utilisés pour la réduction des données sont pratiquement les mêmes que ceux applicables aux analyseurs utilisant ces deux technologies de spectroscopie. De ce fait, la spectroscopie PAS est considérée comme une variante de la spectroscopie d'absorption et la présente norme s'applique également aux analyseurs à spectroscopie PAS.

EXPRESSION DES PERFORMANCES DES ANALYSEURS DE GAZ –

Partie 7: Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61207 s'applique à tous les aspects des analyseurs à TSLAS utilisés pour la mesure de la concentration d'un ou de plusieurs composants de gaz dans un mélange gazeux ou de la vapeur.

Elle s'applique aux analyseurs à sources lasers à semiconducteurs accordables et utilisés dans le cadre de la spectroscopie d'absorption, comprenant les techniques d'absorption directe, FMS, WMS, spectroscopie d'absorption multipassages, CRDS, ICOS, PAS et CEAS, etc.

Elle s'applique aux analyseurs de type in situ ou d'extraction. La présente partie inclut les éléments suivants, elle

- spécifie les termes et définitions relatifs aux performances fonctionnelles des analyseurs de gaz, à laser à semiconducteur accordable pour spectroscopie d'absorption, utilisés pour la mesure en continu de la concentration de gaz ou de vapeur dans un gaz source,
- unifie les méthodes utilisées en fournissant et en vérifiant les indications relatives aux performances fonctionnelles de ce type d'analyseurs,
- spécifie le type d'essais à réaliser afin de déterminer les performances fonctionnelles et la manière d'effectuer ces essais,
- stipule des documents de base pour supporter l'application des normes d'assurance de la qualité selon l'ISO 9001.

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).

CEI 60654-1:1993, *Matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Conditions de fonctionnement – Partie 1: Conditions climatiques*

CEI 60654-2:1979, *Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels – Deuxième partie: Alimentation*
Amendement 1:1992

CEI 60654-3:1983, *Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels – Troisième partie: Influences mécaniques*

CEI 60825-1:2007, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 61207-1:2010, *Expression des performances des analyseurs de gaz – Partie 1: Généralités*