

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Safety of laser products –

Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information

Sécurité des appareils à laser –

Partie 12: Sécurité des systèmes de communication optique en espace libre utilisés pour la transmission d'informations



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Safety of laser products –

**Part 12: Safety of free space optical communication systems used for
transmission of information**

Sécurité des appareils à laser –

**Partie 12: Sécurité des systèmes de communication optique en espace libre
utilisés pour la transmission d'informations**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.260

ISBN 978-2-8322-6195-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Assessment of access level.....	12
4.1 General.....	12
4.2 Determination of access level and the use of Condition 2.....	13
4.3 Access level 1 and 1M	14
4.4 Access level 2 and 2M	15
4.5 Access level 3R	16
4.6 Access level 3B	16
4.7 Access level 4.....	16
4.8 Time base.....	17
5 Classification and evaluation of access level	17
5.1 General.....	17
5.2 Impact of using automatic power reduction features.....	18
5.3 Automatic power reduction mechanisms (APR).....	18
5.3.1 General	18
5.3.2 APR performance requirements	18
5.4 Installation protection systems (IPS).....	19
6 Access level and classification requirements by location type.....	19
6.1 General.....	19
6.2 Requirements for unrestricted locations	22
6.2.1 General	22
6.2.2 Use of access level 1M and access level 2M FSOCS equipment in unrestricted locations.....	24
6.2.3 Use of access level 3R FSOCS equipment in unrestricted locations	26
6.2.4 General	26
6.2.5 Use of access level 3R FSOCS equipment in restricted locations	27
6.3 Requirements for controlled locations	28
6.3.1 General	28
6.3.2 Use of access level 3B and access level 4 FSOCS equipment in controlled locations.....	29
6.4 Requirements for inaccessible space	29
6.5 Specular reflections	29
7 Organizational requirements.....	30
7.1 Requirements for manufacturers of ready-to-use FSOCS transmitter or turn key systems	30
7.1.1 General	30
7.1.2 Additional manufacturer's requirements	31
7.2 Installation and service organization requirements	32
7.3 Operating organization requirements	33
8 Marking	33
8.1 General.....	33
8.2 Marking of aperture for transmitter	35
8.3 Durability – Indelibility requirements for safety markings	35

8.4	Warning for invisible radiation	35
Annex A	(informative) Rationale.....	36
Annex B	(informative) Clarification of the meaning of "access level"	37
B.1	General.....	37
B.2	Class	37
B.3	Access level.....	37
Annex C	(informative) Examples of applications and calculations.....	38
C.1	Symbols used in the example of this annex.....	38
C.2	Examples of NHZ and ENHZ	38
C.2.1	General	38
C.2.2	Example – Collimated beam access level 1M FSOCS	38
C.2.3	Example – Diverging beam access level 1M FSOCS.....	39
C.2.4	Example – Access level 3B FSOCS product	39
C.3	Viewing a specular (mirror-like) reflection	40
C.4	Example of divergent, diffuse IR transmitter	41
C.5	FSOCS link between two restricted locations	42
C.6	Unmanned (uncrewed) Aerial (aircraft) system (UAS)	45
Annex D	(informative) Methods of hazard/safety analysis	48
Annex E	(informative) Guidance for installing, servicing and operating organizations.....	49
E.1	Working practices for FSOCSs.....	49
E.1.1	General	49
E.1.2	General working practices	49
E.1.3	Additional working practices for Class/access level 1M, 2M, 3R, 3B and 4 systems	50
E.2	Education and training	50
Bibliography		51
Figure 1	– Commercial structures	20
Figure 2	– Residential areas	21
Figure 3	– Examples of external location types	23
Figure 4	– Access level 1M or 2M transmitter near edge of unrestricted rooftop	25
Figure 5	– Access level 1M transmitter in unrestricted location	25
Figure 6	– Access level 3R transmitter in restricted location	28
Figure C.1	– Link between two widely separated locations	42
Figure C.2	– Unmanned (uncrewed) Aerial (aircraft) System with FSOCS	45
Figure C.3	– Grounded FSOCS installed to the ground	46
Figure C.4	– Grounded FSOCS installed to the controlled location.....	46
Table 1	– Measurement aperture diameters and distances for the default (simplified) evaluation	14
Table 2	– Restrictions for the use of FSOCS based on access levels	22
Table 3	– Requirements for warning signs	32
Table 4	– Marking requirements.....	34
Table C.1	– Symbols used in the example of Annex C	38
Table C.2	– Allowed access levels and installation requirements	47

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

**Part 12: Safety of free space optical communication systems
used for transmission of information**

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.

IEC 60825-12 has been prepared by IEC technical committee 76: Optical radiation safety and laser equipment. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2019. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition.

- a) Where relevant and appropriate, references to IEC 60825-1 have been changed to a specific dated reference i.e. IEC 60825-1:2014.
- b) Condition 2 has been changed from 7 mm aperture stop and 70 mm distance as follows,
 - For wavelengths less than 1 400 nm, 3,5 mm aperture stop and 35 mm distance,
 - For wavelengths equal to or greater than 1 400 nm, 3,5 mm aperture stop and 14 mm distance.

- c) For wavelengths between 1 200 nm and 1 400 nm, an additional limitation is required equal to the equivalent radiant power of the skin MPE. C₇ has therefore been revised in accordance with IEC 60825-1:2014, but with this additional limitation related to the skin MPE; see 4.2.
- d) Additional detail added regarding time base, see 4.8.
- e) Additional clarification added to Clause 8 regarding the content and formatting of labels.
- f) Annex A has been added, providing a rationale for the differences in approach between this document and IEC 60825-1:2014.
- g) Annex B has been added, providing clarification of the meaning of the term "access level".
- h) Worked examples have been added for a variety of scenarios; see Clauses C.2 to C.5.
- i) Clause C.6 has been added on UAS, unmanned aerial systems.

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

Draft	Report on voting
76/717/FDIS	76/722/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

The list of all parts of the IEC 60825 series, published under the title *Safety of laser products*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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

The objective of this document is to:

- protect people from hazardous optical radiation emitted by FSOCs;
- provide safety requirements and guidance for the design, manufacture and use of laser products or laser systems, which emit laser radiation for the purpose of free space optical data transmission;
- provide guidance for installation, operation, maintenance and service to assure the safe deployment and use of such laser systems.

This document only addresses the open beam portion of the laser product or laser system.

This document places the responsibility for certain product safety requirements, as well as requirements for providing appropriate information on how to use these systems safely, on the manufacturer of the system or the transmitters. It places the responsibility for the safe deployment and use of these systems on the installer or the operating organization. It places the responsibility for adherence to safety instructions during installation and service operations on the installation and service organizations as appropriate, and during operation and maintenance functions on the operating organization. It is recognized that the user of this document may fall into one or more of the categories of manufacturer, installer, service organization and/or operating organization as mentioned above.

Annex A gives a more detailed rationale for this document, and some examples are given in Annex C.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-12:2022

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information

1 Scope

This part of IEC 60825 is applicable to products that emit laser radiation for the purpose of free space optical data transmission.

This document does not apply to laser products designed for the purposes of transmitting optical power for applications such as material processing or medical treatment. This document also does not apply to the use of laser products in explosive atmospheres (see IEC 60079-0). Light-emitting diodes employed by free space optical communication systems, used for the purpose of free space optical data transmission, do not fall into the scope of this document.

NOTE If the laser product incorporates an optical fibre that extends from the confinements by a system or enclosed space, the requirements in IEC 60825-2 apply.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60825-1:2014, *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 (OFCSs)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60825-1:2014 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

access level

potential hazard at any accessible position as a result of the optical emissions from a free space optical communication system (FSOCS) installation

Note 1 to entry: The access level is based on the level of laser radiation which could become accessible in reasonably foreseeable circumstances, e.g. walking into an open beam path. It is closely related to the laser classification procedure in IEC 60825-1. The meaning of access level is clarified in Annex B.

Note 2 to entry: Practically speaking, it takes two or more seconds to fully align an optical aid with a beam (which might occur in an unrestricted location), and this delay is incorporated into the method for determining access level.

3.2

access level 1

assigned hazard at any accessible location within a FSOCS at which, under any reasonably foreseeable event, human access to laser radiation (accessible emission), evaluated by the measurement conditions for access level 1 as defined in Clause 4 of this document, will not exceed the accessible emission limits of Class 1 for the applicable wavelengths and emission duration, with additional constraints as defined in 4.3

Note 1 to entry: The "additional constraints" mentioned above refer to additional and stricter constraints that 4.3 of this document places on the values specified in IEC 60825-1:2014 for the accessible emission limits of Class 1 in the wavelength range 1 200 to 1 400 nm.

3.3

access level 1M

assigned hazard at any accessible location within a FSOCS at which, under any reasonably foreseeable event, human access to laser radiation (accessible emission), evaluated by the measurement conditions for access level 1M as defined in Clause 4 of this document, will not exceed the accessible emission limits of Class 1 for the applicable wavelengths and emission, with additional constraints as defined in 4.3

Note 1 to entry: The "additional constraints" mentioned above refer to additional and stricter constraints that 4.3 of this document places on the values specified in IEC 60825-1:2014 for the accessible emission limits of Class 1 in the wavelength range 1 200 to 1 400 nm.

3.4

access level 2

assigned hazard at any accessible location within a FSOCS at which, under any reasonably foreseeable event, human access to laser radiation (accessible emission), evaluated by the measurement conditions for access level 2 as defined in Clause 4 of this document, will not exceed the accessible emission limits of Class 2 for the applicable wavelengths and emission duration, with additional constraints as defined in 4.4

3.5

access level 2M

assigned hazard at any accessible location within a FSOCS at which, under any reasonably foreseeable event, human access to laser radiation (accessible emission), evaluated by the measurement conditions for access level 2M as defined in Clause 4 of this document, will not exceed the accessible emission limits of Class 2 for the applicable wavelengths and emission duration, with additional constraint as defined in 4.4

3.6

access level 3R

assigned hazard at any accessible location within a FSOCS at which, under any reasonably foreseeable event, human access to laser radiation (accessible emission), evaluated by the measurement conditions for access level 3R as defined in Clause 4 of this document, will not exceed the accessible emission limits of Class 3R for the applicable wavelengths and emission duration, with additional constraints as defined in 4.5

Note 1 to entry: The "additional constraints" mentioned above refer to additional and stricter constraints that 4.5 of this document places on the values specified in IEC 60825-1:2014 for the accessible emission limits of Class 1 in the wavelength range 1 200 to 1 400 nm.

3.7

access level 3B

assigned hazard at any accessible location within a FSOCS at which, under any reasonably foreseeable event, human access to laser radiation (accessible emission), evaluated by the measurement conditions for access level 3B as defined in Clause 4 of this document, will not exceed the accessible emission limits of Class 3B for the applicable wavelengths and emission duration, with additional constraints as defined in 4.6

3.8

access level 4

assigned hazard at any accessible location within a FSOCS at which, under any reasonably foreseeable event, human access to laser radiation (accessible emission), evaluated by the measurement conditions for access level 4 as defined in Clause 4 of this document, will exceed the accessible emission limits of Class 3B for the applicable wavelengths and emission duration, with additional constraints as defined in 4.7

Note 1 to entry: This document is applicable to the conditions of operation and maintenance of FSOCS. In order to achieve an adequate level of safety for persons who may come into contact with the optical transmission path, access level 4 is not permitted by this document. It is permitted to use protection systems, such as automatic power reduction (APR, see 3.10) or installation protection system (IPS: see 3.17), to achieve the required access level where the transmitted power under any operating conditions (e.g. normal and fault operation) exceeds that permitted for a particular location type. For instance, it is possible for accessible parts of an FSOCS to be access level 1 even though the power transmitted down the free space under normal operating conditions is Class 4.

3.9

aperture for transmitter

the window or laser transmissive port of FSOCS through which the beam is emitted into free space

3.10

automatic power reduction

APR

feature of a transmitter of an FSOCS, provided by the system equipment manufacturer, by which the accessible power in the nominal hazard zone (NHZ) or extended nominal hazard zone (ENHZ) is reduced to a specified value within a specified time

Note 1 to entry: The term "automatic power reduction" (APR) used in this document encompasses the following terms used in the International Telecommunication Union (ITU) Recommendation G.664:

- automatic laser shutdown (ALS);
- automatic power reduction (APR);
- automatic power shutdown (APSD).

3.11

beacon

optical source whose function is to aid in pointing or alignment of an FSOCS transmitter and/or receiver

3.12

end-to-end system

FSOCS that is comprised of at least one transmitter, one receiver, and any peripheral hardware necessary for the effective transfer of data along the transmission path from one position in space to another

3.13

extended nominal hazard zone

ENHZ

volume of space within which, when optical aids are used, the level of eye exposure to direct, reflected or scattered radiation exceeds the applicable maximum permissible exposure (MPE) as defined in IEC 60825-1:2014

Note 1 to entry: Exposure levels outside the boundary of the ENHZ are below the applicable MPE when optical aids are used.

Note 2 to entry: This volume is determined prior to activation of any IPS or APR systems unless the APR is used for classification under the conditions of Clause 5 of this document.

3.14

free space optical communication system

FSOCS

installed, portable, or temporarily mounted, through-the-air system typically used, intended or promoted for voice, data or multimedia communications and/or control purposes via the use of FSOCS transmitter

Note 1 to entry: "Free space" means the volume of air into which the laser radiation is emitted.

Note 2 to entry: Emitting and detecting assemblies are sometimes separated and sometimes not be separated.

3.15

FSOC transmitter

transmitter

optical transmitter emitting radiation through the air and used in an FSOCS

3.16

installation organization

installer

organization or individual who is responsible for the installation of an FSOCS

3.17

installation protection system

IPS

feature of an installation site, provided by the installer or operating organization, that has two functions: (1) it detects human entry into the accessible volume of either the NHZ for restricted or controlled locations or the ENHZ for an unrestricted location, and (2) once such entry is detected, causes reduction of the accessible power of the laser to a specified level within a specified time

3.18

interlock

means either of preventing access to a hazardous zone until the hazard is removed, or of automatically removing the hazardous condition when access is gained

Note 1 to entry: Interlocks should be failsafe (see 60825-1:2014 3.39), that is when the interlock is in the failure mode does not defeat the purpose of the interlock.

3.19

location

position or site occupied or available for occupancy

Note 1 to entry: Other standards may use the same terms for location types (3.20 to 3.23) with somewhat different definitions.

3.20

location of inaccessible space

inaccessible space

volume where a person cannot normally be located, i.e. the space that has a horizontal spacing more than 2,5 m from any unrestricted location and is both greater than 6 m above a surface in any unrestricted location, and more than 3 m above a surface in any restricted location

Note 1 to entry: Inaccessible space may be entered by, for example, aircraft.

Note 2 to entry: All open space that is neither an unrestricted, restricted nor controlled location.

3.21

location with controlled access

controlled location

location where an engineering and administrative control measures are present to make it inaccessible except to authorized personnel with appropriate laser safety training

3.22**location with restricted access****restricted location**

location that is normally inaccessible to the general public (including workers, visitors, and residents in the immediate vicinity) by means of any administrative or engineering control measure but that is accessible to authorized personnel (e.g. maintenance or service personnel including window cleaners in exterior locations) who did not have laser safety training

3.23**location with unrestricted access****unrestricted location**

location where access to the transmission/receiver equipment and open beam is not limited (accessible to the general public)

3.24**manufacturer**

organization or individual who makes or assembles optical devices and other components for the construction or modification of an FSOCS

3.25**nominal hazard zone****NHZ**

volume within which the level of eye exposure to direct, reflected or scattered radiation exceeds the applicable maximum permissible exposure (MPE) as defined in IEC 60825-1:2014

Note 1 to entry: Exposure levels outside the boundary of the NHZ are below the applicable MPE.

Note 2 to entry: This volume is determined prior to activation of any IPS or APR systems unless the APR is used for classification under the conditions of Clause 5 of this document.

3.26**operating organization****operator**

organization or individual who is responsible for the operation and maintenance of an FSOCS

3.27**optically-aided**

use of optical aids to view an emitting source from within the emitted beam

Note 1 to entry: It is possible that telescopic optics, including binoculars, could increase the hazard to the eye by intrabeam viewing of a collimated beam when viewed at a distance.

Note 2 to entry: Optical aids are for example, binoculars or magnifiers.

Note 3 to entry: Prescription eyeglasses and contact lenses are not considered optical aids.

3.28**removable laser system**

laser system that can be removed from its protective housing and operated by simply plugging into electrical mains or connection to a battery

3.29**primary beam**

beam that transmits the modulated data signal

3.30**reasonably foreseeable event**

event (or condition) that is credible and whose likelihood of occurrence (or existence) cannot be disregarded

3.31

service organization

organization or individual who is responsible for the service of an FSOCS

Note 1 to entry: The term service is defined in IEC 60825-1:2014, 3.79.

3.32

special tool

tool that is not readily available at retail consumer hardware stores

Note 1 to entry: Typical tools in this category are intended for use with tamper-resistant fasteners.

3.33

spillover

beam radiant energy that propagates past the receiving terminal

3.34

time base

emission duration to be considered for determination of access level

3.35

without optical aids

optically unaided

without using magnifiers or other optical aids, as with the naked eye

Note 1 to entry: Prescription eyeglasses and contact lenses are not considered optical aids.

4 Assessment of access level

4.1 General

The FSOC transmitter shall comply with the applicable requirement of IEC 60825-1:2014.

If an FSOCS incorporates a removable laser system, that removable laser system shall comply with the applicable requirements of IEC 60825-1.

FSOCSs have limitations imposed by this document that are dependent on the location type(s) in which they are installed. Product classification and access level restrictions by location type are summarized in Table 2.

For each location where emission is transmitted, crosses or is received, respective exposure conditions shall be individually evaluated. Furthermore, potentially occupied locations along the beam path, within the NHZ or ENHZ, shall also be evaluated for acceptable access levels (Table 2) and appropriate controls applied. Locations which could be traversed by reflections, actual or potential, of the beam shall also be evaluated if the emission could exceed access level 1 or 2. At a given location, the installation and operational constraints applied from Clause 6 shall be determined by whichever is the more hazardous: the transmitted or the received optical radiation.

The correct allocation of access levels is the ultimate responsibility of the operating organization. However, the access levels may be determined by the maintenance, installation or service organization; or even by the manufacturer, provided the operating organisation is able to provide the manufacturer with sufficient information regarding the precise environment in which the particular FSOCS is to be deployed. The methods for determining compliance with an access level are the same as those described for classification in IEC 60825-1 except for the following.

- a) The access level within a designated location shall be determined at any position relative to an FSOCS transmitter where the access level is maximized.

NOTE The maximized access level can be driven by many factors such as windows and transmitter orientation (in particular for transmitters with dynamic pointing).

- b) The access level may depend on the activation of an IPS or APR system.
- c) If an IPS or APR system is monitoring the location in question, it shall meet the performance requirements defined in 5.3.2. Otherwise, the same method used for classification is also used for determination of access level. For viewing conditions without optical aids refer to the tables of MPEs in IEC 60825-1.

Verification testing of access levels shall be carried out under reasonably foreseeable fault conditions to ensure that the APR and/or IPS, if used, is operating properly. In circumstances where it is difficult to carry out direct measurements, an assessment of the access level based on calculations is acceptable. Faults which result in the emission of radiation in excess of the applicable AEL for a limited period only and for which it is not reasonably foreseeable that human access to the radiation will occur before the product is taken out of service or adjusted down below the AEL, need not be considered.

4.2 Determination of access level and the use of Condition 2

The access level is determined by the measurement of the optical radiation that could become accessible following any reasonably foreseeable event during operation and maintenance. The methods for the determination of compliance with the specified radiation limit values are the same as those described for classification in IEC 60825-1.

In this document three conditions shall be tested. Condition 1 and Condition 3 shall be tested according to IEC 60825-1 and the condition 2 measurements to establish access levels shall be made with,

- for wavelength less than 1 400 nm, 3,5 mm aperture at a distance of 35 mm
- for wavelength equal or greater than 1 400 nm, 3,5 mm aperture at a distance of 14 mm

from the end of the FSOCS transmitter (this simulates a $\times 18$ magnifier), as described in Table 1.

In addition to the above, if the FSOCS transmitter is access level 3B and is handheld, the total emission at any wavelength shall not exceed the AEL of Class 3B.

In circumstances where it is difficult to carry out direct measurements, an assessment of access level based on calculations is acceptable.

For an FSOCS with automatic power reduction (see 5.3.2 for APR performance requirements), the access level will be determined by the accessible emission (pulsed or continuous wave) after the time interval of 2 s. Additionally the MPE requirement in 5.2 shall be satisfied.

Table 1 – Measurement aperture diameters and distances for the default (simplified) evaluation

	Condition 1 Applied to collimated beam where e.g. telescope or binoculars can increase the hazard		Condition 2 ^a Applied to divergent beam where e.g. eye loupes or high power magnifiers can increase the hazard Applicable to free space optical communication systems		Condition 3 Applied to determine irradiation relevant for the optically unaided eye, for low power magnifiers and for scanning beams	
Wavelength	Aperture stop diameter	Distance ^b	Aperture stop diameter	Distance ^b	Aperture stop diameter	Distance ^b
nm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
< 302,5	–	–	–	–	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1
≥ 302,5 to < 400	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1	3,5	35	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1
≥ 400 to < 1 400	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1	3,5	35	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1
≥ 1 400 to < 4 000	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1	3,5	14	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1
≥ 4 000 to < 10 ⁵	–	–	–	–	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1
≥ 10 ⁵ to ≤ 10 ⁶	–	–	–	–	See IEC 60825-1	See IEC 60825-1
NOTE 1 The descriptions below the "Condition" headings are typical cases for information only and are not intended to be exclusive. NOTE 2 Limitations of the classification scheme are discussed in IEC 60825-1:2014, Clause C.3, suggesting cases where additional risk analysis and warnings might be appropriate. Condition 2 was used in previous editions of IEC 60825-1 as the "magnifying glass" condition. NOTE 3 The values for Condition 1 and Condition 3 shall be taken from IEC 60825-1:2014, Table 10. ^a The definition of Condition 2 in this table is modelled on x7 and x18 magnifying optics for the wavelength ranges of 302,5 nm to 1 400 nm and 1 400 nm to 4 000 nm, respectively. This is represented by a 3,5 mm aperture stop at a distance of 35 mm or 14 mm from the end of the fibre. The aperture stop diameter of 3,5 mm (rather than 7 mm) is used because magnifying optics would only be used in a situation where there is sufficient light, and thus the pupil would be constricted. Also note that when multimode fibres having large core diameters are used for OFCSs, the mitigating effect of the large angular subtense may be considered. ^b The distance values specified in this table apply only for the determination of the access level labelling that is required on the transmitter device itself. To determine the access level that is applicable to locations / zones along the beam path only the respective aperture stop diameters apply. ^b Applicable to optical fibre communication systems, see IEC 60825-2						

4.3 Access level 1 and 1M

For wavelengths less than 302,5 nm or greater than 4 000 nm, if the accessible emission is:

- less than or equal to the AEL of Class 1 for Condition 3, then the FSOCS is assigned to access level 1.

For wavelengths between 302,5 nm and 4 000 nm, if the accessible emission is:

- less than or equal to the AEL of Class 1 for Condition 1, and Condition 2 and Condition 3,
- then the FSOCS is assigned to access level 1.

If the accessible emission is:

- greater than the AEL of Class 1 for Condition 1 or Condition 2, and
- less than the AEL of Class 3B for Condition 1 and Condition 2, and
- less than the AEL of Class 1 for Condition 3,

then the laser product is assigned to access level 1M.

NOTE 1 Typically, the accessible emission of an access level 1M product exceeds the Class 1 AEL for either Condition 1 or Condition 2. However, it is also classified as access level 1M when it exceeds that AEL for both Condition 1 and Condition 2.

NOTE 2 The reason for verifying the AEL of Class 3B is to limit the maximum power passing through an optical instrument.

For wavelengths between 1 200 nm and 1 400 nm, the AEL of Class 1 shall be limited to the equivalent radiant power corresponding to the skin MPE evaluated with a 3,5 mm diameter aperture.

NOTE 3 The above mentioned check on the skin MPE is additional to, and stricter than, the test on the Class 3B AEL specified in IEC 60825-1:2014, Footnotes d) and f) to Tables 3 and 4 respectively.

NOTE 4 The skin MPE applies on the basis of IEC 60825-1:2014, footnotes in Table A.1-A.4 which says, "In the wavelength range between 1 250 nm and 1 400 nm, the limits to protect the retina given in this table cannot adequately protect the anterior part of the eye (cornea, iris) and caution needs to be exercised. There is no concern for the anterior parts of the eye if the exposure does not exceed the skin MPE values". The value of the skin MPE is shown in IEC 60825-1:2014, Table A.5.

For all wavelengths, in access levels 1 and 1M, the accessible emission determined with a 3,5 mm diameter aperture placed at the transmitter shall not exceed the AEL of Class 3B.

4.4 Access level 2 and 2M

Access levels 2 and 2M are applicable to the wavelength range of 400 nm to 700 nm. If the accessible emission exceeds the limits as required for Class 1 and for Class 1M, and is:

- less than or equal to the AEL of Class 2 for Condition 1, and Condition 2 and Condition 3,

then the FSOCS is assigned to access level 2.

If the accessible emission exceeds the limits as required for Class 1 and for Class 1M and is:

- greater than the AEL of Class 2 for Condition 1 or Condition 2, and
- less than the AEL of Class 3B for Condition 1 and Condition 2, and
- less than the AEL of Class 2 for Condition 3,

then the FSOCS is assigned to access level 2M.

NOTE 1 The reason for verifying the AEL of Class 3B is to limit the maximum power passing through an optical instrument, and to preclude high irradiance levels near to or in contact with diverging sources which can lead to skin injury.

NOTE 2 Typically, the accessible emission of access level 2M exceeds the AEL of Class 2 for either Condition 1 or Condition 2. However, it is also to be classified as access level 2M when it exceeds the AEL of Class 2 for both Conditions 1 and Condition 2.

In access levels 2 and 2M, the accessible emission determined with a 3,5 mm diameter aperture placed at the transmitter shall not exceed the AEL of Class 3B.

4.5 Access level 3R

For wavelengths less than 302,5 nm, or wavelengths greater than or equal to 4 000 nm, if the accessible emission for Condition 3 is:

- less than or equal to the AEL of Class 3R, and
- exceeds the AEL of Class 1,

then the FSOCS is assigned to access level 3R.

For wavelengths greater than or equal to 302,5 nm and less than 4 000 nm, if the accessible emission is:

- less than or equal to the AEL of Class 3R for Condition 1, and Condition 2 and Condition 3, and
- exceeds the AEL of Class 1 and Class 2 for Condition 3,

then the FSOCS is assigned to access level 3R.

For wavelengths between 1 200 nm and 1 400 nm, the AEL of Class 3R shall be limited to the equivalent radiant power corresponding to 5 times the skin MPE evaluated with a 3,5 mm diameter aperture.

NOTE The above mentioned check on the 5 times the skin MPE is additional to, and stricter than, the test on the Class 3B AEL specified in IEC 60825-1:2014, Footnotes d) and c) to Table 6 and Table 7 respectively.

For all wavelengths, in access level 3R, the accessible emission determined with a 3,5 mm diameter aperture placed at the transmitter shall not exceed the AEL of Class 3B.

4.6 Access level 3B

For wavelengths less than 302,5 nm, or wavelengths greater than or equal to 4 000 nm, if the accessible emission for Condition 3 is:

- less than or equal to the AEL of Class 3B, and
- exceeds the AEL of Class 3R,

then the FSOCS is assigned to access level 3B.

For wavelengths greater than or equal to 302,5 nm and less than 4 000 nm, if the accessible emission is:

- less than or equal to the AEL of Class 3B for Condition 1, and Condition 2 and Condition 3, and
- exceeds the AEL of Class 3R for Condition 1, or 2, or 3,
- exceeds the AEL of Class 1 and Class 2 for Condition 3,

then the FSOCS is assigned to access level 3B.

For all wavelengths, in access level 3B, the accessible emission determined with a 3,5 mm diameter aperture placed at the transmitter shall not exceed the AEL of the Class 3B.

4.7 Access level 4

If the level of radiation either for Condition 1 or Condition 2 or Condition 3 exceeds the AEL of Class 3B, the FSOCS product shall be assigned to access level 4.

4.8 Time base

The following time bases are used in this document for the determination of access level:

- 1) 0,25 s for access level 2, access level 2M and access level 3R laser radiation in the wavelength range from 400 nm to 700 nm,
- 2) 100 s for laser radiation of all wavelengths greater than 400 nm except for the cases listed in 1) and 3)
- 3) 30 000 s for laser radiation of all wavelengths less than or equal to 400 nm

Every possible emission duration within the time base shall be considered when determining the classification of a product. This means that the emission level of a single pulse shall be compared to the AEL applicable to the duration of the pulse, etc. It is not sufficient to only average the emission level for the duration of the classification time base, or to merely perform the evaluation for the value of the time base without considering shorter emission durations.

NOTE For a multi wavelength emission laser product with simultaneous and spatially overlapping emission in the visible and in the non-visible part of the spectrum, where the emission is assessed as additive (see IEC 60825-1: 2014, Table 1), and where the visible part on its own would be classified as access level 2 or 2M or 3R and the non-visible part on its own would be classified as access level 1 or access level 1M, the time base for the assessment of the non-visible emission can be 0,25 s.

5 Classification and evaluation of access level

5.1 General

Laser safety specifications of the optical transmitter shall be determined by the manufacturer based on measurement or analysis of accessible laser radiation as specified in IEC 60825-1. It is important to consider both the primary beam and any alignment or beacon beams accessible during operation in determining the access level for the emission of transmission and determining its use in appropriate locations as indicated in Table 2. Verification tests or assessments shall be made under the appropriate conditions, e.g. at accessible positions, using the limiting apertures and time durations specified in IEC 60825-1 and in Clause 4 of this document.

FSOCS equipment may be designed to operate with an APR system so that the emitted power is reduced when a human crosses into the volume of space monitored by the IPS preventing access to NHZ, or ENHZ, (see 5.3 and NOTE 1). For FSOCS applications, it is permissible to determine the access level of FSOCS transmitters and the access level assignment based on the emission that is accessible following a 2 s delay from the time of entry or penetration into the APR protected space. During the 2-s period the level measured using viewing conditions without optical aids shall not exceed the MPE for equipment or locations assigned as access level 1, 2, 1M or 2M. Where the accessible emissions before the APR is triggered exceed the MPE, the monitoring system shall be configured such that human access to the beam is not possible until the emissions have dropped below the MPE. For viewing conditions without optical aids refer to the table of MPEs in IEC 60825-1. An APR system is only permitted on transmitters that are assigned as access level 1, 2, 1M or 2M with the APR system enabled.

NOTE 1 The volume of space monitored by the IPS can exceed the volume of space defined by the NHZ or ENHZ and will be determined by the APR operation time and foreseeable velocity of human access to ensure that exposures above the MPE do not occur during APR operation.

NOTE 2 Rationale for 2 s: Because of the difficulty of a person with binoculars or other optical aid to fully align with the beam, it is not reasonably foreseeable that a person could intercept the beam's full power within 2 s. During the 2-s period following exposure, no part of the body would be exposed above the optically unaided MPE for access levels of 1, 2, 1M, 2M.

NOTE 3 Exposure limits for the eye and the skin of employees in the workplace and the general public are in many countries specified in national laws. These legally-binding national exposure limits might differ from the MPEs given in IEC 60825-1:2014, Annex A.

NOTE 4 Due to different measurement conditions, it is possible that the Class of a laser transmitter is different from the access level of that same transmitter.

5.2 Impact of using automatic power reduction features

Where the FSOCS uses an automatic power reduction feature to meet the limits of an access level that is lower than that which would have to be assigned if no automatic power reduction feature were present (see 5.1), both the requirements for the lower access level, specified in Clause 4, and the APR performance requirements, specified in 5.3.2, shall be met.

5.3 Automatic power reduction mechanisms (APR)

5.3.1 General

An APR system is a feature that a manufacturer may supply with an FSOCS transmitter by which the accessible power is reduced to a specific level within a specific time, whenever there is an event that could result in human exposure to radiation above the applicable MPE, e.g. a person intercepting the beam or even a very small portion of the beam that would accommodate a 50 mm, 25 mm, 7 mm or other aperture.

The operation of an APR system affects the access level determination of the FSOCS transmitter and the access level at monitored locations as described in Clause 4. The APR only refers to that mechanism that monitors the NHZ or ENHZ and reduces power. It does not extend to installation protection systems used for limiting access in an unrestricted, restricted or controlled location.

FSOCS transmitters which would be Class 4 when an APR system to be disabled, shall not be installed in a manner such that access level 4 could be present in an unrestricted location in the event of an APR failure.

5.3.2 APR performance requirements

An APR shall accomplish the following:

- a) monitor the entire NHZ or ENHZ depending on the reduced access level;
- b) detect interception of the NHZ or ENHZ, as appropriate, and reduce accessible power to a specified level within the specified time, and maintain the power at or below the specified level for the duration of the potential hazard;
- c) reduction of transmitters emission level within 2 s:
 - 1) to access level 1 or 2 if installed in an unrestricted location; or
 - 2) to access level 1, 2, 1M or 2M if installed in either a restricted location or controlled location;
- d) during the 2 s period allowed for power reduction, ensure that the MPE (as specified in IEC 60825-1) for 2 s shall not be exceeded under for naked eye viewing for an access level 1, 2, 1M or 2M product;

NOTE 1 In the above only naked eye viewing need be considered, since it is not considered to be reasonably foreseeable that optical viewing aids will be relevant in this scenario.

- e) have an adequate level of reliability for all subsystems, (including, for example, switches, electronics, software and sensors) and be single fault tolerant, e.g. when single faults of the system occur that could permit an accessible energy above access level 1 or 2 within the ENHZ, or access level 1M or 2M within the NHZ, the safety function of the APR is performed;

NOTE 2 Annex D shows examples of reliability assessment methods.

- f) if an APR override mechanism is provided, for installation or servicing work, while enabled, the resumption of normal operation shall be prevented, and a visible or audible warning shall clearly indicate that the APR has been overridden (based on interlock override requirements from IEC 60825-1);

- g) in transmitters which would be access level 3B or 4 when an APR system is disabled, a single fault in the safety function of the APR system shall cause:
 - 1) reduction of transmitter emission level within 2 s of fault occurrence to access level 1 or 2 if installed in an unrestricted location or to access level 1, 2, 1M or 2M if installed in either a restricted or controlled location, (see also 5.3.2 c)); and
 - 2) notification of the single fault condition to the operating organization by means of a required network monitoring system;
- h) due to the wide range of possible detection methods, the manufacturer shall determine a test procedure to adequately verify the performance of the detection system which triggers the APR. The test should account for humans between infant and adult (unless the age is reasonably restricted by the location type). Similarly, the tests should account for speeds of entry into the beam that are reasonably foreseeable for the intended installation location.

If power reduction occurs in less than 2 s, the MPE for that duration may be used.

Tests and assessments shall be carried out under reasonably foreseeable fault conditions. In some complex systems, where the optical output is dependent on the integrity of other components and the performance of circuit design and software, it may be necessary to use other recognized methods for hazard/safety assessment (see Annex D).

Once the APR determines a safe condition, full power operation of the transmitter is permissible.

Alternatively the APR could remain in the low power condition until manually reset once the operator has determined that the hazard has ceased. Classification and access level evaluation of the APR-based FSOCS shall account for start up and restart conditions for all applicable time bases. Until a safe condition is established, the appropriate emission/exposure limits for its installed location type shall not be exceeded.

Whenever there is an event which could result in human exposure to optical radiation above the maximum permissible exposure (MPE) by a person entering the NHZ or ENHZ as applicable, the accessible power in the NHZ or ENHZ is reduced to a specified value within a specified time. In FSOCS, this feature may be used by the transmitter manufacturer to determine the classification.

5.4 Installation protection systems (IPS)

An IPS is a feature that functions similarly to an APR system but is not integrated with an FSOCS transmitter by a manufacturer. Instead, an installer may incorporate an IPS with an FSOCS transmitter so that the accessible power at defined locations is reduced to a specific level within a specific time, whenever there is an event that could result in human exposure to radiation above the applicable MPE. The requirements of 5.3 for APR systems are applicable to an IPS; however, transmitter classification should not be determined based on the operation of an IPS.

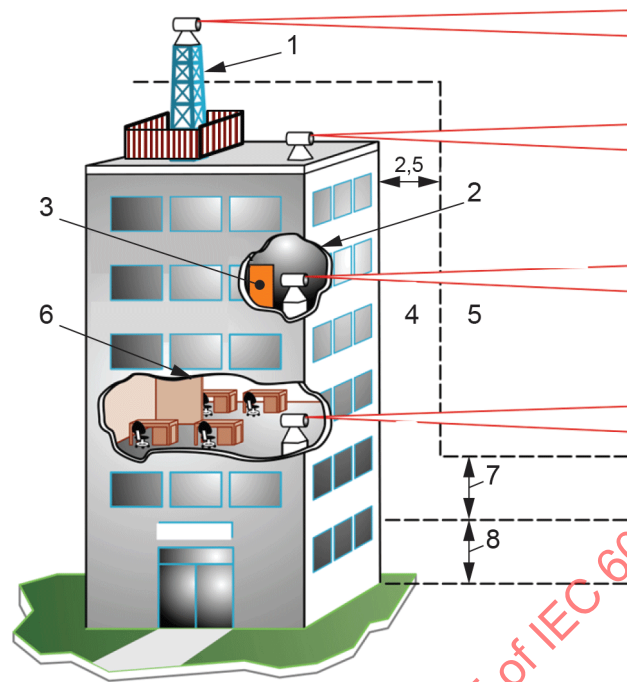
The interface between the IPS and the FSOCS transmitter shall be through a remote interlock connector that is provided by the transmitter manufacturer or by equivalent means. FSOCS transmitters that do not provide a remote interlock connector or equivalent shall not be installed with an IPS.

6 Access level and classification requirements by location type

6.1 General

The location of the FSOCS shall determine the permissible access levels of emissions to be used and subsequent types of controls. Table 2 shows the acceptable access levels for the different types of locations. Figure 1 and Figure 2 illustrate some of the location types described in Clause 6 for commercial structures and residential areas.

Dimensions in meters



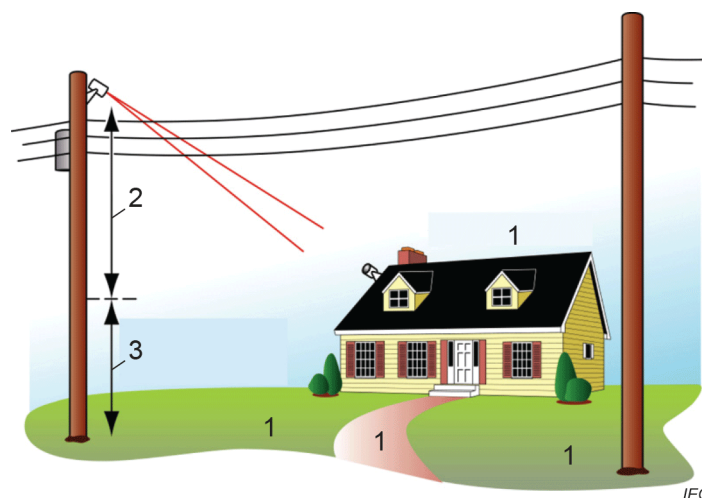
IEC

Key

- 1 controlled location (outside)
- 2 controlled location (inside)
- 3 locked door
- 4 restricted
- 5 inaccessible space
- 6 unrestricted
- 7 3 m restricted
- 8 3 m unrestricted

Figure 1 – Commercial structures

Dimensions in meters

**Key**

- 1 unrestricted
- 2 restricted
- 3 3 m unrestricted

Figure 2 – Residential areas

In the case of a location that receives access level 1 or 2 radiation but uses a access level 1M transmitter in the opposite direction, these combined conditions are acceptable for restricted locations but not for an unrestricted location unless the transmission equipment is installed as described in 6.2.2 to reduce the transmitter access level to 1 or 2.

For links with spillover beyond the receiver, but within the ENHZ that is of access level 1M or 2M, the spillover (and any accessible radiation otherwise outside of the receiver path, e.g. in front of it) shall be contained within a restricted or controlled location, an unrestricted location compliant with 6.2.2, or inaccessible space.

For access level 3B and access level 4 transmitters in controlled locations, the entire beam path that potentially passes through other location types, including inaccessible space, shall comply with the access level restrictions of Table 2. This may be satisfied in some applications by continually monitoring the entire NHZ to ensure rapid automatic power reduction in the event of human interception of the beam path. Any spillover beyond the receiver, (and any accessible radiation otherwise outside of the receiver path – e.g. in front of it), within the NHZ, shall also be contained in a controlled location or inaccessible space. Any additional spillover within the ENHZ shall be contained within a restricted or controlled location, an unrestricted location compliant with 6.2.2, or inaccessible space.

In an unrestricted location, if the wavelength is in the range 400 nm to 700 nm (i.e. visible wavelength), then the design of the FSOCS shall be such that the possibility of eye exposure is minimized, both for direct exposure and for reflected exposure.

NOTE The rationale for not completely disallowing visible beams in all unrestricted locations, because of dazzle concerns, is that not all areas of such locations are realistically accessible to humans, e.g. the ceiling space of certain office locations.

Table 2 – Restrictions for the use of FSOCS based on access levels

Location Type	Permissive access levels	Additional installation controls
Unrestricted	Access level 1 or 2	None
	Access level 1M or 2M	See 6.2.2
	Access level 3R	See 6.2.3
	Access levels 3B and 4 are not allowed in unrestricted locations	Not applicable
Restricted	Access level 1, 2, 1M or 2M	None
	Access level 3R	See 6.2.5
	Access levels 3B and 4 are not allowed in restricted locations	Not applicable
Controlled	Access level 1, 2, 1M, 2M or 3R	None
	Access level 3B or 4	See 6.3.2
Inaccessible space	Access level 1 or 2	None
	Access level 1M, 2M or 3R	See 6.4
	Access levels 3B and 4 are not allowed in inaccessible space	Not applicable

The operating organization has the ultimate responsibility for the installation, maintenance, service and safe use of the end-to-end system including engineering and administrative controls. This includes, especially:

- identification of the location type at all portions of the entire transmission path, including beam reflections outside of the intended transmission path, and also beam spillover beyond the receiver collection area;
- ensuring that the product classification, access level requirements, and installation conditions from Table 2 are satisfied for those location types;
- ensuring that installation, maintenance and service are performed only by organizations with the capability of satisfying the requirements of Clause 6.

Requirements for transmitter manufacturers, installers and service organizations are also included in this document.

IEC 60825-1 and IEC 60825-2 shall be applied for classification and hazard level evaluations of FSOCSs employing lasers intended for transmission of data over fibre optic cable.

6.2 Requirements for unrestricted locations

6.2.1 General

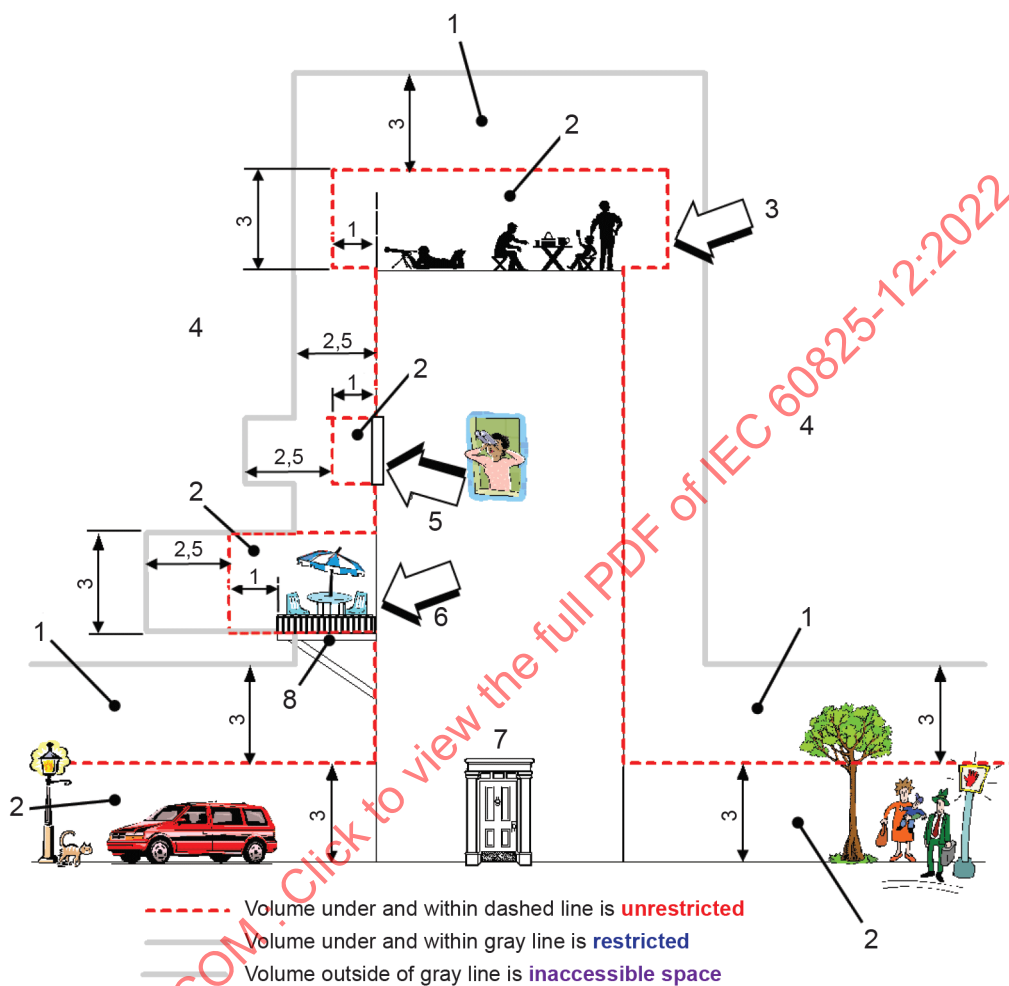
Unrestricted locations are those areas that are normally accessible to the public (e.g. open areas of rooftops, public areas at ground level, open areas of offices and industrial premises, etc.). For windows that can be opened or on unenclosed balconies, the unrestricted location extends 1 m horizontally from a perimeter boundary as shown in Figure 3. The area above the point 1 m horizontally from the edge of the rooftop unrestricted location shown in Figure 3 is also an unrestricted location.

The FSOCS emissions crossing or received in an unrestricted location shall be access level 1 or 2.

The open beam laser transmitters that are used in an FSOCS and are installed without added conditions in unrestricted locations shall be access level 1 or access level 2.

NOTE Regarding use in an unrestricted location of a handheld device that forms part of a FSOCS: if the transmitter of the handheld device emits a highly divergent beam which can be hazardous at very short distances from the laser aperture, then consideration to be given to incorporating additional engineering controls (e.g. by the physical design of the device, or by means of an IPS) which would protect against this close access. An example of such a handheld device is a mobile phone.

Dimensions in meters



IEC

Key

- 1 restricted
- 2 unrestricted
- 3 public rooftop
- 4 inaccessible space
- 5 openable window
- 6 balcony
- 7 residential or office space
- 8 floor of balcony

Figure 3 – Examples of external location types

6.2.2 Use of access level 1M and access level 2M FSOCS equipment in unrestricted locations

Installation and use of access level 1M or 2M transmitters in unrestricted locations is permitted if all the following conditions are satisfied:

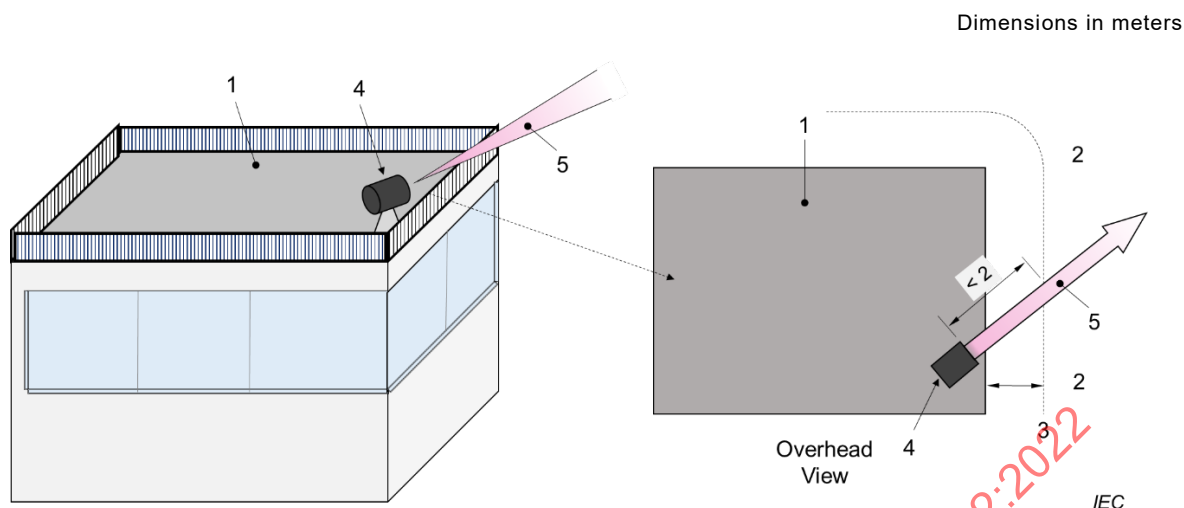
- a) The transmitter shall be installed and comply with at least one of the following:
 - 1) The use of optical aids within the ENHZ is not a reasonably foreseeable event.
 - i) Collimated beam transmitters

For collimated beam transmitters, transmitters that determined the access level 1M or 2M by measured and evaluated according to Clause 4 of this document, the installation shall not allow access to the ENHZ with binoculars or telescopes at distances greater than 2 m from the transmitter. For example, locating an access level 1M or 2M equipment near the edge of an unrestricted roof is permissible provided that all points within the ENHZ at distances greater than 2 m from the transmitter are in a restricted location, (beyond the 1 m extension of the unrestricted location next to the roof edge as indicated in Figure 3). This condition is illustrated in Figure 4.

NOTE It is not considered a reasonably foreseeable event to make use of binoculars or telescopes at distances closer than 2 m from a transmitter. However, transmitters will be placed as close to a window or roof edge as reasonably possible.
 - ii) Diverging beam transmitters

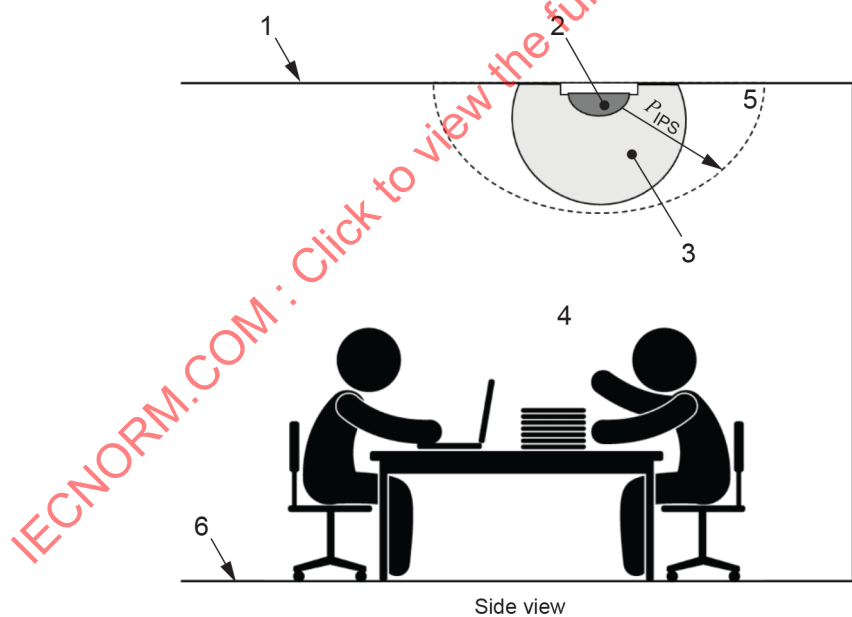
For diverging beam transmitters, transmitters that determined the access level 1M or 2M by measured and evaluated according to Clause 4 of this document, the installation shall not allow access to the ENHZ with eye loupes or magnifiers at distances closer than 100 mm from the transmitter. For example, locating an access level 1M or 2M wireless transmitter on a ceiling is permissible provided that a window or other barrier prevents access to points within the beam path closer than 100 mm from the transmitter.

NOTE Determination of what constitutes a reasonably foreseeable event is the responsibility of the operating organization (ISO 12100 is a risk assessment standard, for example).
 - 2) The transmitter shall provide IPS and a remote interlock connector that is interfaced with an IPS at the time of installation so that the accessible energy is limited to access level 1 or 2 as indicated in Figure 5.
- b) The installation shall ensure that there is no laser energy reflected back into the unrestricted location (e.g. from a window) that exceeds access level 1 or 2.
- c) The transmitter and/or shielding shall require a special tool to move/remove it, and a label that is visible to warn of the hazard before and after the transmitter or shielding is displaced. Alternatively, the transmitter and/or shielding shall be equipped with an interlock.

**Key**

- 1 unrestricted rooftop
- 2 restricted location or inaccessible space
- 3 1 metre extension of unrestricted location from roof edge
- 4 Access level 1M or 2M FSOCS transmitter unit
- 5 transmitter beam

Figure 4 – Access level 1M or 2M transmitter near edge of unrestricted rooftop

**Key**

- 1 ceiling
- 2 transmitter
- 3 ENHZ
- 4 < MPE with optical aids (outside of ENHZ)
- 5 P_{IPS} = profile of monitoring zone for installation protection system
- 6 floor

NOTE This is an example of an IPS that monitors the ENHZ of a access level 1M transmitter. Power would be reduced to below the optically aided MPE level if the monitored volume had been violated.

Figure 5 – Access level 1M transmitter in unrestricted location

6.2.3 Use of access level 3R FSOCS equipment in unrestricted locations

Installation and use of an access level 3R FSOCS transmitter in an unrestricted location is permitted if the following conditions are satisfied:

- a) The transmitter shall be installed and comply with at least one of the following:
 - 1) an eye exposure within the NHZ and the use of optical aids within the ENHZ are not reasonably foreseeable events, or
 - 2) the transmitter shall provide a remote interlock connector that is interfaced with an IPS at the time of installation so that the accessible energy is limited to access level 1 or 2 as indicated in Figure 5.

NOTE Determination of what constitutes a reasonably foreseeable event is the responsibility of the operating organization (for example, ISO 12100).

- b) The installation shall ensure that there is no laser energy reflected back into the unrestricted location (e.g. from a window) that exceeds access level 1 or 2.
- c) The transmitter and/or shielding shall require a special tool to move/remove it, and a label that is visible to warn of the hazard before and after the transmitter or shielding is displaced. Alternatively, the transmitter and/or shielding shall be equipped with an interlock.
- d) Requirements for restricted locations

6.2.4 General

Restricted locations are those areas that are inaccessible by the general public but that are accessible to authorized personnel who did not have laser safety training. Where optically-aided viewing conditions are reasonably foreseeable, a suitable warning sign shall be provided as indicated in Table 3.

Examples of interior restricted locations are equipment cabinets and closets (cupboards) in offices and industrial buildings and locked/dedicated rooms. Interior restricted locations could be occupied by service/maintenance personnel or escorted visitors without FSOCS laser safety training.

Restricted locations also exist outdoors. The restricted location on the exterior sides of a building extends outward 2,5 m from the exterior surfaces, balconies or stairways of the building as shown in Figure 3. Examples of exterior restricted locations are: limited access areas of commercial or industrial rooftops, telephone poles, or areas where scaffolding might exist. Exterior restricted space could be occupied by window cleaners or service/maintenance personnel without FSOCS laser safety training.

Exterior locations are also considered restricted if either of the following conditions is satisfied:

- a) the location is within the range of 3 m to 6 m above a surface in an unrestricted location; or
- b) the location is within 2,5 m in horizontal spacing from any unrestricted location and, if applicable, is greater than 3 m above the surface of any underlying unrestricted location.

The areas 2,5 m horizontally and 3 m upward from the bottom of the roof, and areas where access to the roof is prohibited are restricted locations.

Free space optical signals crossing or received in a restricted location shall not exceed access level 1 or 2 if optically aided viewing is foreseeable and not exceed access level 1M or 2M (i.e. below the MPE limits without optical aids) where optically aided viewing is not foreseeable.

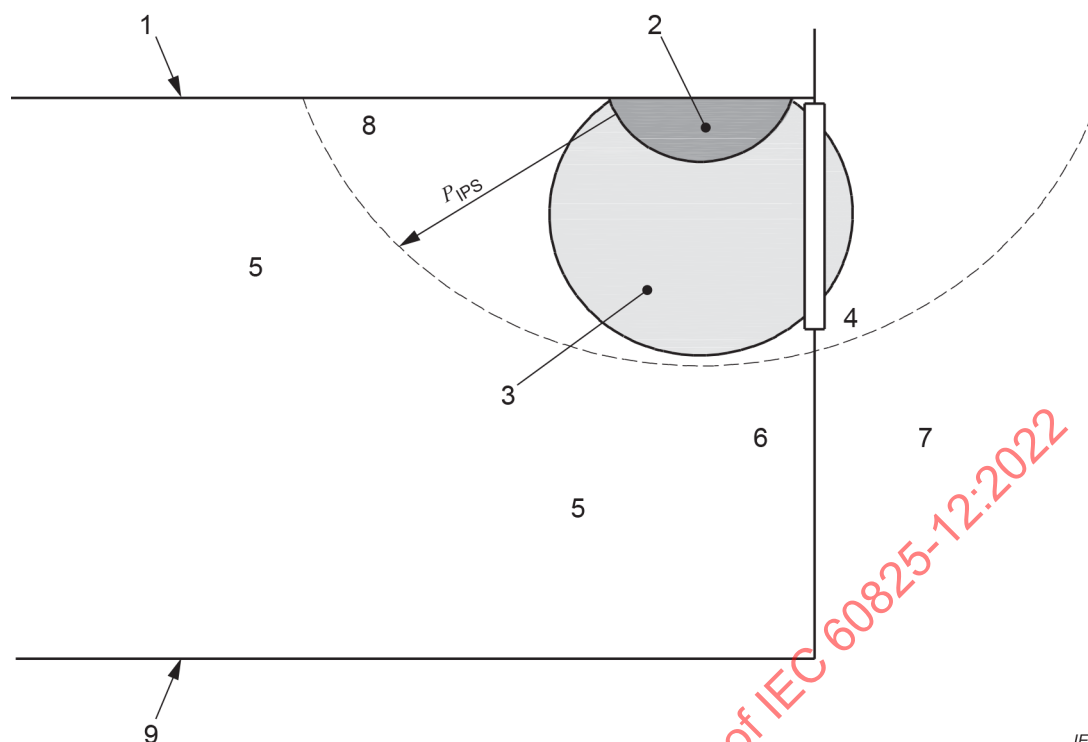
The open beam laser transmitters that are used in an FSOCS and are installed without added conditions in restricted locations shall be access level 1 or 2 if optically aided viewing is foreseeable or access level 1, 2, 1M or 2M if optically aided viewing is not foreseeable.

6.2.5 Use of access level 3R FSOCs equipment in restricted locations

Installation and use of access level 3R transmitters in restricted locations is permitted if all of the following conditions are satisfied:

- a) The transmitter shall be installed and comply with at least one of the following:
 - 1) an eye exposure within the NHZ and the use of optical aids within the ENHZ are not reasonably foreseeable events; or
 - 2) the transmitter shall have a remote interlock connector that shall be interfaced with an IPS at the time of installation so that the access level shall be limited to 1 or 2 if optically aided viewing is foreseeable or 1, 2, 1M or 2M if optically aided viewing is not foreseeable in Figure 6.
- b) The installation shall ensure that there is no laser energy reflected back into the restricted location (e.g. from a window) that exceeds access level 1M or 2M.
- c) The transmitter and/or shielding shall require a special tool to move/remove it, and a label that is visible to warn of the hazard before and after the transmitter or shielding is displaced. Alternatively, the transmitter and/or shielding shall be equipped with an interlock.
- d) Any spillover beyond the receiving terminal within the ENHZ shall be within the restricted location, or if in an unrestricted location shall comply with conditions in 6.2.2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-12:2022



Key

- 1 ceiling
- 2 transmitter
- 3 NHZ
- 4 window
- 5 < MPE without optical aids (outside of NHZ)
- 6 indoors
- 7 outdoors
- 8 P_{IPS} = profile of monitoring zone for installation protection system
- 9 floor

NOTE 1 It is important that additional care is taken to monitor the NHZ when it passes from indoors to outdoors.

NOTE 2 This is an example of an IPS that monitors the entire NHZ of the access level 3R transmitter. Power is reduced to the optically-unaided MPE level if human access is detected within the monitored volume.

Figure 6 – Access level 3R transmitter in restricted location

6.3 Requirements for controlled locations

6.3.1 General

Controlled locations are those areas that are normally inaccessible except to authorized personnel with appropriate laser safety training (e.g. tower-mounted terminals, fenced/secure areas of rooftops, locked rooms with strictly-controlled access, etc.).

Installation and use of access level 1, 2, 1M, 2M and 3R transmitters is permitted in controlled locations without added conditions. Where optically aided viewing conditions are reasonably foreseeable, a suitable warning sign shall be provided as indicated in Table 3.

FSOCS emissions crossing into or received in controlled locations shall not exceed access level 1M, 2M or 3R except as described in 6.3.2.

6.3.2 Use of access level 3B and access level 4 FSOCS equipment in controlled locations

Generally, installation and use of FSOCS equipment in a manner that avoids access levels of 3B and 4 is preferred. However, provided the zone where access level 3B or 4 are possible is limited to a controlled location, industry standard safe practices are permitted to prevent human exposure to access levels of 3B and 4. Note that access levels of 3B or 4 are not permitted outside of a controlled location.

Open laser beam transmitters of access levels 3B and 4 may be installed and used in controlled locations if all of the following conditions are satisfied:

- a) An IPS is in place that detects human entry to a volume containing the entire portion of the NHZ that extends outside of the boundaries of the controlled location and causes reduction of the power of the laser to a specified level within a specified time (see 5.4).
- b) Care should be taken to determine an NHZ that includes sources of error or errant laser radiation.
- c) If the receiver is located within the NHZ, any spillover beyond the receiving terminal within the NHZ shall also be contained in a controlled location.
- d) Any spillover beyond a receiver within the ENHZ shall not enter an unrestricted location unless conditions of 6.2.2 are met.
- e) A laser safety officer (see IEC TR 60825-14) from the operating organization shall be responsible for establishing and implementing control measures for laser hazards within the controlled location.

6.4 Requirements for inaccessible space

Inaccessible space includes all space that is within neither unrestricted, restricted, nor controlled locations. This space extends outward horizontally:

- a) 2,5 m from the exterior surfaces of all buildings, or 3,5 m from locations that may be occupied (e.g. balconies, stairways or windows that open) of all buildings, or
- b) from the boundaries of restricted locations,

and extends upward vertically either from 6 m above a surface in an unrestricted location, or from 3 m above a surface in a restricted location. These conditions are indicated in Figure 3.

The area upward vertically from 6 m above a surface in an unrestricted location (or from 3 m above a surface in a restricted location) on the rooftop of the building which is more than 2,5 m away from the adjacent building, is inaccessible space.

Emission of free space optical radiation in inaccessible space shall not exceed access level 3R.

If the NHZ from an FSOCS transmitter intercepts navigable airspace, the appropriate aviation authorities shall be notified. Also, if the FSOCS transmitter is installed on an aircraft, such as UAS (refer to Clause C.6, and the NHZ across navigable airspace, the appropriate aviation authorities shall be notified or approved sought. There should be additional regulatory requirements if visible laser beams are used near airports.

6.5 Specular reflections

When installing and operating an FSOCS, care should be exercised to prevent unintentional reflection (total and/or partial) of the primary and, if used, beacon or alignment transmitter beams. (This should apply to all laser classes as a matter of good work practice.) The possibility of accidental misdirection of the laser beam and unintentional reflections shall be taken into account in the evaluation of the access level, and NHZ, as appropriate, by the system installer/operating organization.

7 Organizational requirements

7.1 Requirements for manufacturers of ready-to-use FSOCS transmitter or turn key systems

7.1.1 General

Manufacturers of FSOCS transmitter and receiver equipment and/or turnkey end to end systems shall

- a) ensure that the equipment satisfies the product requirements of IEC 60825-1, including:
 - 1) product classification and;
 - 2) engineering features (e.g. emission indicator, remote interlock connector, etc.) and;
 - 3) labels for that classification and access level as well as manuals and other proper documentation;
- b) ensure that the equipment satisfies the product requirements of IEC 60825-2 when the FSOCS incorporates optical fibre that extends from the transmitting or receiving enclosure(s);
- c) provide the following additional information:
 - 1) adequate description of any engineering design features incorporated into the product that prevent exposure to radiation in excess of access level 1, 2, 1M, 2M or 3R;
 - 2) adequate instructions for proper assembly, alignment, maintenance and safe use including clear warnings concerning precautions to avoid exposure to radiation above access level 1, 2, 1M, 2M or 3R;
 - 3) adequate instructions to installation and service organizations to ensure the product can be installed and serviced in such a manner that the accessible radiation does not exceed the requirements of Clause 6. These include requirements on horizontal and vertical spacing, definitions and requirements for unrestricted, restricted and controlled locations and inaccessible space, and, if allowed, the procedures and precautions applicable for any adjustments needed to increase/reduce beam divergence in order to reduce possible exposures;
 - 4) the reaction time and operating parameters of the APR system or IPS, if provided by the manufacturer, e.g. the time to reach the desired access level;
 - 5) where installation or service requires overriding an APR or IPS system, information shall be included to specify safe work practices and/or protection while the power reduction system or monitor is overridden, and safe procedures for reinstating and testing such systems;
 - 6) sufficient information shall be provided by an FSOCS equipment manufacturer to allow the installer or operating organization to determine a maximum access level at any position relative to the transmitter;
 - 7) instructions for connection of an IPS to the remote interlock connector or equivalent transmitter interface;
 - 8) information that describes the condition upon which the classification is based, (i.e. the condition used in the table of measurement aperture diameters and measurement distances for the default (simplified) evaluation in Clause 4);
 - 9) if the product is assigned in excess of access level 1M or 2M, the NHZ should be provided;
 - 10) for all products other than access level 1, the ENHZ, if present, should be described; and
 - 11) any other information relevant to the safe use of the FSOCS product.

7.1.2 Additional manufacturer's requirements

7.1.2.1 General

In the installation manual, the manufacturer shall explicitly define the area location type in accordance with the definitions of this document, and state whether the FSOCS is intended for installation in an unrestricted, restricted, or controlled access location type.

Products equipped with APR may have installation locations limited by 5.3.2 f).

The installation manual shall include the following statements:

"CAUTION – Use of controls, or adjustments, or performance of procedures other than those specified herein may result in hazardous radiation exposure."

"The appropriate aviation authorities shall be notified if the nominal hazard zone (NHZ) intercepts navigable airspace."

7.1.2.2 Transmitters

The following statements that apply to the particular classification of the transmitter of the FSOCS shall be included in the installation manual.

Access Level 1 FSOCS transmitters: "This is an Access Level 1 FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted locations, restricted locations, controlled locations, or inaccessible space as defined in this manual."

NOTE This statement is not required for transmitters that satisfy the exemption described in Clause 1 (Scope).

Access Level 1M FSOCS transmitters: "Caution, this is an Access Level 1M FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted locations, restricted locations, controlled locations, or inaccessible space as defined in this manual. See installation constraints for use in unrestricted locations."

Access Level 2 FSOCS transmitters: "Caution, this is an Access Level 2 FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted locations, restricted locations, controlled locations, or inaccessible space as defined in this manual."

Access Level 2M FSOCS transmitters: "Caution, this is an Access Level 2M FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted locations, restricted locations, controlled locations, or inaccessible space as defined in this manual. See installation constraints for use in unrestricted locations."

Access Level 3R FSOCS transmitters: "Caution, this is an Access Level 3R FSOCS transmitter and may be installed in unrestricted locations, restricted locations, controlled locations, or inaccessible space as defined in this manual. See installation constraints for use in unrestricted and restricted locations."

Access Level 3B FSOCS transmitters: "Warning, this is an Access Level 3B FSOCS transmitter and may be installed in controlled locations as defined in this manual."

Access Level 4 FSOCS transmitters: "Danger, this is an Access Level 4 FSOCS transmitter and may be installed in controlled locations as defined in this manual."

7.1.2.3 Receivers

Appropriate information shall be provided on systems whose receivers or receive locations can not employ transmitters, on whether the receiver requires reception of optical emissions in excess of the MPE with optical aids and how to deploy that receiver properly.

7.2 Installation and service organization requirements

Installation and service organizations for FSOCSs shall follow the manufacturer's instructions for installation and service of equipment in a manner that will ensure that the accessible radiation satisfies the requirements of Clause 6.

In addition, guidance for installing and servicing organizations are given in Annex E.

For systems other than access level 1 or 2, the installation and service organization(s) shall:

- a) provide adequate laser safety training to installation and service personnel;
- b) ensure that suitable access controls and warning signs are employed in accordance with Table 3. Each location requiring a sign shall contain the words, "Access level xx, IEC 60825-12, Ed x:202x". Signs shall be posted adjacent to the equipment (to adequately warn against entry into hazardous areas), and next to entrance doors as indicated in Table 3;
The most recent published edition of IEC 60825-12 shall be used in the abovementioned sign "Access level xx, IEC 60825-12:202x."

NOTE 1 Ed x and 202x indicate the edition and publication year of the standard.

- c) ensure that IPS monitors, if used, are providing the protection intended.
- d) for access level 3B and 4 FSOCSs, verify by analysis or test that the access level limits in Clause 6 for received radiation in unrestricted and restricted locations and received or transmitted radiation in controlled locations are met under reasonably foreseeable conditions including consideration of beam alignment stability and mounting limitations.

NOTE 2 Condition 2 measurements to establish access levels have to be made according to Table 1.

Table 3 – Requirements for warning signs

Access level	Location type		
	Unrestricted	Restricted	Controlled
1	None	None	None
2	None	None	None
1M ^a	Not applicable ^b	None ^c	None ^c
2M ^a	Not applicable ^b	Adjacent ^d	Adjacent ^d
3R	Not applicable ^b	Not applicable ^b	Adjacent ^d and Entrance
3B	Not applicable ^b	Not applicable ^b	Adjacent ^d and Entrance
4	Not applicable ^b	Not applicable ^b	Adjacent ^d and Entrance

^a For access level 1M or 2M, the warning sign, if present, shall include the statement: "Do not use optical aids (binoculars or telescopes)". If the product is classified 1M or 2M because it fails Condition 2 in 4.2 (highly diverging beam), then replace "(binoculars or telescopes)" with "(magnifiers)".

^b Not applicable because access level not permitted in the location type (see Table 2).

^c If a sign is not present for access level 1M in restricted or controlled locations, it is the responsibility of the operating organization to ensure alternate administrative controls effectively prevent hazardous optically aided viewing.

^d Place a notice not necessarily within the zone but where it can be viewed by a person before they enter a more hazardous zone.

7.3 Operating organization requirements

The operating organization has the ultimate responsibility for the safety of the end-to-end system. In addition, guidance for operating organizations are given in Annex E.

This includes, especially:

- a) identification of the location type at all portions of the entire transmission path within the ENHZ where people may have access;
- b) ensuring that the classification and access level requirements are not exceeded for those location types;
- c) ensuring that installation and service is performed only by organizations with the capability of satisfying the applicable requirements of Clause 6 and Subclause 7.2;
- d) ensuring that access to restricted and controlled locations is appropriately addressed with respect to laser safety;
- e) ensuring continuous compliance with system manufacturing, operating, installation, service and safety requirements;
- f) ensuring that a laser safety officer is assigned to controlled locations that contain access level 3B or 4 equipment;
- g) after receiving notification of a fault in the APR system of an FSOCS transmitter that would be Class 3B or 4 without an APR system, repair of the fault condition shall occur in a time frame that reasonably prevents a second fault from occurring.

8 Marking

8.1 General

Where required by this subclause, FSOCS transmitter shall be marked according to each aperture, e.g. with a label, sleeve, tag, tape etc, if the access level at the location is in excess of access level 1. The information shall consist of the information identified in Table 4 as applicable.

Where the accessible radiation is access level 1, it is permitted for the above information to be provided in information for the user instead of as a marking on the product.

Markings shall be coloured black on a yellow background. Markings reproduced in the documentation provided by the manufacturer or by the operating organization are permitted to be black on a white background.

It is acceptable to reduce the marking in size, providing that the result is legible. All access level marking is the responsibility of the installation organization or operating organization, including the marking of subassemblies containing lasers or optical amplifiers. This is because hazard level is a feature of the (end-to-end) FSOCS, and depends on system wide features such as APR and IPS.

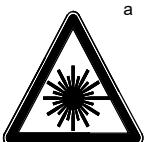
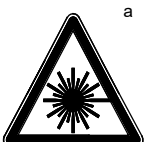
Subassemblies used for stand-alone applications shall be allocated a class and marked according to IEC 60825-1.

Sub-assemblies that are installed as part of an FSOCS shall be allocated an access level and marked according to this document.

Equipment that falls within the scope of both IEC 60825-1 and IEC 60825-12 shall be marked to both class and access level.

NOTE An example of such a situation is equipment that provides both LiDAR functionality and also (free space) communications functionality. The LiDAR functionality is allocated a class per IEC 60825-1; whereas the communications functionality is allocated an access level per this document.

Table 4 – Marking requirements

Accessible access level	Required marking	
1	No marking required	
1M	 ^a	CAUTION ACCESS LEVEL 1M LASER RADIATION ^b DO NOT STARE INTO BEAM OR VIEW DIRECTLY WITH NON-ATTENUATING OPTICAL INSTRUMENTS ^c
2	 ^a	CAUTION ACCESS LEVEL 2 LASER RADIATION ^b DO NOT STARE INTO BEAM ^c
2M	 ^a	CAUTION ACCESS LEVEL 2M LASER RADIATION ^b DO NOT STARE INTO BEAM OR VIEW DIRECTLY WITH NON-ATTENUATING ^c
3R	 ^a	CAUTION ACCESS LEVEL 2M LASER RADIATION ^b DO NOT STARE INTO BEAM OR VIEW DIRECTLY WITH NON-ATTENUATING ^c
3B	 ^a	WARNING ACCESS LEVEL 3B LASER RADIATION ^b AVOID EXPOSURE TO BEAM ^c
4	 ^a	DANGER ACCESS LEVEL 4 LASER RADIATION ^b AVOID EXPOSURE TO BEAM ^c
NOTE See 8.4 regarding invisible laser beam hazards.		
^a Hazard symbol warning marking according to IEC 60825-1:2014, Figure 3. ^b Replacing the word "Radiation" with "Light" for radiation in the range 400 nm to 700 nm is optional. ^c Explanatory marking (outline) according to IEC 60825-1:2014, Figure 4. It is permitted for this outline to also encompass the hazard symbol according to IEC 60825-1:2014, Figure 3.		

8.2 Marking of aperture for transmitter

The position of the FSOCS's transmitter aperture shall be suitably marked so as to clearly indicate the point on the product from which laser radiation is emitted. Refer to 7.8 of IEC 60825.1:2014.

8.3 Durability – Indelibility requirements for safety markings

Any marking required by this document shall be durable and legible. In considering the durability of the marking, the effect of normal use shall be taken into account.

NOTE The requirement and test for durability are contained in IEC 60950-1:2005, 1.7.11 and IEC 62368-1:2018.

8.4 Warning for invisible radiation

If the output of the laser is outside the wavelength range 400 nm to 700 nm, the wording 'laser radiation' in the markings in Table 1, Table 2 and Table 3 shall be modified to read 'invisible laser radiation', or if the output is at wavelengths both inside and outside this wavelength range, to read 'visible and invisible laser radiation'. If a product is classified on the basis of the level of visible laser radiation and also emits in excess of the AEL of Class 1 at invisible wavelengths, the marking shall include the words 'visible and invisible laser radiation' in lieu of 'laser radiation'.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-12:2022

Annex A (informative)

Rationale

The safety of laser products, equipment classification, requirements and user's guide are covered by IEC 60825-1:2014 and IEC TR 60825-14. IEC 60825-1 is primarily aimed at self-contained products which are under effective local control. By contrast an FSOCS, by virtue of its free space nature, may as part of its normal operation present an optical hazard over significant distances.

The potential hazard presented by the output from an FSOCS depends on the likelihood of human encroachment within the NHZ or ENHZ. The engineering requirements and user precautions that are required to minimise the hazard are specified in this document.

FSOCSs achieve wireless communication by emitting laser radiation into free space. Each accessible location within an FSOCS is allocated, by the system operating organization, an "access level" that gives a guide as to the potential hazard if human exposure occurs. These access levels are defined as access level 1, 1M, 2, 2M, 3R and 4, in a manner similar to (but not identical with) the product classification procedure described in IEC 60825-1:2014.

In addition, if an FSOCS is installed with an access level in excess of access level 3R, then the NHZ is defined as the zone within which the MPE is exceeded. Furthermore, if an FSOCS is installed with an access level in excess of access level 1M or 2M, the ENHZ is defined as the zone within which is exceeded MPE when the free space beam is viewed using optical aids.

Where operating organizations subcontract the installation, operation or maintenance of FSOCSs, the responsibilities in relation to laser safety should be clearly defined by the operating organization.

In summary, the primary differences between IEC 60825-1:2014 and this document are as follows.

- Each accessible beam within a FSOCS should be assigned in an "access level" as defined by this document.
- The nature of the safety precautions required for any particular access level will depend on the type of location, e.g. inside the home, in industrial areas where there would be limited access, and switching centres where there could be controlled access. For example, it is specified in this document that in the home (i.e. in an unrestricted location) an FSOCS will be allowed to emit radiation only in accordance with the rules for access level 1 or 2, whereas in controlled areas higher access levels could be allowed.
- In this document, measurement under Condition 2 with magnifying optics is applied for the determination of access levels, as well the application of Conditions 1 (for telescope / binocular viewing) and Condition 3 (for naked eye viewing).

NOTE In the paragraph above the reference to Condition 2 is in respect the determination of the access level applicable to the free space beam, as defined in this document. If there are optical fibre connections as well then Condition 2 is applied in respect of the determination of hazard level of the beam emitted from the optical fibre, as defined in IEC 60825-2.

Annex B (informative)

Clarification of the meaning of "access level"

B.1 General

In Annex B, clarification is provided of the differences between "laser class" defined in IEC 60825-1:2014 and "access level" defined in this document.

B.2 Class

The word "class" refers to a scheme by which, based on emission levels, a product or internal emitter can be classified with respect to its safety. These levels are described in the accessible emission limit tables in IEC 60825-1:2014. Classes range from Class 1, which is safe under reasonably foreseeable conditions, to Class 4, which is potentially the most hazardous case. In IEC 60825-1:2014, the classification of products is based on reasonably foreseeable operating conditions including single fault conditions.

B.3 Access level

"Access level" is a term used in this document which refers to the potential hazard from laser emissions at any location in the path of the free space beam emitted by an FSOCS that may be accessible during use or maintenance or in the event of a failure. The assessment of the access level generally uses the class accessible emission limit tables defined in IEC 60825-1:2014, although in some cases this document introduces some differences.

The differences between IEC 60825-1:2014 and this document are:

- In this document, C_7 is redefined in the range 1 200 nm to 1 400 nm by means of an additional limitation related to the skin MPE.
- In this document condition 2 is applied to the free space beam, as a check for diverged beams. The purpose of this check is the safety assurance of short and wide range communication for small devices, e.g. cell phones.

The assessment of access level is described in Clause 4 of this document. The assessment can be an actual measurement or be based upon calculation of emitted powers and known time constants. Also "access level" is assigned under reasonably foreseeable event conditions, the applicable wavelengths and applicable emission duration.

The assessment of access levels should consider reasonably foreseeable fault conditions resulting from random failures in hardware components and systematic failures (e.g. failure of software controlling the APR function). Consequently, it can be necessary to include multiple fault conditions. A determination of the probability of such conditions occurring is conducted by the responsible organization.

NOTE Whereas IEC 60825-1 refers to single fault conditions, it can be reasonably foreseeable that more than one fault will combine to cause a dangerous situation.

Annex A of this document gives the following additional clarification: "An FSOCS will be classified as required by IEC 60825-1:2014, and in addition, the emission level of FSOCS will be assigned an access level that is defined in this document for safety."

"Access level" will be assigned to the laser emissions of the FSOCS.

Annex C (informative)

Examples of applications and calculations

C.1 Symbols used in the example of this annex

Table C.1 gives the symbols used in the example of Annex C.

Table C.1 – Symbols used in the example of Annex C

Symbol	Unit	Definition
a	m	Diameter of the emergent laser beam
AEL	W, J, $W \times m^{-2}$ or $J \times m^{-2}$	Accessible emission limit
α	rad	The angle subtended by an apparent source (or a diffuse reflection) as viewed at a point in space
α_{min}	rad	Minimum angle subtended by a source for which the extended source criterion applies (1,5 mrad)
α_{max}	rad	Maximum angle subtended by a source for which the extended source criterion varies linearly with source size (varies from 5 mrad to 100 mrad).
E	$W \times m^{-2}$	Irradiance at a specified distance, r , from the apparent source
λ	nm	Wavelength of laser radiation
ϕ	rad	Divergence angle of an emergent laser beam

C.2 Examples of NHZ and ENHZ

C.2.1 General

The concepts of NHZ and ENHZ are not always immediately understandable from the definitions alone, and some illustrative examples are provided here for assistance. Correct interpretation of this document also depends on the reader's clear understanding of Access Levels as defined in this document.

Assumptions are made in the following examples to simplify the analysis and still illustrate the fundamental concepts.

C.2.2 Example – Collimated beam access level 1M FSOCS

Consider first a collimated beam access level 1M product. For this case, there is no NHZ, and the ENHZ is confined to a region that begins 2 meters from the point of closest human access. This is because 2 meters is considered the closest distance of reasonably foreseeable use of telescopic optical aids (such as binoculars) that typically have a limited range of focus adjustment. The extent of the ENHZ beyond 2 meters is dependent on additional details of the product including: wavelength, angular subtense, time dependence of emitted power, peak power, beam divergence, minimum beam diameter, and irradiance distribution. The absorption by the atmosphere is not considered, because the value of atmospheric absorption may be extremely small depending on the area and the weather.

C.2.3 Example – Diverging beam access level 1M FSOCS

Next consider a diverging beam access level 1M FSOCS, (that does not satisfy Condition 2 of Table 1 of this document). For this case, in 302,5 nm to 4 000 nm wavelength, there is also no NHZ, and the ENHZ volume is confined to a region between 14 mm and 100 mm from the apparent source location. This is because 14 mm and 100 mm is the minimum and maximum distances of applicability of Condition 2. As in the preceding example, the rationale for this distance range is based on reasonably foreseeable use of short range optical aids such as eye loupes. As in the preceding example, additional detail about the extent of the ENHZ within the region between 14 mm and 100 mm from the apparent source location is dependent on transmitter characteristics.

C.2.4 Example – Access level 3B FSOCS product

Next consider an access level 3B product with Condition 2 being the most restrictive.

Specifically, consider:

- uniform-irradiance beam with diameter at the emitting aperture of $d_0 = 1$ mm
- full divergence of $\phi = 0,1$ rad
- wavelength of 1 500 nm
- average cw beam power of $P = 360$ mW

We assume here for simplicity that for any fixed distance from the transmitting aperture, the beam irradiance is constant within the beam divergence cone and is zero outside this cone. The beam diameter at any distance r is given by

$$d(r) = d_0 + 2 r \tan (\phi / 2) \cong d_0 + r \phi$$

The maximum extent of the NHZ is related to the IEC 60825-1:2014 term nominal optical hazard distance (NOHD), and is determined by calculating the distance at which the irradiance averaged within the measurement aperture applicable for optically unaided viewing falls below the MPE. This is equivalent to setting the power collected by the measurement aperture to the AEL of IEC 60825-1:2014 class 1, where the measurement aperture dimensions are those defined for access level 1 and access level 1M, respectively in Clause 4 of this document. Using the uniform irradiance assumption of this example, this collected power is determined by the ratio of the measurement aperture area to the beam area:

$$AEL = P (d_{UM} / d(NOHD))^2$$

where $d_{UM} = 3,5$ mm is the applicable unaided measurement aperture diameter. Using the above equations to solve for *NOHD* yields

$$NOHD = \frac{d_{UM} \sqrt{\frac{P}{AEL}} - d_0}{\phi}$$

The AEL as defined in IEC 60825-1:2014 is 10 mW,

$$NOHD = (3,5 \times (360 / 10)^{1/2} - 1) / 0,1 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

Therefore, the NHZ begins 70 mm from the apparent source location, and extends to a distance of 200 mm.

There are three parts of the ENHZ, based on condition 1 and Condition 3 from IEC 60825-1 and Condition 2 from Table 1 of this document respectively. The part of the ENHZ determined by Condition 2 is smaller than the NHZ, extending only 14 mm (measured from the apparent source location).

The part of the ENHZ based on Condition 1 is determined by calculating the distance at which the power collected by the measurement aperture applicable for optically aided viewing falls below the AEL for access level 1 and access level 1M. This distance is referred to in IEC 60825-1:2014 as the "extended NOHD" and Table 1 of this document. The ENHZ analysis is the same as for the NHZ except that the measurement aperture diameter is now $d_{AM} = 25$ mm. Substituting this into the above equation yields

$$NOHD_{extended} = (25 \times (360 / 10)^{1/2} - 1) / 0,1 \text{ mm} = 1\,490 \text{ mm}$$

Because this distance is less than 2 m, there is no contribution to the ENHZ determined by Condition 1.

C.3 Viewing a specular (mirror-like) reflection

Specular (mirror-like reflections; Fresnel reflections) can in some cases be of concern from access level 1M and higher where the beam is transmitted through building windows. If the beam is directed at another building transceiver site, a specular reflection can be produced at each glass-air interface. The typical reflectance per surface is 0,04 (but depends upon index of refraction). Thus for a beam incident upon a single-paned window at near-normal (perpendicular) incidence, 4 % + 4 % will be reflected, i.e., 8 %. If the emitted beam irradiance is more than $1/(0,08) = 12$ times greater than the MPE, the reflected beam would exceed the MPE. Furthermore, Fresnel's Law of Reflection states that the reflectance increases at off-normal incidence angles. Thus further safety evaluations may be necessary. It is important to determine the direction of a reflected beam back into occupied space in the transmitter room. With regard to reflections from a beam entering the transceiver or receiver site, it would be unusual for the beam irradiance to be far exceeding the MPE and therefore a reflection back into space that is of concern would be very rare. Nevertheless, the installer should consider this.

Example: A collimated beam from an access level 3B free-space laser operating at 4 W with a 0,2 m diameter beam and at a wavelength of $1,15 \mu\text{m}$ is directed out an office-building window at an angle 20 degrees from the normal. Evaluate the specular reflection back into the transmitter room.

$$E = 1,27 \times \Phi / a^2 = (5,08 \text{ W}) / (0,2 \text{ m})^2 = 127 \text{ W} \times \text{m}^{-2}$$

The MPE at this wavelength for continuous (> 10 s) viewing is $50 \text{ W} \times \text{m}^{-2}$. Since the window reflectance is much less than $50/127 = 0,39$, the reflected beam irradiance is below the MPE; however, the reflected beam would be equivalent to access level 1M and if a telescope (without safety filter) were to be aimed out the window along the reflected beam path a risk from optically-aided viewing could exist. The reflectance for this type of glass at this angle was measured to be 0,10 (10 %). Thus the reflected beam irradiance would be $13 \text{ W} \times \text{m}^{-2}$ and this could pose a hazard for an unattenuated telescope having a magnifying power greater than $50/13$. Needless to say, off-axis beam angles should be evaluated. The transmitter is best placed very close to the window glass, or a tube between transmitter aperture and window glass installed. For reflections external to the building, access level 1M beams may be created and should be evaluated.

C.4 Example of divergent, diffuse IR transmitter

In this example, consider an infrared laser diode emitter used for broadcast (point to multi-point) communication in a conference room. Use the following for the transmitter properties:

- peak wavelength 940 nm
- spectral bandwidth 4 nm (full-width at half maximum)
- divergence 120 deg (full-width at half maximum, Lambertian cosine distribution)
- radiant intensity: 800 mW × s⁻¹ (maximum axial emission)

First consider the case that the source size is not known, and therefore, the most restrictive source angular subtense should be assumed. The class 1 AEL as defined IEC 60825-1:2014 is 1,18 mW.

To satisfy the conditions for access level 1, this AEL should not be exceeded when measuring the output of the device with an aperture of 3,5 mm diameter at a distance of 14 mm. Similarly, for Class 1M, this AEL should not be exceeded when measuring the output of the device with an aperture of 7 mm diameter at a distance of 100 mm.

Before elaborate and costly measurements are performed, it is often desirable to check the implications of IEC 60825-1:2014 and Table 1 of this document theoretically by transforming the applicable AEL and measurement conditions into a radiant intensity limit which may be compared directly with typical component data sheet specifications. For this purpose, the "inverse square law" can be applied, which states that

$$E = I / r^2$$

where E is the irradiance (or radiant exposure) at a source distance r , and I is the radiant intensity. The irradiance corresponding to the AEL and 7 mm diameter measurement aperture, (with an area of $A = 3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$) from above is

$$E_{\text{AEL}} = (1,18 \times 10^{-3} \text{ W}) / (3,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2) = 30,6 \text{ W} \times \text{m}^{-2}$$

Note that this equals the MPE from IEC 60825-1:2014. In order to determine the appropriate maximum allowable radiant intensity from this irradiance, the above formula for the "inverse square law" can be transformed to be

$$I_{\text{AEL}} = E_{\text{AEL}} r^2$$

Insertion of the above mentioned measurement distances leads to:

- | | |
|--|---|
| • Access level 1 | $I_{\text{AELClass 1}} = 150 \text{ mW} \times \text{sr}^{-1}$ |
| • Access level 1M | $I_{\text{AELClass 1M}} = 306 \text{ mW} \times \text{sr}^{-1}$ |
| • Access level 3R (5 x Access level 1) | $I_{\text{AELClass 3R}} = 768 \text{ mW} \times \text{sr}^{-1}$ |

In the current example with a radiant intensity of 800 mW × sr⁻¹ the Class 1, 1M and 3R limits shown above (that apply for source angular subtense < α_{min} , where $\alpha_{\text{min}} = 1,5 \text{ mrad}$) are exceeded, and the transmitter would be access level 3B. From Table 2, access level 3B FSOCS transmitters are only permitted in controlled locations.

C.5 FSOCS link between two restricted locations

Consider the deployment of two widely separated FSOCS terminals in a link as shown in Figure C.1.

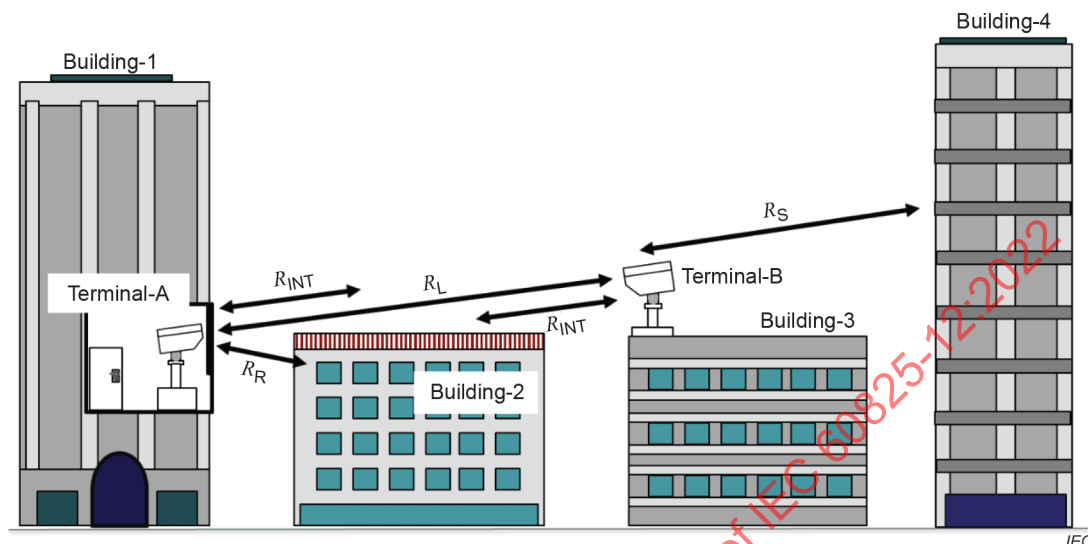


Figure C.1 – Link between two widely separated locations

For the purpose of simplifying this example while illustrating the main principles of this document, let both terminals transmit laser beams with constant irradiance within the beam divergence cones and send no radiation outside the cones. Terminal A is installed in a restricted location. A building window that does not open is in front of terminal A and has a transmittance of $T_w = 0,3$, and for this example, let the reflectivity of the window be $1 - T_w = 0,7$. Note that in general, window transmission and reflection characteristics are dependent on wavelength, angle of incidence, number of panes and polarization. The distance from terminal A to terminal B is the link range $R_L = 300$ m. Terminal B is mounted on a rooftop in a controlled location. There are five locations to consider in this example in addition to the locations of the terminals:

- The location traversed by the beam from terminal A that partially reflects from the window in front of terminal A.
- The location immediately outside the window in the building where terminal A is located.
- The rooftop of an intermediate building located $R_{INT} = 140$ m from both terminal A and terminal B that the beam path clears by 2 meters vertically.
- An unrestricted building at a distance $R_S = 50$ m beyond terminal B that is in line to receive spillover radiation from terminal A.
- An unrestricted location a distance $R_R = 75$ m from terminal A that is in line to receive radiation from terminal B that reflects from the window just in front of terminal A.

Characteristics of the transmitters of these terminals are as follows:

Terminal A transmitter:

- Access level 1M
- Uniform irradiance distribution within diverging cone
- Beam diameter at transmitter: $D_A = 100$ mm
- Full axially symmetric beam divergence: $\phi_A = 2$ mrad
- Wavelength: $\lambda = 1\,550$ nm

Terminal B transmitter:

- Access level 3B
- Uniform irradiance distribution within diverging cone
- Beam diameter at transmitter: $D_B = 10 \text{ mm}$
- Full axially symmetric beam divergence: $\phi_B = 1 \text{ mrad}$
- Wavelength: $\lambda = 1\,550 \text{ nm}$

First consider the limits on the transmit power from terminal A imposed by safety limits along the beam path. Since it is an access level 1M device, the emitted beam does not exceed the MPE without optical aids at $1\,550 \text{ nm}$. At this wavelength, the unaided MPE is $1\,000 \text{ W} \times \text{m}^{-2}$. The applicable measurement condition for this is that the collected power within a $3,5 \text{ mm}$ diameter aperture placed immediately in front of the aperture for transmitter (i.e. at zero distance) does not exceed 10 mW . Therefore, the total beam power within the full aperture for transmitter with uniform irradiance is limited to $(D_A / 3,5 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 8,16 \text{ W}$. Note that for this example the apparent source is located far behind the aperture for transmitter, of order of $(D_A / \phi_A) = 50 \text{ meters}$, and the measurement aperture is certainly more than 2 meters from the apparent source.

Moving along the transmitted beam from terminal A, the beam is partially reflected by the window at the restricted location. In this example, 70% of the power is reflected back into the restricted location where terminal A is installed and can exceed the MPE with optical aids. Therefore, it is important to note that the restricted location where terminal A is installed should provide adequate means to prevent such reflected beams from passing out of the restricted location and into unrestricted locations. This condition can typically be satisfied by enclosing the restricted location with non-transmitting (or perhaps highly diffusive) partitions. Also, the administrative policy of the operating organization should be to have entry doors or other passages into unrestricted internal locations normally closed, and with suitable signage.

Next consider the portion of the beam from terminal A that passes through the window and enters the space next to the building where terminal A is installed. If this is within 3 meters vertically from an unrestricted surface, the emitted beam in this location should not exceed the MPE with optical aids. In this short distance from the transmitter, (for the given divergence of 2 mrad), the enlargement of the beam diameter is negligible, and the maximum beam power just outside the window is limited to $(D_A / 25 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 160 \text{ mW}$. Accounting for the transmission loss of the window, this limits the transmit power from terminal A to $(160 \text{ mW}) / T_w = 533,3 \text{ mW}$. If instead, the beam traverses a region next to the building just outside the window that is more than 3 meters above an unrestricted surface, the region is considered a restricted location. Given that the beam size has not significantly expanded from the transmitter, the maximum beam power is again $8,16 \text{ W}$ in this location. Accounting for the transmission loss of the window, this condition limits the transmit power from terminal A to $(8,16 \text{ W}) / T_w = 27,2 \text{ W}$. In this case, the access level 1M limit of the terminal A transmitter is more restrictive.

The next region for consideration along the terminal A beam path is the intermediate rooftop. If the rooftop is unrestricted, such as a public parking lot or observation deck, the beam should not exceed the MPE with optical aids since it is within 3 meters vertically of an unrestricted surface. The diameter of the beam at this location is $D_A + R_{\text{INT}} \times \phi_A = 380 \text{ mm}$. The limit on total beam power at this location, (still using the uniform irradiance assumption), is $(380 \text{ mm} / 25 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 2,3 \text{ W}$. When accounting for the transmission loss of the window, the maximum transmit power allowed by this intermediate rooftop constraint is $(2,3 \text{ W}) / T_w = 7,6 \text{ W}$. If instead, the intermediate rooftop is a restricted location, Terminal A could operate at the full access level 1M power.

Light from terminal A is partially intercepted by the receive aperture of terminal B. Since terminal B is in a controlled location, the received light should simply not exceed the MPE without optical aids. Therefore, this does not limit the power from the terminal A access level 1M transmitter.

Spillover radiation from terminal A that is not intercepted by terminal B passes on to an unrestricted location a distance R_s beyond Terminal B. The beam diameter of this partially occluded spillover beam is $D_A + (R_L + R_s) \times \phi_A = 800$ mm. The limit on total beam power at this location, (assuming for the moment that terminal B is absent), is $(800 \text{ mm} / 25 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 10,2 \text{ W}$. When accounting for the window loss, the maximum transmit power allowed by this intermediate rooftop constraint is $(10,2 \text{ W}) / T_w = 34 \text{ W}$. Therefore, this constraint does not limit the power of the terminal A access level 1M transmitter.

The preceding analysis shows that the maximum transmit power from terminal A depends on whether the location just outside the window is restricted or unrestricted and whether the intermediate location is restricted or unrestricted. The maximum transmit power from terminal A is 533,3 mW, 7,6 W, or 8,16 W depending on these criteria.

Now the same kind of analysis is performed for the beam emitted from terminal B. Starting at the aperture for transmitter, the fact that the terminal is an access level 3B device, and that $D_B < 25$ mm, means that the beam power is limited to 500 mW.

A condition imposed on access level 3B or 4 FSOCS transmitters is that the entire NHZ be monitored to ensure that emitted power is reduced below the unaided MPE if it is intercepted. In this example of a uniform irradiance beam, the extent of the NHZ is determined by finding the distance at which the beam expands to a diameter $D_{\min}$ large enough that the MPE is not exceeded, or as a formula: $(D_{\min} / 3,5 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 500 \text{ mW}$. Solving for the beam diameter at the NHZ yields $D_{\min} = 24,7$ mm. This diameter can also be expressed in terms of the beam divergence and the range of the NHZ as $D_{\min} = D_B + R_{\text{NHZ}} \times \phi_B$. Solving this for the NHZ range, we obtain $R_{\text{NHZ}} = 14,7$ m.

Moving further along the Terminal B beam path, the intermediate rooftop is encountered. The diameter of the beam when it reaches this location is $D_B + R_{\text{INT}} \times \phi_B = 150$ mm. The limit on total beam power in the case that this location is unrestricted, (still using the uniform irradiance assumption), is $(150 \text{ mm} / 25 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 360 \text{ mW}$. If instead the intermediate rooftop is restricted, since the intermediate location is beyond the NHZ, the full power from the access level 3B transmitter would be allowed.

The next region of interest along the terminal B beam path is just outside the building where terminal A is installed. The diameter of the beam when it reaches this location is $D_B + R_L \times \phi_B = 310$ mm. The limit on total beam power in the case that this location is unrestricted is $(310 \text{ mm} / 25 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) = 1,53 \text{ W}$. Since this exceeds the maximum power of the access level 3B transmitter, this condition does not restrict the power limit.

The beam from terminal B is then partially transmitted through the window in front of terminal A to be received and is partially reflected by the window towards an unrestricted location a distance R_R away. The diameter of the beam when it reaches this location is $D_B + (R_L + R_R) \times \phi_B = 385$ mm. The limit on transmitted beam power at this location when accounting for the reflectivity of the window is $(385 \text{ mm} / 25 \text{ mm})^2 \times (10 \text{ mW}) / (1 - T_w) = 3,38 \text{ W}$. Again, this exceeds the maximum power of the access 3B transmitter and is not a concern.

The above analysis shows that the maximum transmit power from terminal B is 500 mW when the intermediate rooftop is a restricted location. In the case that the intermediate location is unrestricted, the maximum transmit power is reduced to 360 mW. Neither the terminal A location nor the destination of the beam reflected from the window in front of terminal A are regions of concern since the beam irradiance is below the MPE with optical aids.

C.6 Unmanned (uncrewed) Aerial (aircraft) system (UAS)

In this example, consider an FSOCS used for distant location point to point network connections via unmanned aircrafts.

In Figure C.2, unmanned aircraft (UAS1, UAS2, and UAS3) are communicating with each other via free space optics provided by their respective FSOCSs. Ground station A and ground station C are also communicating with the respective UASs via free space optics. Ground station B is communicating with UAS2 via radio waves.

At high altitude, the attenuation of the optical beam is small, so FSOCS is a highly effective method.

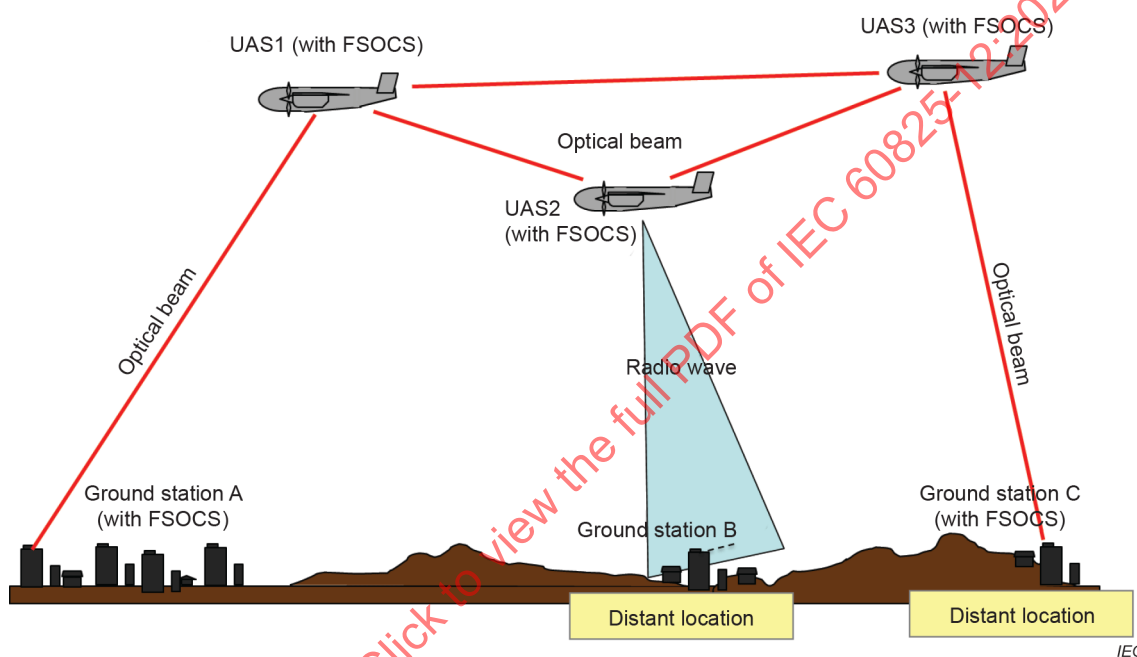


Figure C.2 – Unmanned (uncrewed) Aerial (aircraft) System with FSOCS

First, consider the optical beam between one aircraft and another aircraft whilst they are flying in the air. The aircraft are flying at high altitude, therefore the location is inaccessible space. For Inaccessible space, access levels up to 3R are allowed. The FSOCS is therefore installed according to 6.4 of this document.

Next, consider the optical beam between the FSOCSs mounted in the aircraft and the ground based FSOCSs. If a grounded FSOCS is installed in an unrestricted location, then the allowed access level is 1 or 2. No additional controls measures are needed when installing an FSOCS of access level 1 or 2. To install a FSOCS of access level 1M or 2M, refer to 6.2.2. To install a FSOCS of access level 3R, refer to 6.2.3. FSOCSs of access level 3B and 4 are not allowed to be installed.

When a grounded FSOCS is installed at a restricted location, the allowable access level is 1M or 2M. NO additional control measures are needed when installing FSOCSs of access level 1, 2, 1M, or 2M. To install an FSOCS of access level 3R, refer to 6.2.5. FSOCSs of access level 3B and 4 cannot be installed.

When a grounded FSOCS is installed in a controlled location, the allowable access level is 3R. No additional control measures are needed when installing FSOCSs of access level 1, 2, 1M, 2M or 3R. To install an FSOCS of access level 3B or 4 products, refer to 6.3.2.

The installation of grounded FSOCSs will need to consider possible spillover. Figure C.3 depicts an FSOCS installed on the ground. If the accessible exposure by spillover is access level 3R or higher, then the NHZ is in the Unrestricted location. The ground area including spillover will be a controlled location as shown Figure C.4, and therefore this case will be permitted.

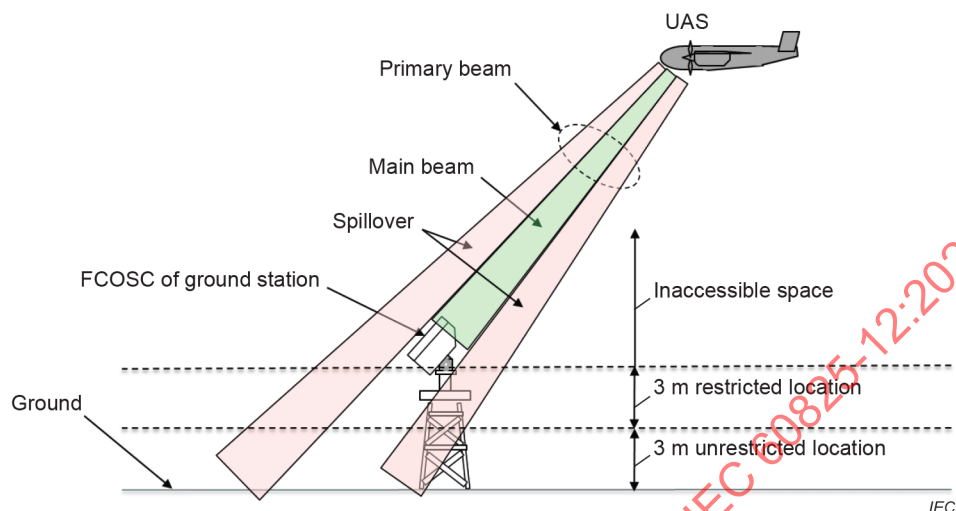


Figure C.3 – Grounded FSOCS installed to the ground

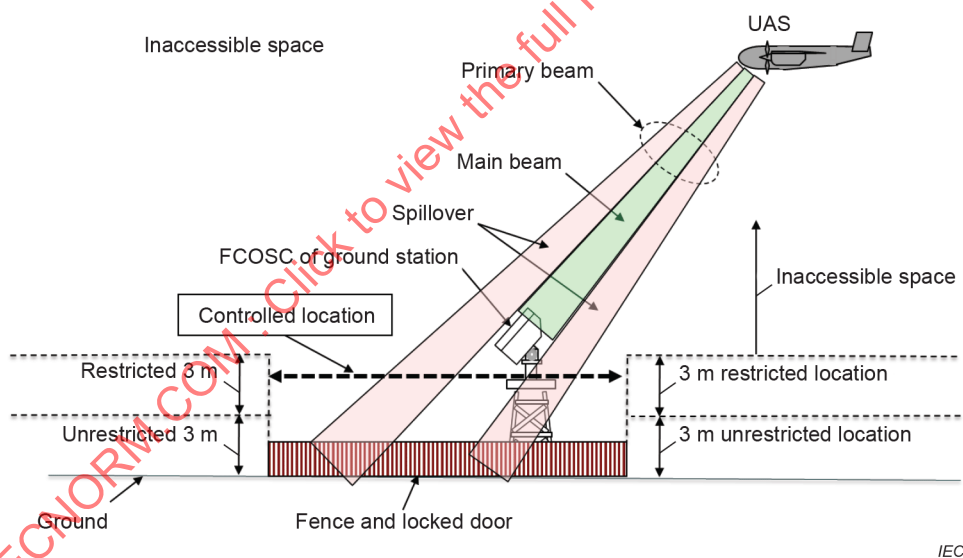


Figure C.4 – Grounded FSOCS installed to the controlled location

Table C.2 – Allowed access levels and installation requirements

Optical beam	Location type	Allowed access level(s)	Installation requirements
Between UAS1, UAS2, UAS3	Inaccessible space	1, 1M, 2, 2M, 3R	See 6.4
Between UAS1 and ground station A; and between UAS3 and ground station C	Ground station FSOCS installed in unrestricted location	1, 2	None
		1M, 2M	See 6.2.2
		3R	See 6.2.3
		3B, 4	Not allowed
	Ground Station FSOCS installed in Restricted location	1, 1M, 2, 2M	None
		3R	See 6.2.5
		3B, 4	Not allowed
	Ground Station FSOCS installed in Controlled location	1, 1M, 2, 2M, 3R	None
		3B, 4	See 6.3.2

When an aerial (aircraft) system is manned, the location of the aerial system is not to be regarded as inaccessible space. Instead the location is to be regarded as an unrestricted location, or a restricted location or a controlled location, and the installation control measures that apply are as indicated in Table 2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-12:2022

Annex D (informative)

Methods of hazard/safety analysis

Some methods of hazard/safety analysis are as follows:

- a) preliminary hazard analysis (PHA) including circuit analysis. This method may be used in its own right, but is an essential first stage in the application of other methods of hazard/safety assessment;
- b) consequence analysis (see IEC 61508);
- c) failure modes and effects analysis (FMEA);
- d) failure modes, effects and criticality analysis (FMECA) (see IEC 60812);
- e) fault tree analysis (FTA);
- f) event tree analysis;
- g) hazards and operability studies (HAZOPS).

Appropriate testing should be implemented to supplement the analysis whenever necessary. The method of analysis and any assumptions made in the performance of the analysis should be stated by the manufacturer/operator.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-12:2022

Annex E (informative)

Guidance for installing, servicing and operating organizations

E.1 Working practices for FSOCSs

E.1.1 General

The general working practices detailed in E.1.2 are precautions that should be applied when servicing and installing any FSOCS. These general working practices should only be done by "trained personnel". In addition, the working practices detailed in E.1.3 should be applied as appropriate.

E.1.2 General working practices

The following practices should be applied when working on any FSOCS:

Alignment	Alignment, installation and testing of the system should be carried out with the system operating at the lowest possible output power, and not exceeding the IEC 60825-1 AEL of Class 1M or 2M, as appropriate, when measured according to the measurement conditions in 4.2.
Maintenance/operation	Follow only manufacturer-provided instructions for operation and routine maintenance of the system.
Service/installation	Follow only manufacturer-provided instructions for installation and for service and repair on the system. Disable safety features as infrequently as possible. Ensure that safety features are reinstated before the system is put back into normal use.
Cleaning	Use only manufacturer-provided methods for cleaning optical components of the laser system, if allowed at all. This will normally involve disabling the equipment, or at least stopping laser emission.
Modifications	Do not make any unauthorized modifications to any system or associated equipment.
Label damage	Report damaged or missing safety labels to the person appointed to maintain the equipment.
Key control	For equipment with key control, keys should be placed under the control of a person (appointed by management) who should ensure their safe use, storage and overall control. Spare keys should be retained under strict control by an authorized person. Authorization is given by the installing or operating organization as appropriate.
Test equipment	Use only calibrated test equipment, e.g. optical power meters, approved by the operating organization.
Signs	Erection of additional area warning signs may be appropriate in certain circumstances, e.g. temporary warning signs during service.
Optical fibres	Equipment with optical fibre interfaces or connectors should conform with IEC 60825-2, and the working practices detailed therein should be applied to the part of the equipment using optical fibres.

E.1.3 Additional working practices for Class/access level 1M, 2M, 3R, 3B and 4 systems

NOTE In this annex the term "class / access level" is used. This term is intended to convey the concept that at any given time (e.g. during installation) not all the features of a given FSOCS are in place. For example an IPS not yet be installed. Therefore, at certain times in the equipment's lifetime, a more accurate indicator of possible hazards are provided by the (IEC 60825-1) class, rather than by the (IEC 60825-12) access level. Another example to be the use of individual standalone test devices, for which only class (per IEC 60825-1) would ever be allocated.

If access to Class/access level 1M, 2M, 3R, 3B or 4 optical output is possible, the following additional practices should be followed:

- a) all general working practices defined in E.1.2;
- b) except for Class/access level 1M or 2M, only trained personnel should have access to the open beam portion of the system;
- c) do not stare into laser beams with the naked eye or with any optical aid (unless approved by the installing or operating organization laser safety officer (LSO) as appropriate), and do not point the laser beam at people;
- d) any viewing and alignment aids used should have valid calibration and safety labels, and should be equipped with engineering controls such as filters to prevent exposure to levels above the MPE in the appropriate wavebands;
- e) where feasible, alignment and testing should be carried out using Class/access level 1 or 2;
- f) there should be no instance where exposure to optical output in excess of class / access level 1M, 2M, and 3R is necessary;
- g) the operating organization LSO should ensure that applicable and appropriate eye and skin protection is available to installation personnel.

E.2 Education and training

Installation, operating, maintenance and service organizations which might include persons in the vicinity of an FSOCS should be notified of hazards through labels, signs and training as appropriate. In addition, persons installing and servicing Class/access level 3B and 4 transmitters should be informed of at least the following:

- a) background information on FSOCSs;
- b) safety information concerning the laser classification system and access level identification;
- c) identification of the biological effects and potential hazards to the eye and skin from laser exposure;
- d) procedures to be followed for safe installation and service of these systems;
- e) explanation of possible effects if safety rules are not followed.

Bibliography

IEC 60050-845, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 845: Lighting* (available at: www.electropedia.org)

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60812, *Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)*

IEC TR 60825-14, *Safety of laser products – Part 14: A user's guide*

IEC 60950-1:2005, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 62368-1:2018, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

ISO 12100, *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

ITU-T Recommendation G.664, *Optical safety procedures and requirements for optical transport systems*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-12:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	55
INTRODUCTION.....	57
1 Domaine d'application	58
2 Références normatives	58
3 Termes et définitions	58
4 Évaluation du niveau d'accès	64
4.1 Généralités	64
4.2 Détermination du niveau d'accès et utilisation de la Condition 2	65
4.3 Niveaux d'accès 1 et 1M	66
4.4 Niveaux d'accès 2 et 2M	67
4.5 Niveau d'accès 3R	68
4.6 Niveau d'accès 3B	68
4.7 Niveau d'accès 4	69
4.8 Base de temps	69
5 Classification et évaluation du niveau d'accès	69
5.1 Généralités	69
5.2 Influence de l'utilisation des fonctions de réduction automatique de puissance	70
5.3 Mécanismes de réduction automatique de puissance (APR).....	70
5.3.1 Généralités	70
5.3.2 Exigences de performances d'un dispositif APR	70
5.4 Systèmes de protection de l'installation (SPI)	72
6 Exigences de niveau d'accès et de classification par type de zone	72
6.1 Généralités	72
6.2 Exigences relatives aux zones sans restriction d'accès.....	75
6.2.1 Généralités	75
6.2.2 Utilisation de matériels SCOEL de niveau d'accès 1M et de niveau d'accès 2M dans des zones sans restriction d'accès.....	77
6.2.3 Utilisation de matériels SCOEL de niveau d'accès 3R dans des zones sans restriction d'accès	79
6.2.4 Généralités	79
6.2.5 Utilisation de matériels SCOEL de niveau d'accès 3R dans des zones avec restriction d'accès	80
6.3 Exigences relatives aux zones contrôlées	81
6.3.1 Généralités	81
6.3.2 Utilisation de matériels SCOEL de niveau d'accès 3B et de niveau d'accès 4 dans des zones contrôlées.....	82
6.4 Exigences relatives à un espace inaccessible	82
6.5 Réflexions spéculaires (type miroir)	83
7 Exigences d'organisation	83
7.1 Exigences à l'usage des fabricants des émetteurs de SCOEL prêts à l'emploi ou des systèmes clés en main.....	83
7.1.1 Généralités	83
7.1.2 Exigences supplémentaires concernant le fabricant.....	84
7.2 Exigences concernant les organismes d'installation et de maintenance	85
7.3 Exigences concernant l'organisme d'exploitation.....	86
8 Marquage	87

8.1	Généralités	87
8.2	Marquage de l'ouverture pour l'émetteur	89
8.3	Durabilité – Exigences d'indélébilité relatives aux marquages de sécurité	89
8.4	Avertissement concernant le rayonnement invisible	89
Annexe A (informative) Justification		90
Annexe B (informative) Clarification de la signification de "niveau d'accès"		91
B.1	Généralités	91
B.2	Classe	91
B.3	Niveau d'accès	91
Annexe C (informative) Exemples d'applications et de calculs		93
C.1	Symboles utilisés dans l'exemple de la présente annexe	93
C.2	Exemples de ZNR et de ZNRE	93
C.2.1	Généralités	93
C.2.2	Exemple – SCOEL de niveau d'accès 1M à faisceau collimaté	93
C.2.3	Exemple – SCOEL de niveau d'accès 1M à faisceau divergent	94
C.2.4	Exemple – Appareil SCOEL de niveau d'accès 3B	94
C.3	Vision d'une réflexion spéculaire (type miroir)	95
C.4	Exemple d'émetteur IR diffus divergent	96
C.5	Liaison SCOEL entre deux zones avec restriction d'accès	97
C.6	Système aérien (aéronef) sans pilote (sans équipage) (UAS)	101
Annexe D (informative) Méthodes d'analyse du risque de la sécurité		104
Annexe E (informative) Recommandations destinées aux organismes d'installation, de maintenance et d'exploitation		105
E.1	Méthodes de travail pour les SCOEL	105
E.1.1	Généralités	105
E.1.2	Méthodes générales de travail	105
E.1.3	Méthodes de travail supplémentaires concernant les systèmes de Classes/niveaux d'accès 1M, 2M, 3R, 3B et 4	106
E.2	Enseignement et formation	106
Bibliographie		107
Figure 1 – Structures commerciales		73
Figure 2 – Zones résidentielles		74
Figure 3 – Exemples de types de zones externes		76
Figure 4 – Émetteur de niveau d'accès 1M ou 2M près du bord d'un toit-terrasse sans restriction d'accès		78
Figure 5 – Émetteur de niveau d'accès 1M dans une zone sans restriction d'accès		78
Figure 6 – Émetteur de niveau d'accès 3R dans une zone avec restriction d'accès		81
Figure C.1 – Liaison entre deux zones très éloignées		97
Figure C.2 – Système aérien (aéronef) sans pilote (sans équipage) avec SCOEL		101
Figure C.3 – Installation d'un SCOEL au sol		102
Figure C.4 – Installation d'un SCOEL au sol dans la zone contrôlée		103
Tableau 1 – Diamètres d'ouverture de mesure et distances de mesure pour l'évaluation par défaut (simplifiée)		66
Tableau 2 – Restrictions d'utilisation de SCOEL sur la base des niveaux d'accès		75
Tableau 3 – Exigences relatives aux panneaux d'avertissement		86

Tableau 4 – Exigences de marquage	88
Tableau C.1 – Symboles utilisés dans l'exemple de l'Annexe C	93
Tableau C.2 – Niveaux d'accès admis et exigences d'installation.....	103

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-12:2022

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 12: Sécurité des systèmes de communication optique en espace libre utilisés pour la transmission d'informations

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'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.

L'IEC 60825-12 a été établie par le comité d'études 76 de l'IEC: Sécurité des rayonnements optiques et matériels laser. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2019. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition contient les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente.

- a) Le cas échéant et lorsque cela est approprié, les références à l'IEC 60825-1 ont été modifiées en une référence datée spécifique, c'est-à-dire l'IEC 60825-1:2014.

- b) La Condition 2 (diaphragme de 7 mm et distance de 70 mm) a été modifiée comme suit,
- Pour des longueurs d'onde inférieures à 1 400 nm, un diaphragme de 3,5 mm et une distance de 35 mm,
 - Pour des longueurs d'onde supérieures ou égales à 1 400 nm, un diaphragme de 3,5 mm et une distance de 14 mm.
- c) Pour des longueurs d'onde comprises entre 1 200 nm et 1 400 nm, une limite supplémentaire est exigée, égale à la puissance rayonnante équivalente de l'EMP pour la peau. C₇ a par conséquent été révisé conformément à l'IEC 60825-1:2014, mais avec cette limite supplémentaire relative à l'EMP pour la peau; voir 4.2.
- d) Ajout d'informations détaillées supplémentaires concernant la base de temps, voir 4.8.
- e) Ajout d'une clarification supplémentaire à l'Article 8 concernant le contenu et le formatage des étiquettes.
- f) Ajout d'une Annexe A qui fournit une justification des différences d'approche entre le présent document et l'IEC 60825-1:2014.
- g) Ajout d'une Annexe B qui clarifie la signification du terme "niveau d'accès".
- h) Ajout d'exemples pratiques pour différents scénarios, voir les Articles C.2 à C.5.
- i) Ajout d'un Article C.6 dédié aux systèmes aériens sans pilote (UAS).

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
76/717/FDIS	76/722/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

La liste de toutes les parties de la série IEC 60825, publiées sous le titre général *Sécurité des appareils à laser*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Le présent document a pour objet de:

- protéger les personnes contre le rayonnement optique dangereux émis par les SCOEL;
- fournir des exigences de sécurité et des recommandations pour la conception, la fabrication et l'utilisation des appareils ou des systèmes à laser, qui émettent un rayonnement laser à des fins de transmission optique de données en espace libre;
- fournir des recommandations pour l'installation, l'exploitation, l'entretien et la maintenance afin d'assurer le déploiement et l'utilisation en toute sécurité de ce type de système à laser.

Le présent document traite uniquement de la partie du faisceau en propagation libre de l'appareil ou du système à laser.

Le présent document établit la responsabilité du fabricant du système ou des émetteurs vis-à-vis de certaines exigences de sécurité du produit, ainsi que des exigences destinées à fournir des informations appropriées sur la manière d'utiliser ces systèmes en toute sécurité. Il fixe la responsabilité de l'installateur ou de l'organisme d'exploitation vis-à-vis du déploiement et de l'utilisation en toute sécurité de ces systèmes. Le présent document définit, le cas échéant, la responsabilité des organismes d'installation et de maintenance vis-à-vis de leur respect des instructions de sécurité, pendant les opérations d'installation et de maintenance et de l'organisme d'exploitation vis-à-vis des fonctions d'exploitation et d'entretien. Il est manifeste que l'utilisateur du présent document peut relever d'une ou de plusieurs catégories, à savoir celles du fabricant, de l'installateur, de l'organisme de maintenance et/ou de l'organisme d'exploitation, comme cela est mentionné ci-dessus.

L'Annexe A fournit une justification plus détaillée du présent document, et certains exemples sont fournis à l'Annexe C.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-12:2022

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 12: Sécurité des systèmes de communication optique en espace libre utilisés pour la transmission d'informations

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60825 s'applique aux appareils qui émettent un rayonnement laser à des fins de transmission optique de données en espace libre.

Le présent document ne s'applique pas aux appareils à laser conçus dans le but de transmettre un flux énergétique optique pour des applications telles que le traitement des matériaux ou le traitement médical. Le présent document ne s'applique pas non plus à l'utilisation des appareils à laser en atmosphères explosives (voir l'IEC 60079-0). Les diodes électroluminescentes utilisées par les systèmes de communication optique en espace libre, pour la transmission optique de données en espace libre, ne relèvent pas du domaine d'application du présent document.

NOTE Lorsque l'appareil à laser comporte une fibre optique qui sort des limites du confinement par un système ou un espace fermé, les exigences de l'IEC 60825-2 s'appliquent.

2 Références normatives

Les documents suivants sont mentionnés dans le texte de telle sorte qu'une partie ou la totalité de leur contenu constitue une exigence du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60825-1:2014, *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 télécommunications par fibres optiques (STFO)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 60825-1:2014 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

niveau d'accès

danger potentiel relatif à toute position en conséquence des émissions optiques associées à une installation d'un système de communication optique en espace libre (SCOEL)

Note 1 à l'article: Le niveau d'accès est fondé sur le niveau du rayonnement laser qui peut devenir accessible dans des circonstances raisonnablement prévisibles, par exemple, entrer en marchant dans le trajet d'un faisceau en propagation libre. Il est étroitement lié à la procédure de classification des lasers de l'IEC 60825-1. L'Annexe B. clarifie la signification du niveau d'accès.

Note 2 à l'article: En pratique, il faut au minimum deux secondes pour aligner parfaitement un instrument d'optique avec un faisceau (ce qui peut avoir lieu dans une zone sans restriction d'accès), et ce délai est pris en compte dans la méthode de détermination du niveau d'accès.

3.2

niveau d'accès 1

danger assigné à toute zone accessible d'un SCOEL pour laquelle, du fait de tout événement raisonnablement prévisible, l'accessibilité de personnes à un rayonnement laser (émission accessible) évalué par les conditions de mesure pour le niveau d'accès 1 comme cela est défini à l'Article 4 du présent document, ne dépasse pas les limites d'émission accessible de la Classe 1, pour les longueurs d'onde et la durée d'émission applicables, avec des contraintes supplémentaires telles que définies en 4.3

Note 1 à l'article: Les "contraintes supplémentaires" mentionnées ci-dessus font référence à des contraintes supplémentaires plus strictes que le Paragraphe 4.3 du présent document impose aux valeurs spécifiées dans l'IEC 60825-1:2014 pour les limites d'émission accessible de la Classe 1 dans la plage de longueurs d'onde de 1 200 nm à 1 400 nm.

3.3

niveau d'accès 1M

danger assigné à toute zone accessible d'un SCOEL pour laquelle, du fait de tout événement raisonnablement prévisible, l'accessibilité de personnes à un rayonnement laser (émission accessible) évalué par les conditions de mesure pour le niveau d'accès 1M comme cela est défini à l'Article 4 du présent document, ne dépasse pas les limites d'émission accessible de la Classe 1, pour les longueurs d'onde et la durée d'émission applicables, avec des contraintes supplémentaires telles que définies en 4.3

Note 1 à l'article: Les "contraintes supplémentaires" mentionnées ci-dessus font référence à des contraintes supplémentaires plus strictes que le Paragraphe 4.3 du présent document impose aux valeurs spécifiées dans l'IEC 60825-1:2014 pour les limites d'émission accessible de la Classe 1 dans la plage de longueurs d'onde de 1 200 nm à 1 400 nm.

3.4

niveau d'accès 2

danger assigné à toute zone accessible d'un SCOEL pour laquelle, du fait de tout événement raisonnablement prévisible, l'accessibilité de personnes à un rayonnement laser (émission accessible) évalué par les conditions de mesure pour le niveau d'accès 2 comme cela est défini à l'Article 4 du présent document, ne dépasse pas les limites d'émission accessible de la Classe 2, pour les longueurs d'onde et la durée d'émission applicables, avec des contraintes supplémentaires telles que définies en 4.4

3.5

niveau d'accès 2M

danger assigné à toute zone accessible d'un SCOEL pour laquelle, du fait de tout événement raisonnablement prévisible, l'accessibilité de personnes à un rayonnement laser (émission accessible) évalué par les conditions de mesure pour le niveau d'accès 2M comme cela est défini à l'Article 4 du présent document, ne dépasse pas les limites d'émission accessible de la Classe 2, pour les longueurs d'onde et la durée d'émission applicables, avec des contraintes supplémentaires telles que définies en 4.4

3.6

niveau d'accès 3R

danger assigné à toute zone accessible d'un SCOEL pour laquelle, du fait de tout événement raisonnablement prévisible, l'accessibilité de personnes à un rayonnement laser (émission accessible) évalué par les conditions de mesure pour le niveau d'accès 3R comme cela est défini à l'Article 4 du présent document, ne dépasse pas les limites d'émission accessible de la Classe 3R, pour les longueurs d'onde et la durée d'émission applicables, avec des contraintes supplémentaires telles que définies en 4.5

Note 1 à l'article: Les "contraintes supplémentaires" mentionnées ci-dessus font référence à des contraintes supplémentaires plus strictes que le Paragraphe 4.5 du présent document impose aux valeurs spécifiées dans l'IEC 60825-1:2014 pour les limites d'émission accessible de la Classe 1 dans la plage de longueurs d'onde de 1 200 nm à 1 400 nm.

3.7

niveau d'accès 3B

danger assigné à toute zone accessible d'un SCOEL pour laquelle, du fait de tout événement raisonnablement prévisible, l'accessibilité de personnes à un rayonnement laser (émission accessible) évalué par les conditions de mesure pour le niveau d'accès 1 comme cela est défini à l'Article 4 du présent document, ne dépasse pas les limites d'émission accessible de la Classe 3B, pour les longueurs d'onde et la durée d'émission applicables, avec des contraintes supplémentaires telles que définies en 4.6

3.8

niveau d'accès 4

danger assigné à toute zone accessible d'un SCOEL pour laquelle, du fait de tout événement raisonnablement prévisible, l'accessibilité de personnes à un rayonnement laser (émission accessible) évalué par les conditions de mesure pour le niveau d'accès 4 comme cela est défini à l'Article 4 du présent document, dépasse les limites d'émission accessible de la Classe 3B, pour les longueurs d'onde et la durée d'émission applicables, avec des contraintes supplémentaires telles que définies en 4.7

Note 1 à l'article: Le présent document est applicable pour les conditions d'exploitation et d'entretien d'un SCOEL. Pour atteindre un niveau de sécurité satisfaisant pour les personnes qui peuvent entrer en contact avec le trajet de transmission optique, le niveau d'accès 4 n'est pas admis par le présent document. Il est admis d'utiliser des dispositifs de protection, tels que la réduction automatique de puissance (APR, voir 3.10) ou un système de protection de l'installation (SPI, voir 3.17) pour atteindre le niveau d'accès exigé, lorsque la puissance transmise en toutes conditions d'exploitation (par exemple, normales et de défaut) dépasse celle admise pour un type de zone particulier. Par exemple, il est possible que les parties accessibles d'un SCOEL présentent un niveau d'accès 1 bien que la puissance transmise dans l'espace libre, dans des conditions normales d'exploitation, soit de Classe 4.

3.9

ouverture pour l'émetteur

la fenêtre ou l'accès de transmission du laser du SCOEL par lequel le faisceau est émis dans l'espace libre

3.10

réduction automatique de puissance

APR

fonction d'un émetteur d'un SCOEL, fournie par le fabricant de l'équipement du système, par laquelle la puissance accessible dans la zone nominale de risque (ZNR) ou dans la zone nominale de risque étendue (ZNRE) est réduite à une valeur spécifiée en un temps spécifié

Note 1 à l'article: Le terme "réduction automatique de puissance" (APR) utilisé dans le présent document englobe les termes suivants utilisés dans la recommandation G.664 de l'Union internationale des télécommunications (UIT):

- coupure automatique du laser (ALS);
- réduction automatique de puissance (APR);
- coupure automatique de puissance (APSD).

Note 2 à l'article: L'abréviation "APR" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*automatic power reduction*".

Note 3 à l'article: L'abréviation "ALS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*automatic laser shutdown*".

Note 4 à l'article: L'abréviation "APSD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*automatic power shutdown*".

3.11

balise

source optique dont la fonction est de faciliter le pointage ou l'alignement de l'émetteur et/ou du récepteur d'un SCOEL

3.12

système de bout en bout

SCOEL constitué d'au moins un émetteur, un récepteur, et de tout matériel périphérique nécessaire pour effectuer le transfert effectif des données sur le trajet de transmission, d'une position dans l'espace à une autre

3.13

zone nominale de risque étendue

ZNRE

volume d'espace dans lequel, lorsque des instruments d'optique sont utilisés, le niveau d'exposition de l'œil au rayonnement direct, réfléchi ou diffusé, dépasse l'exposition maximale permise (EMP) applicable, telle que définie dans l'IEC 60825-1:2014.

Note 1 à l'article: Les niveaux d'exposition à l'extérieur des limites de la ZNRE sont inférieurs à l'EMP applicable lorsque des instruments d'optique sont utilisés.

Note 2 à l'article: Ce volume est déterminé avant l'activation de tout dispositif SPI ou APR à moins que le dispositif APR ne soit utilisé à des fins de classification, dans les conditions de l'Article 5 du présent document.

3.14

système de communication optique en espace libre

SCOEL

FSOCS

système de transmission dans l'air, installé en poste fixe, portatif ou assemblé temporairement, généralement utilisé, prévu pour, ou destiné à faciliter les communications vocales, de données ou multimédia et/ou à des fins de contrôle-commande, au moyen d'un émetteur de communication optique en espace libre

Note 1 à l'article: "En espace libre" désigne le volume d'air dans lequel le rayonnement laser est émis.

Note 2 à l'article: Les ensembles d'émission et de détection peuvent être distincts ou non.

Note 3 à l'article: L'abréviation "FSOCS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "*free space optical communication system*".

3.15

émetteur de communication optique en espace libre

émetteur

émetteur optique émettant un rayonnement dans l'air et utilisé dans un SCOEL

3.16

organisme d'installation

installateur

organisme ou individu responsable de l'installation d'un SCOEL

3.17

système de protection de l'installation

SPI

fonction de l'emplacement d'une installation fournie par l'installateur ou par l'organisme d'exploitation, qui remplit deux fonctions: (1) il détecte l'entrée de personnes dans le volume accessible, soit de la ZNR pour les zones avec restriction d'accès ou contrôlées, soit de la ZNRE pour une zone sans restriction d'accès, et (2) après que cette entrée a été détectée, il provoque la réduction de la puissance accessible du laser, à un niveau spécifié en un temps spécifié

3.18

interverrouillage

moyen qui empêche l'accès à une zone dangereuse jusqu'à la disparition du danger, ou qui supprime automatiquement la condition dangereuse en cas d'accès

Note 1 à l'article: Il convient que les interverrouillages soient à sécurité positive (voir l'IEC 60825-1:2014, 3.39), c'est-à-dire que l'interverrouillage en cas de défaut ne rend pas inopérante l'action prévue de celui-ci.

3.19

zone

position, emplacement occupé ou emplacement disponible pour l'occupation

Note 1 à l'article: D'autres normes peuvent utiliser les mêmes termes pour des types de zones dont les définitions sont légèrement différentes (3.20 à 3.23).

3.20

zone d'espace inaccessible

espace inaccessible

volume à l'intérieur duquel une personne ne peut, normalement, pas se trouver, c'est-à-dire l'espace distant horizontalement de plus de 2,5 m de toute zone sans restriction d'accès et qui est à la fois à plus de 6 m au-dessus d'une surface de toute zone sans restriction d'accès, et à plus de 3 m au-dessus d'une surface de toute zone avec restriction d'accès

Note 1 à l'article: Un aéronef, par exemple, peut entrer dans un espace inaccessible.

Note 2 à l'article: Tout espace ouvert qui n'est ni une zone sans restriction d'accès, ni une zone avec restriction d'accès, ni une zone contrôlée.

3.21

zone à accès contrôlé

zone contrôlée

zone que des moyens de contrôle techniques et administratifs rendent inaccessible, sauf au personnel autorisé avec une formation appropriée à la sécurité laser

3.22

zone à accès restreint

zone avec restriction d'accès

zone rendue normalement inaccessible au grand public (y compris aux travailleurs, visiteurs et résidents du voisinage immédiat) du fait d'un moyen de contrôle administratif ou technique, mais qui est accessible au personnel autorisé qui n'a pas reçu de formation à la sécurité laser (par exemple, le personnel d'entretien ou de maintenance, y compris les laveurs de vitres dans les zones extérieures)

3.23

zone à accès non restreint

zone sans restriction d'accès

zone dans laquelle l'accès aux équipements d'émission/de réception et au faisceau en propagation libre n'est pas limité (accessible au grand public)

3.24

fabricant

organisme ou individu qui fabrique ou assemble des dispositifs optiques et d'autres composants destinés à la construction ou à la modification d'un SCOEL

3.25**zone nominale de risque****ZNR**

volume dans lequel le niveau d'exposition de l'œil au rayonnement direct, réfléchi ou diffusé, dépasse l'exposition maximale permise (EMP) applicable, telle que définie dans l'IEC 60825-1:2014

Note 1 à l'article: Les niveaux d'exposition à l'extérieur des limites de la ZNR sont inférieurs à l'EMP applicable.

Note 2 à l'article: Ce volume est déterminé avant l'activation de tout dispositif SPI ou APR à moins que le dispositif APR ne soit utilisé à des fins de classification, dans les conditions de l'Article 5 du présent document.

3.26**organisme d'exploitation****opérateur**

organisme ou individu responsable de l'exploitation et de l'entretien d'un SCOEL

3.27**assisté optiquement**

utilisation d'instruments d'optique pour observer une source d'émission depuis l'intérieur du faisceau émis

Note 1 à l'article: Il est possible que les systèmes optiques télescopiques, y compris les jumelles, puissent augmenter le danger pour l'œil du fait de la vision à l'intérieur d'un faisceau collimaté, lorsqu'il est vu à une certaine distance.

Note 2 à l'article: Les jumelles ou les loupes sont des exemples d'instruments d'optique.

Note 3 à l'article: Les lunettes à verres correcteurs et les lentilles de contact ne sont pas considérées comme des instruments d'optique.

3.28**système à laser amovible**

système à laser qui peut être retiré de son enceinte de protection et mis en fonctionnement par un simple branchement à une prise secteur ou par branchement à une batterie

3.29**faisceau primaire**

faisceau qui transmet le signal de données modulé

3.30**événement raisonnablement prévisible**

événement (ou condition), qui est crédible et dont la vraisemblance d'occurrence (ou d'existence) ne peut pas être écartée

3.31**organisme de maintenance**

organisme ou individu responsable de la maintenance d'un SCOEL

Note 1 à l'article: Le terme "maintenance" est défini dans l'IEC 60825-1:2014, 3.79.

3.32**outil spécial**

outil qui n'est pas facilement disponible chez les détaillants de matériels grand public

Note 1 à l'article: Les outils typiques de cette catégorie sont destinés à être utilisés avec les dispositifs de fixation inviolables.

3.33**débordement**

énergie rayonnée par le faisceau, qui se propage au-delà du récepteur

3.34

base de temps

durée d'émission à considérer pour la détermination du niveau d'accès

3.35

sans instrument d'optique

à l'œil nu

sans utiliser de loupes ou d'autres instruments d'optique, c'est-à-dire comme à l'œil nu

Note 1 à l'article: Les lunettes à verres correcteurs et les lentilles de contact ne sont pas considérées comme des instruments d'optique.

4 Évaluation du niveau d'accès

4.1 Généralités

L'émetteur de communication optique en espace libre doit satisfaire à l'exigence applicable de l'IEC 60825-1:2014.

Lorsqu'un SCOEL intègre un système à laser amovible, ce dernier doit satisfaire aux exigences applicables de l'IEC 60825-1.

Les SCOEL ont des limites imposées par le présent document, qui dépendent du ou des types de zones dans lesquelles ils sont installés. La classification des appareils et les restrictions de niveau d'accès par type de zone sont récapitulées dans le Tableau 2.

Pour chaque zone dans laquelle l'émission a sa source, ou dans laquelle elle passe ou est reçue, les conditions d'exposition respectives doivent être évaluées individuellement. En outre, les zones potentiellement occupées le long du trajet du faisceau, dans la ZNR ou la ZNRE, doivent également être évaluées en fonction des niveaux d'accès acceptables (Tableau 2) et des moyens de contrôle adéquats appliqués. Les zones qui peuvent être traversées par des réflexions partielles, réelles ou potentielles, du faisceau doivent également être évaluées lorsque l'émission est susceptible de dépasser le niveau d'accès 1 ou 2. Dans une zone donnée, les contraintes d'installation et d'exploitation appliquées selon l'Article 6 doivent être déterminées par ce qui est le plus dangereux: le rayonnement optique émis ou reçu.

L'attribution correcte des niveaux d'accès relève de la responsabilité finale de l'organisme d'exploitation. Cependant, ils peuvent être déterminés par l'organisme d'entretien, d'installation ou de maintenance ou même par le fabricant, à condition que l'organisme d'exploitation soit en mesure de fournir au fabricant des informations suffisantes concernant l'environnement précis dans lequel le SCOEL spécifique doit être déployé. Les méthodes pour déterminer la conformité à un niveau d'accès sont identiques à celles décrites pour la classification dans l'IEC 60825-1, excepté pour ce qui suit.

- a) Le niveau d'accès dans une zone identifiée doit être déterminé en toute position par rapport à un émetteur de SCOEL où le niveau d'accès retenu est le plus élevé.

NOTE Le niveau d'accès le plus élevé peut dépendre de nombreux facteurs tels que les fenêtres ou l'orientation de l'émetteur (notamment pour les émetteurs avec pointage dynamique).

- b) Le niveau d'accès peut dépendre de l'activation d'un SPI ou d'un dispositif APR.
- c) Lorsqu'un SPI ou un dispositif APR surveille la zone d'intérêt, il doit satisfaire aux exigences de performances définies en 5.3.2. Sinon, la même méthode que celle utilisée pour la classification est également utilisée pour la détermination du niveau d'accès. Pour les conditions de vision sans instrument d'optique, se reporter au tableau des EMP de l'IEC 60825-1.

Les essais de vérification des niveaux d'accès doivent être effectués dans des conditions de défaut raisonnablement prévisibles, pour assurer que le dispositif APR et/ou le SPI, s'ils sont utilisés, fonctionnent correctement. Dans des circonstances dans lesquelles il est difficile d'effectuer des mesurages directs, une évaluation du niveau d'accès fondée sur des calculs est acceptable. Il n'est pas nécessaire de prendre en considération les défauts qui entraînent le dépassement de la LEA applicable par l'émission de rayonnement pendant seulement une durée limitée, et pour laquelle il n'est pas raisonnablement prévisible qu'il y ait accessibilité de personnes au rayonnement avant que l'appareil ne soit mis hors service ou que le rayonnement soit réduit en dessous de la LEA.

4.2 Détermination du niveau d'accès et utilisation de la Condition 2

Le niveau d'accès est déterminé par le mesurage du rayonnement optique susceptible de devenir accessible lors d'un événement raisonnablement prévisible quelconque pendant l'exploitation et l'entretien. Les méthodes de détermination de la conformité aux valeurs limites de rayonnement spécifiées sont identiques à celles décrites pour la classification dans l'IEC 60825-1.

Dans le présent document, trois conditions doivent être soumises aux essais. La Condition 1 et la Condition 3 doivent être soumises aux essais conformément à l'IEC 60825-1. Les mesurages liés à la Condition 2 qui visent à établir les niveaux d'accès doivent être effectués pour:

- une longueur d'onde inférieure à 1 400 nm, un diaphragme de 3,5 mm à une distance de 35 mm;
- une longueur d'onde supérieure ou égale à 1 400 nm, un diaphragme de 3,5 mm à une distance de 14 mm

de l'extrémité de l'émetteur de SCOEL (simulation d'une loupe x18), comme cela est décrit dans le Tableau 1.

Outre les exigences mentionnées ci-dessus, dans le cas d'un dispositif portatif de niveau d'accès 3B et pour toutes les longueurs d'onde, l'émission totale provenant de l'émetteur de SCOEL ne doit pas dépasser la LEA de la Classe 3B.

Dans des circonstances dans lesquelles il est difficile d'effectuer des mesurages directs, une évaluation du niveau d'accès fondée sur des calculs est acceptable.

Pour un SCOEL avec réduction automatique de puissance (voir 5.3.2 pour les exigences de performances APR), le niveau d'accès est déterminé par l'émission accessible (impulsion ou émission continue) après un intervalle de temps de 2 s. De plus, l'exigence relative à l'EMP en 5.2 doit être satisfaite.

Tableau 1 – Diamètres d'ouverture de mesure et distances de mesure pour l'évaluation par défaut (simplifiée)

	Condition 1 Appliquée au faisceau collimaté où un télescope ou des jumelles, par exemple, peuvent augmenter le danger		Condition 2 ^a Appliquée au faisceau divergent où des loupes ou des loupes à puissance élevée, par exemple, peuvent augmenter le danger Applicable aux systèmes de communication optique en espace libre		Condition 3 Appliquée afin de déterminer l'irradiation applicable à l'œil nu, aux dispositifs optiques à faible grossissement et aux faisceaux à balayage	
Longueur d'onde	Diaphragme d'ouverture	Distance ^b	Diaphragme d'ouverture	Distance ^b	Diaphragme d'ouverture	Distance ^b
nm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
< 302,5	–	–	–	–	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1
≥ 302,5 à < 400	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1	3,5	35	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1
≥ 400 à < 1 400	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1	3,5	35	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1
≥ 1 400 à < 4 000	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1	3,5	14	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1
≥ 4 000 à < 10 ⁵	–	–	–	–	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1
≥ 10 ⁵ à ≤ 10 ⁶	–	–	–	–	Voir l'IEC 60825-1	Voir l'IEC 60825-1
NOTE 1 Les descriptions figurant sous les titres "Condition" constituent des cas types donnés uniquement à titre d'information et ne sont pas destinées à être exclusives. NOTE 2 Les limites du système de classification sont présentées dans l'IEC 60825-1:2014, Article C.3, avec des suggestions de cas dans lesquels une analyse du risque et des mises en garde supplémentaires peuvent être appropriées. La Condition 2 a été utilisée dans les précédentes éditions de l'IEC 60825-1 en tant que condition "avec loupe". NOTE 3 Les valeurs relatives aux Conditions 1 et 3 doivent être issues de l'IEC 60825-1:2014, Tableau 10. ^a La définition de la Condition 2 dans ce tableau est modélisée sur la base des dispositifs optiques à grossissement x7 et x18 pour les plages de longueurs d'onde de 302,5 nm à 1 400 nm et de 1 400 nm à 4 000 nm, respectivement. Cette modélisation est représentée par un diaphragme de 3,5 mm à une distance de 35 mm ou de 14 mm de l'extrémité de la fibre. Le diamètre de diaphragme de 3,5 mm (et non de 7 mm) est appliqué étant donné qu'un dispositif optique à grossissement est utilisé uniquement dans une situation dans laquelle l'intensité de lumière est suffisante, avec une contraction de la pupille. Noter également que lorsque des fibres multimodales avec de grands diamètres de cœur sont utilisées pour les STFO, l'effet d'atténuation du grand diamètre apparent peut être pris en considération. ^b Les valeurs de distance spécifiées dans ce tableau s'appliquent uniquement pour la détermination de l'étiquetage des niveaux d'accès exigé sur le dispositif émetteur proprement dit. Pour déterminer le niveau d'accès applicable aux emplacements/zones le long du trajet du faisceau, seuls les diamètres de diaphragme d'ouverture respectifs s'appliquent. ^b Applicable aux systèmes de communication par fibres optiques, voir l'IEC 60825-2						

4.3 Niveaux d'accès 1 et 1M

Pour les longueurs d'onde inférieures à 302,5 nm ou supérieures à 4 000 nm, lorsque l'émission accessible est:

- inférieure ou égale à la LEA de la Classe 1 pour la Condition 3, alors le SCOEL se voit attribuer le niveau d'accès 1.

Pour les longueurs d'onde comprises entre 302,5 nm et 4 000 nm, lorsque l'émission accessible est:

- inférieure ou égale à la LEA de la Classe 1 pour les Conditions 1, 2 et 3;
- alors le SCOEL se voit attribuer le niveau d'accès 1.

Lorsque l'émission accessible est:

- supérieure à la LEA de la Classe 1 pour la Condition 1 ou la Condition 2; et
- inférieure à la LEA de la Classe 3B pour les Conditions 1 et 2; et
- inférieure à la LEA de la Classe 1 pour la Condition 3;

alors l'appareil à laser se voit attribuer le niveau d'accès 1M.

NOTE 1 En règle générale, l'émission accessible d'un appareil de niveau d'accès 1M dépasse la LEA de la Classe 1 pour la Condition 1 ou la Condition 2. Toutefois, elle est également classée comme de niveau d'accès 1M lorsqu'elle dépasse cette LEA pour les Conditions 1 et 2.

NOTE 2 La raison de la vérification de la LEA de la Classe 3B consiste à limiter la puissance maximale qui traverse un instrument optique.

Pour les longueurs d'onde entre 1 200 nm et 1 400 nm, la LEA de la Classe 1 doit être limitée à la puissance rayonnante équivalente correspondant à l'EMP pour la peau évaluée avec une ouverture de 3,5 mm de diamètre.

NOTE 3 La vérification mentionnée ci-dessus, relative à l'EMP pour la peau, complète et est plus restrictive que la limitation concernant la LEA de la Classe 3B spécifiée dans l'IEC 60825-1:2014, Notes de bas de tableau d) et f) des Tableaux 3 et 4 respectivement.

NOTE 4 L'EMP pour la peau s'applique sur la base de l'IEC 60825-1:2014, notes de bas de tableau des Tableaux A.1 à A.4, qui indiquent "Dans la gamme des longueurs d'onde entre 1 250 nm et 1 400 nm, les limites permettant de protéger la rétine mentionnées dans ce tableau ne peuvent pas fournir de protection adéquate aux parties antérieures de l'œil (cornée et iris) et nécessitent une attention particulière sauf si l'exposition n'excède pas les valeurs d'EMP pour la peau". La valeur de l'EMP pour la peau est présentée dans l'IEC 60825-1:2014, Tableau A.5.

Pour toutes les longueurs d'onde, avec les niveaux d'accès 1 et 1M, l'émission accessible déterminée avec une ouverture de 3,5 mm de diamètre au niveau de l'émetteur ne doit pas dépasser la LEA de la Classe 3B.

4.4 Niveaux d'accès 2 et 2M

Les niveaux d'accès 2 et 2M sont applicables à la plage de longueurs d'onde comprise entre 400 nm et 700 nm. Lorsque l'émission accessible dépasse les limites exigées pour la Classe 1 et la Classe 1M, et est:

- inférieure ou égale à la LEA de la Classe 2 pour les Conditions 1, 2 et 3;

alors le SCOEL se voit attribuer le niveau d'accès 2.

Lorsque l'émission accessible dépasse les limites exigées pour la Classe 1 et la Classe 1M et est:

- supérieure à la LEA de la Classe 2 pour la Condition 1 ou la Condition 2; et
- inférieure à la LEA de la Classe 3B pour les Conditions 1 et 2; et
- inférieure à la LEA de la Classe 2 pour la Condition 3;

alors le SCOEL se voit attribuer le niveau d'accès 2M.

NOTE 1 La raison de la vérification de la LEA de la Classe 3B consiste à limiter la puissance maximale qui traverse un instrument optique, et à exclure des niveaux d'éclairement énergétique élevés près de sources divergentes ou en contact avec elles, qui peuvent provoquer des lésions cutanées.

NOTE 2 En règle générale, l'émission accessible du niveau d'accès 2M dépasse la LEA de la Classe 2 pour la Condition 1 ou la Condition 2. Toutefois, elle doit être également classée comme de niveau d'accès 2M lorsqu'elle dépasse la LEA de la Classe 2 pour les Conditions 1 et 2.

Avec les niveaux d'accès 2 et 2M, l'émission accessible déterminée avec une ouverture de 3,5 mm de diamètre au niveau de l'émetteur ne doit pas dépasser la LEA de la Classe 3B.

4.5 Niveau d'accès 3R

Pour les longueurs d'onde inférieures à 302,5 nm ou les longueurs d'onde supérieures ou égales à 4 000 nm, lorsque l'émission accessible pour la Condition 3 est:

- inférieure ou égale à la LEA de la Classe 3R; et
- dépasse la LEA de la Classe 1;

alors le SCOEL se voit attribuer le niveau d'accès 3R.

Pour les longueurs d'onde supérieures ou égales à 302,5 nm et inférieures à 4 000 nm, lorsque l'émission accessible est:

- inférieure ou égale à la LEA de la Classe 3R pour les Conditions 1, 2 et 3; et
- dépasse la LEA de la Classe 1 et la Classe 2 pour la Condition 3;

alors le SCOEL se voit attribuer le niveau d'accès 3R.

Pour les longueurs d'onde entre 1 200 nm et 1 400 nm, la LEA de la Classe 3R doit être limitée à la puissance rayonnante équivalente correspondant à 5 fois l'EMP pour la peau évaluée avec une ouverture de 3,5 mm de diamètre.

NOTE La vérification mentionnée ci-dessus, relative à la puissance correspondant à 5 fois l'EMP pour la peau, complète et est plus restrictive que la limitation concernant la LEA de la Classe 3B spécifiée dans l'IEC 60825-1:2014, Notes de bas de tableau d) et c) des Tableaux 6 et 7 respectivement.

Pour toutes les longueurs d'onde, avec le niveau d'accès 3R, l'émission accessible déterminée avec une ouverture de 3,5 mm de diamètre au niveau de l'émetteur ne doit pas dépasser la LEA de la Classe 3B.

4.6 Niveau d'accès 3B

Pour les longueurs d'onde inférieures à 302,5 nm ou les longueurs d'onde supérieures ou égales à 4 000 nm, lorsque l'émission accessible pour la Condition 3 est:

- inférieure ou égale à la LEA de la Classe 3B; et
- dépasse la LEA de la Classe 3R;

alors le SCOEL se voit attribuer le niveau d'accès 3B.

Pour les longueurs d'onde supérieures ou égales à 302,5 nm et inférieures à 4 000 nm, lorsque l'émission accessible est:

- inférieure ou égale à la LEA de la Classe 3B pour les Conditions 1, 2 et 3; et
- dépasse la LEA de la Classe 3R pour la Condition 1, la Condition 2 ou la Condition 3;
- dépasse la LEA de la Classe 1 et la Classe 2 pour la Condition 3;

alors le SCOEL se voit attribuer le niveau d'accès 3B.

Pour toutes les longueurs d'onde, avec le niveau d'accès 3B, l'émission accessible déterminée avec une ouverture de 3,5 mm de diamètre au niveau de l'émetteur ne doit pas dépasser la LEA de la Classe 3B.

4.7 Niveau d'accès 4

Lorsque le niveau de rayonnement pour la Condition 1, la Condition 2 ou la Condition 3 dépasse la LEA de la Classe 3B, le niveau d'accès 4 doit être attribué au produit SCOEL.

4.8 Base de temps

Les bases de temps suivantes sont utilisées dans le présent document afin de déterminer le niveau d'accès:

- 1) 0,25 s pour les rayonnements laser des niveaux d'accès 2, 2M et 3R dans la plage de longueurs d'onde comprise de 400 nm à 700 nm;
- 2) 100 s pour tous les rayonnements laser de longueurs d'onde supérieures à 400 nm, à l'exception des cas mentionnés en 1) et en 3);
- 3) 30 000 s pour tous les rayonnements laser de longueurs d'onde inférieures ou égales à 400 nm.

Chaque durée d'émission possible dans les limites de la base de temps doit être prise en considération lors de la détermination de la classification d'un appareil. Cela signifie que le niveau d'émission d'une impulsion unique doit être comparé à la LEA applicable à la durée de l'impulsion, etc. Il n'est pas suffisant de faire simplement la moyenne des niveaux d'émission pendant la durée de la base de temps de classification, ou d'effectuer simplement l'évaluation pour la valeur de la base de temps sans prendre en considération les durées d'émission plus courtes.

NOTE Pour un appareil à laser à émission de longueurs d'onde multiples, avec des émissions qui se superposent dans le temps et l'espace, dans la partie visible et dans la partie non visible du spectre, où l'émission est évaluée comme additive (voir l'IEC 60825-1: 2014, Tableau 1) et où la partie visible en elle-même est classée comme niveau d'accès 2 ou 2M ou 3R et la partie non visible en elle-même est classée comme niveau d'accès 1 ou 1M, la base de temps pour l'évaluation de l'émission non visible peut être de 0,25 s.

5 Classification et évaluation du niveau d'accès

5.1 Généralités

Les spécifications de la sécurité laser de l'émetteur optique doivent être déterminées par le fabricant, sur la base du mesurage ou de l'analyse du rayonnement laser accessible, comme cela est spécifié par l'IEC 60825-1. Il est important de prendre en considération à la fois le faisceau primaire et tout faisceau d'alignement ou de balises présents pendant l'opération pour la déterminer du niveau d'accès de l'émission de transmission et la détermination de son utilisation dans des zones appropriées, comme cela est indiqué dans le Tableau 2. Les essais de vérification ou les évaluations doivent être réalisés dans des conditions adéquates, par exemple en des positions accessibles, en utilisant les ouvertures délimitantes et les durées spécifiées dans l'IEC 60825-1 et à l'Article 4 du présent document.

Les matériels SCOEL peuvent être conçus pour fonctionner avec un dispositif APR, de sorte que la puissance émise soit réduite lorsqu'une personne passe dans le volume d'espace surveillé par le SPI, ce qui empêche tout accès à la ZNR ou à la ZNRE (voir 5.3 et NOTE 1). En ce qui concerne les applications du SCOEL, il est admissible de déterminer le niveau d'accès des émetteurs de SCOEL et l'attribution du niveau d'accès, sur la base de l'émission accessible, après un délai de 2 s à partir de l'entrée ou de la pénétration dans l'espace protégé par un dispositif APR. Pendant cette période de 2 s, le niveau mesuré en utilisant les conditions de vision sans instrument d'optique, ne doit pas dépasser l'EMP pour les équipements ou les zones auxquels un niveau d'accès 1, 2, 1M ou 2M a été attribué. Lorsque les émissions accessibles avant déclenchement de la APR dépassent l'EMP, le système de surveillance doit être configuré de telle sorte que toute accessibilité de personnes au faisceau n'est pas possible tant que les émissions n'ont pas été réduites en dessous de l'EMP. Pour les conditions de vision sans instrument d'optique, se reporter au tableau des EMP de l'IEC 60825-1. Un dispositif APR est uniquement admis pour les émetteurs auxquels est attribué le niveau d'accès 1, 2, 1M ou 2M, avec le dispositif APR activé.

NOTE 1 Le volume d'espace surveillé par le SPI peut dépasser le volume d'espace défini par la ZNR ou la ZNRE et est déterminé par le temps de fonctionnement du dispositif APR et la vitesse prévisible de l'accessibilité de personnes afin d'assurer que l'exposition ne dépasse pas l'EMP lors du déclenchement du dispositif APR.

NOTE 2 Justification pour les 2 s: Dans la mesure où il est difficile pour une personne, avec des jumelles ou tout autre instrument d'optique, de s'aligner totalement avec le faisceau optique, il n'est pas raisonnablement prévisible que cette personne puisse intercepter l'énergie totale du faisceau dans un délai de 2 s. Pendant les 2 s qui suivent l'exposition, aucune partie du corps n'est exposée à un niveau au-dessus de l'EMP sans instrument d'optique, pour les niveaux d'accès 1, 2, 1M et 2M.

NOTE 3 Les limites d'exposition pour l'œil et la peau des employés sur le lieu de travail, ainsi que du grand public sont spécifiées par la législation nationale dans de nombreux pays. Ces limites d'exposition à l'échelle nationale légalement contraignantes peuvent différer des valeurs d'EMP mentionnées dans l'IEC 60825-1:2014, Annexe A.

NOTE 4 En raison de conditions de mesure différentes, il est possible que la Classe d'un émetteur laser soit différente du niveau d'accès de ce même émetteur.

5.2 Influence de l'utilisation des fonctions de réduction automatique de puissance

Lorsque le SCOEL utilise une fonction de réduction automatique de puissance afin de satisfaire aux limites d'un niveau d'accès qui est inférieur à celui qui doit être attribué en l'absence d'une telle fonction (voir 5.1), les exigences relatives au niveau d'accès inférieur, spécifiées à l'Article 4, et les exigences de performances du dispositif APR, spécifiées en 5.3.2, doivent toutes deux être satisfaites.

5.3 Mécanismes de réduction automatique de puissance (APR)

5.3.1 Généralités

Un dispositif APR est une fonction qu'un fabricant peut fournir avec un émetteur de SCOEL dont le rôle est de réduire la puissance accessible à un niveau spécifique en un temps spécifique, chaque fois qu'un événement peut avoir comme conséquence l'exposition de personnes à un rayonnement supérieur à l'EMP applicable, par exemple une personne qui intercepte le faisceau, ou même une très petite partie du faisceau correspondant à un diaphragme de 50 mm, 25 mm, 7 mm ou à toute autre ouverture.

Le fonctionnement d'un dispositif APR affecte la détermination des niveaux d'accès de l'émetteur de SCOEL et le niveau d'accès dans les zones surveillées, comme cela est décrit à l'Article 4. Le dispositif APR ne se rapporte qu'au mécanisme qui surveille la ZNR ou la ZNRE et réduit la puissance. Il ne s'étend pas aux systèmes de protection des installations utilisés pour limiter l'accès dans une zone sans restriction d'accès, avec restriction d'accès ou contrôlée.

Les émetteurs de SCOEL, qui seraient de Classe 4 avec un dispositif APR à désactiver, doivent être installés de telle manière que le niveau d'accès 4 ne puisse pas être présent dans une zone sans restriction d'accès, en cas de défaillance du dispositif APR.

5.3.2 Exigences de performances d'un dispositif APR

Un dispositif APR doit réaliser ce qui suit:

- a) surveillance de la totalité de la ZNR ou de la ZNRE, soumise au niveau d'accès réduit;
- b) détection de l'interception de la ZNR ou de la ZNRE, le cas échéant, et réduction de la puissance accessible à un niveau spécifié, dans le temps spécifié, puis maintien de la puissance au niveau spécifié ou en dessous, pendant la durée du risque potentiel;
- c) réduction du niveau d'émission des émetteurs dans un délai de 2 s:
 - 1) à un niveau d'accès 1 ou 2 lorsque le dispositif est installé dans une zone sans restriction d'accès; ou
 - 2) à un niveau d'accès 1, 2, 1M ou 2M lorsque le dispositif est installé soit dans une zone avec restriction d'accès, soit dans une zone contrôlée;

- d) pendant la période de 2 s allouée à la réduction de puissance, vérification que l'EMP ne doit pas être dépassée pendant 2 s (comme cela est spécifié dans l'IEC 60825-1), pour une vision à l'œil nu, pour un appareil de niveau d'accès 1, 2, 1M ou 2M;

NOTE 1 Dans l'alinéa ci-dessus, il est nécessaire de prendre en considération uniquement la vision à l'œil nu, puisqu'il n'est pas considéré comme raisonnablement prévisible que l'utilisation d'instruments d'optique soit pertinente dans ce cas de figure.

- e) niveau de fiabilité approprié pour tous les sous-systèmes (y compris, par exemple, les commutateurs, l'électronique, le logiciel et les capteurs) et tolérance au premier défaut. Par exemple, en cas de premier défaut du système qui peut permettre une énergie accessible au-dessus du niveau d'accès 1 ou 2 dans la ZNRE, ou du niveau d'accès 1M ou 2M dans la ZNR, la fonction de sécurité du dispositif APR est exécutée;

NOTE 2 L'Annexe D présente des exemples de méthodes d'évaluation de la fiabilité.

- f) lorsqu'un mécanisme de neutralisation du dispositif APR est fourni, pour l'installation ou des travaux de maintenance, lorsqu'il est activé, la reprise du fonctionnement normal doit être bloquée et un avertissement visuel ou sonore doit indiquer clairement que le dispositif APR a été neutralisé (sur la base des exigences de neutralisation du verrouillage de l'IEC 60825-1);
- g) pour les émetteurs de niveau d'accès 3B ou 4 lorsqu'un dispositif APR est désactivé, un premier défaut dans la fonction de sécurité de ce dispositif doit entraîner:
- 1) la réduction du niveau d'émission de l'émetteur dans un délai de 2 s à l'apparition du défaut à un niveau d'accès 1 ou 2, s'il est installé dans une zone sans restriction d'accès, ou au niveau d'accès 1, 2, 1M ou 2M, s'il est installé soit dans une zone avec restriction d'accès, soit dans une zone contrôlée (voir également 5.3.2 c)); et
 - 2) la notification de la condition de premier défaut à l'organisme d'exploitation, au moyen d'un système de surveillance du réseau exigé; et
- h) en raison du grand nombre de méthodes de détection possibles, le fabricant doit déterminer une procédure d'essai pour vérifier convenablement les performances du système de détection qui déclenche le dispositif APR. Il convient que l'essai tienne compte des différents types de personnes allant de l'enfant en bas âge à l'adulte (à moins que l'âge soit raisonnablement limité par le type de zone). De même, il convient que les essais tiennent compte des vitesses d'entrée dans le faisceau raisonnablement prévisibles pour la zone d'installation prévue.

Lorsque la réduction de puissance intervient en moins de 2 s, l'EMP pour la durée considérée peut être utilisée.

Les essais et les évaluations doivent être effectués dans des conditions de défaut raisonnablement prévisibles. Dans certains systèmes complexes, pour lesquels la sortie optique dépend de l'intégrité d'autres composants et des performances de la conception des circuits et du logiciel, il peut être nécessaire d'utiliser d'autres méthodes reconnues pour l'évaluation du risque/de la sécurité (voir l'Annexe D).

Dès lors que le dispositif APR détermine une condition de sécurité, le fonctionnement de l'émetteur à pleine puissance est admissible.

Sinon, le dispositif APR peut rester en condition de faible puissance jusqu'à sa réinitialisation manuelle lorsque l'opérateur détermine qu'il n'y a plus de danger. La classification et l'évaluation du niveau d'accès du SCOEL, comportant un dispositif APR, doivent tenir compte des conditions de mise en marche et de remise en marche, pour toutes les bases de temps applicables. Les limites appropriées d'émission/exposition ne doivent pas être dépassées, pour le type de zone considérée, tant que des conditions de sécurité ne sont pas établies.

Chaque fois qu'un événement peut avoir comme conséquence l'exposition de personnes à un rayonnement optique supérieur à l'exposition maximale permise (EMP), par exemple une personne qui entre dans la ZNR ou la ZNRE, suivant le cas, la puissance accessible dans la ZNR ou la ZNRE est réduite à une valeur spécifiée en un temps spécifié. Dans un SCOEL, cette fonction peut être prise en compte par le fabricant de l'émetteur pour déterminer la classification.

5.4 Systèmes de protection de l'installation (SPI)

Un SPI est une fonction qui fonctionne de la même manière qu'un dispositif APR, mais qui n'est pas intégré par le fabricant à un émetteur de SCOEL. À la place, un installateur peut incorporer un SPI à un émetteur de SCOEL, de manière que la puissance accessible dans des zones définies soit réduite à un niveau spécifique, en un temps spécifique, chaque fois qu'un événement peut avoir comme conséquence l'exposition de personnes à un rayonnement supérieur à l'EMP applicable. Les exigences du 5.3 relatives aux dispositifs APR sont applicables à un SPI; cependant, il convient de ne pas déterminer la classification de l'émetteur sur la base du fonctionnement d'un SPI.

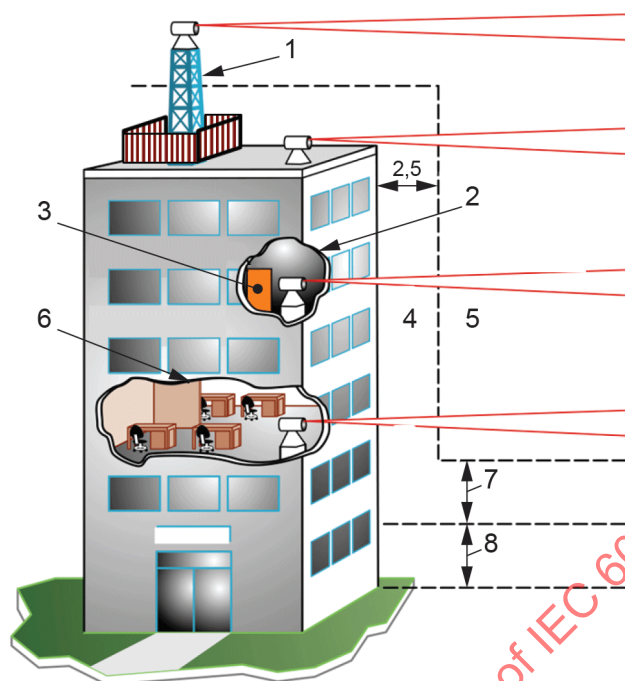
L'interface entre le SPI et l'émetteur de SCOEL doit être assurée par un connecteur d'interverrouillage à distance, fourni par le fabricant de l'émetteur, ou par des moyens équivalents. Les émetteurs de SCOEL qui ne comportent pas de connecteur d'interverrouillage à distance ou un équivalent ne doivent pas être installés avec un SPI.

6 Exigences de niveau d'accès et de classification par type de zone

6.1 Généralités

La zone du SCOEL doit déterminer les niveaux d'accès admissibles des émissions à utiliser, ainsi que les types de moyens de contrôle qui en découlent. Le Tableau 2 présente les niveaux d'accès acceptables pour les différents types de zones. La Figure 1 et la Figure 2 représentent certains types de zones décrits à l'Article 6 concernant des structures commerciales et des zones résidentielles.

Dimensions en mètres



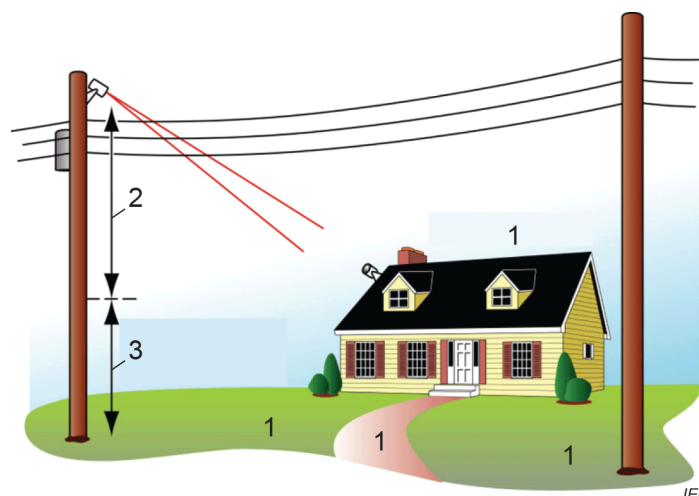
IEC

Légende

- 1 zone contrôlée (extérieure)
- 2 zone contrôlée (intérieure)
- 3 porte verrouillée
- 4 zone avec restriction d'accès
- 5 espace inaccessible
- 6 zone sans restriction d'accès
- 7 3 m/accès restreint
- 8 3 m/accès non restreint

Figure 1 – Structures commerciales

Dimensions en mètres



Légende

- 1 zone sans restriction d'accès
- 2 zone avec restriction d'accès
- 3 3 m/accès non restreint

Figure 2 – Zones résidentielles

Dans le cas d'une zone qui reçoit un rayonnement de niveau d'accès 1 ou 2, mais qui met en œuvre un émetteur de niveau d'accès 1M dans la direction opposée, la combinaison de ces conditions est acceptable pour des zones avec restriction d'accès, mais pas pour une zone sans restriction d'accès, à moins que l'équipement d'émission soit installé comme cela est décrit en 6.2.2, pour réduire le niveau d'accès de l'émetteur à 1 ou à 2.

Pour des liaisons avec débordement au-delà du récepteur, mais dans la ZNRE, de niveau d'accès 1M ou 2M, le débordement (et tout autre rayonnement accessible en dehors du trajet du récepteur, par exemple devant lui) doit être contenu dans une zone avec restriction d'accès ou contrôlée, une zone sans restriction d'accès conforme à 6.2.2, ou un espace inaccessible.

Pour les émetteurs des niveaux d'accès 3B et 4, dans des zones contrôlées, le trajet global du faisceau, qui traverse potentiellement d'autres types de zones, y compris un espace inaccessible, doit être conforme aux limitations de niveau d'accès du Tableau 2. Cette condition peut être obtenue, dans certaines applications, par une surveillance continue de toute la ZNR, pour assurer une réduction automatique de puissance rapide en cas d'interception du trajet du faisceau par des personnes. Tout débordement au-delà du récepteur (et tout autre rayonnement accessible en dehors du trajet du récepteur – par exemple, devant lui), dans la ZNR, doit également être contenu dans une zone contrôlée ou dans un espace inaccessible. Tout débordement supplémentaire dans la ZNRE doit être contenu dans une zone avec restriction d'accès ou contrôlée, une zone sans restriction d'accès conforme à 6.2.2, ou un espace inaccessible.

Dans une zone sans restriction d'accès, lorsque la longueur d'onde se situe dans la plage comprise entre 400 nm et 700 nm (c'est-à-dire qu'il s'agit d'une longueur d'onde visible), alors le SCOEL doit être conçu de manière à réduire le plus possible la possibilité d'exposition de l'œil, tant dans le cas d'une exposition directe, que dans le cas d'une exposition réfléchie.

NOTE La justification de ne pas totalement interdire les faisceaux visibles dans toutes les zones sans restriction d'accès en raison des problèmes d'éblouissement réside dans le fait que ces zones ne sont pas toutes raisonnablement accessibles aux personnes, par exemple, le plafond de certains bureaux.

Tableau 2 – Restrictions d'utilisation de SCOEL sur la base des niveaux d'accès

Type de zone	Niveaux d'accès autorisés	Contrôles d'installation supplémentaires
Sans restriction d'accès	Niveau d'accès 1 ou 2	Aucun
	Niveau d'accès 1M ou 2M	Voir 6.2.2
	Niveau d'accès 3R	Voir 6.2.3
	Niveaux d'accès 3B et 4 non admis dans les zones sans restriction d'accès	Non applicable
Avec restriction d'accès	Niveau d'accès 1, 2, 1M ou 2M	Aucun
	Niveau d'accès 3R	Voir 6.2.5
	Niveaux d'accès 3B et 4 non admis dans les zones avec restriction d'accès	Non applicable
Contrôlée	Niveau d'accès 1, 2, 1M, 2M ou 3R	Aucun
	Niveau d'accès 3B ou 4	Voir 6.3.2
Espace inaccessible	Niveau d'accès 1 ou 2	Aucun
	Niveau d'accès 1M, 2M ou 3R	Voir 6.4
	Niveaux d'accès 3B et 4 non admis dans un espace inaccessible	Non applicable

L'organisme d'exploitation a la responsabilité finale de l'installation, de l'entretien, de la maintenance et de l'utilisation en sécurité du système de bout en bout, y compris les moyens techniques et administratifs de contrôle. Cette responsabilité comprend notamment:

- l'identification du type de zone sur toutes les parties de l'ensemble du trajet de transmission, y compris les réflexions du faisceau en dehors du trajet de transmission prévu, ainsi que le débordement du faisceau en dehors de la surface de collecte du récepteur;
- l'assurance que la classification de l'appareil, les exigences de niveau d'accès et les conditions d'installation du Tableau 2 sont satisfaites pour ces types de zones;
- l'assurance que l'installation, l'entretien et la maintenance ne sont exécutés que par des organismes qui ont la capacité de satisfaire aux exigences de l'Article 6.

Les exigences à l'usage des fabricants d'émetteurs, des installateurs et des organismes de maintenance sont également incluses dans le présent document.

L'IEC 60825-1 et l'IEC 60825-2 doivent s'appliquer pour la classification et les évaluations du niveau de risque des SCOEL qui utilisent des lasers destinés à la transmission de données par des câbles à fibres optiques.

6.2 Exigences relatives aux zones sans restriction d'accès

6.2.1 Généralités

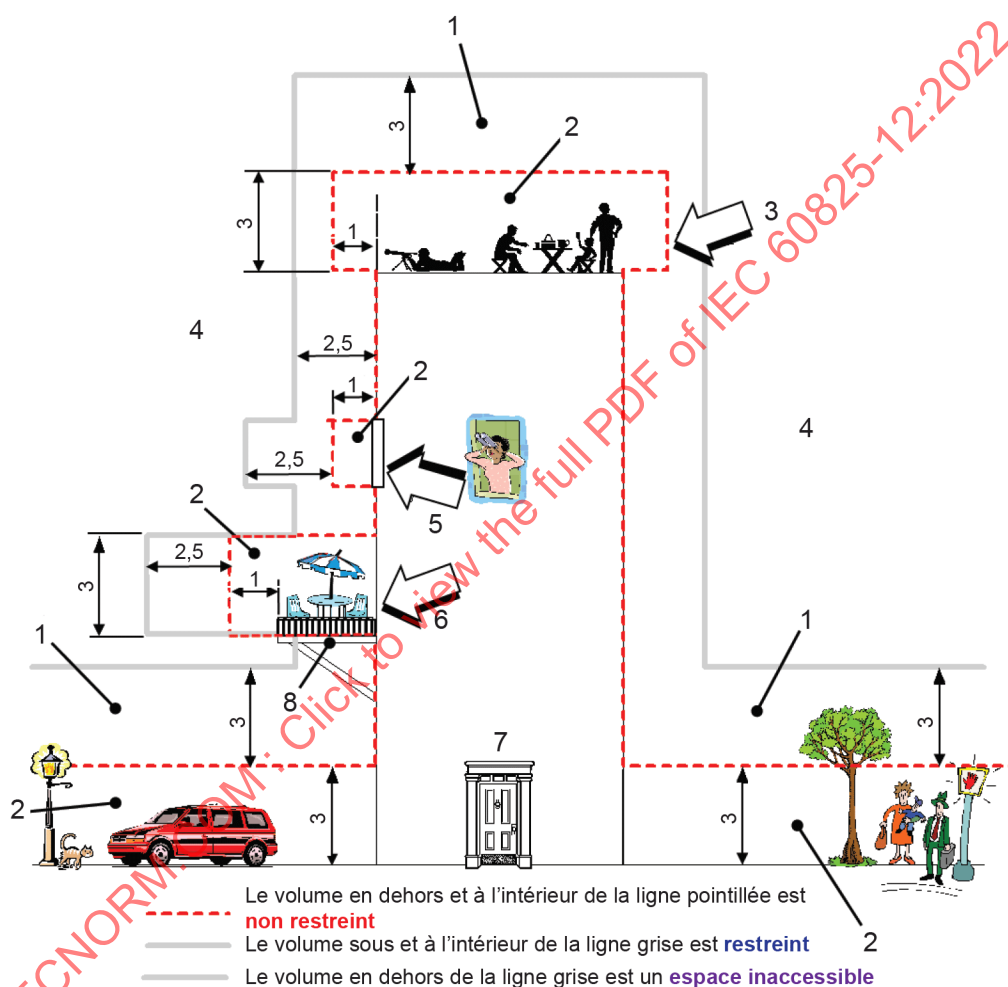
Les zones sans restriction d'accès sont les lieux normalement accessibles au public (par exemple, lieux ouverts des toits-terrasses, lieux publics au niveau du sol, lieux ouverts des bureaux et des locaux industriels, etc.). Pour les fenêtres pouvant être ouvertes ou sur les balcons non fermés, la zone sans restriction d'accès se prolonge horizontalement de 1 m au-delà de la limite du périmètre, comme cela est représenté à la Figure 3. Le lieu situé horizontalement au-dessus du point à 1 m du bord de la zone sans restriction d'accès du toit-terrasse représenté à la Figure 3 constitue également une zone sans restriction d'accès.

Les émissions du SCOEL qui traversent ou qui sont reçues dans une zone sans restriction d'accès doivent être de niveau d'accès 1 ou 2.

Les émetteurs laser dont le faisceau est en propagation libre, utilisés dans un SCOEL et installés sans condition supplémentaire dans des zones sans restriction d'accès doivent être de niveau d'accès 1 ou 2.

NOTE Concernant l'utilisation dans une zone sans restriction d'accès d'un dispositif portable qui fait partie intégrante d'un SCOEL: lorsque l'émetteur du dispositif portable diffuse un faisceau fortement divergent qui peut s'avérer dangereux à des distances très proches de l'ouverture du laser, alors il faut envisager d'intégrer des moyens de contrôle techniques supplémentaires (par exemple, par la conception physique du dispositif, ou au moyen d'un SPI) qui assurent une protection contre cette proximité d'accès. Un téléphone mobile constitue un exemple de ce type de dispositif portable.

Dimensions en mètres



IEC

Légende

- 1 zone avec restriction d'accès
- 2 zone sans restriction d'accès
- 3 toit-terrasse public
- 4 espace inaccessible
- 5 fenêtre qui peut être ouverte
- 6 balcon
- 7 espace résidentiel ou commercial
- 8 sol de balcon

Figure 3 – Exemples de types de zones externes

6.2.2 Utilisation de matériels SCOEL de niveau d'accès 1M et de niveau d'accès 2M dans des zones sans restriction d'accès

L'installation et l'utilisation d'émetteurs de niveau d'accès 1M ou 2M dans des zones sans restriction d'accès sont admises, lorsque toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

a) l'émetteur doit être installé et être en conformité avec au moins un des points suivants:

1) l'utilisation d'instruments d'optique dans la ZNRE n'est pas un événement raisonnablement prévisible;

i) émetteurs à faisceau collimaté

En ce qui concerne les émetteurs à faisceau collimaté, émetteurs pour lesquels le niveau d'accès 1M ou 2M est déterminé par mesurage et évaluation selon l'Article 4 du présent document, l'installation ne doit pas permettre l'accès à la ZNRE avec des jumelles ou des télescopes à des distances supérieures à 2 m de l'émetteur. Par exemple, il est admissible de placer un matériel de niveau d'accès 1M ou 2M près du bord d'un toit sans restriction d'accès, à condition que tous les points de la ZNRE, qui se situent à des distances supérieures à 2 m de l'émetteur soient dans une zone avec restriction d'accès (au-delà du prolongement de 1 m par rapport à la zone sans restriction d'accès qui jouxte le bord du toit, comme cela est indiqué à la Figure 3). Cette condition est représentée à la Figure 4.

NOTE L'utilisation de jumelles ou de télescopes à des distances inférieures à 2 m d'un émetteur n'est pas considérée comme un événement raisonnablement prévisible. Cependant, les émetteurs sont placés aussi près que cela est raisonnablement possible d'un bord de fenêtre ou de toit.

ii) émetteurs à faisceau divergent

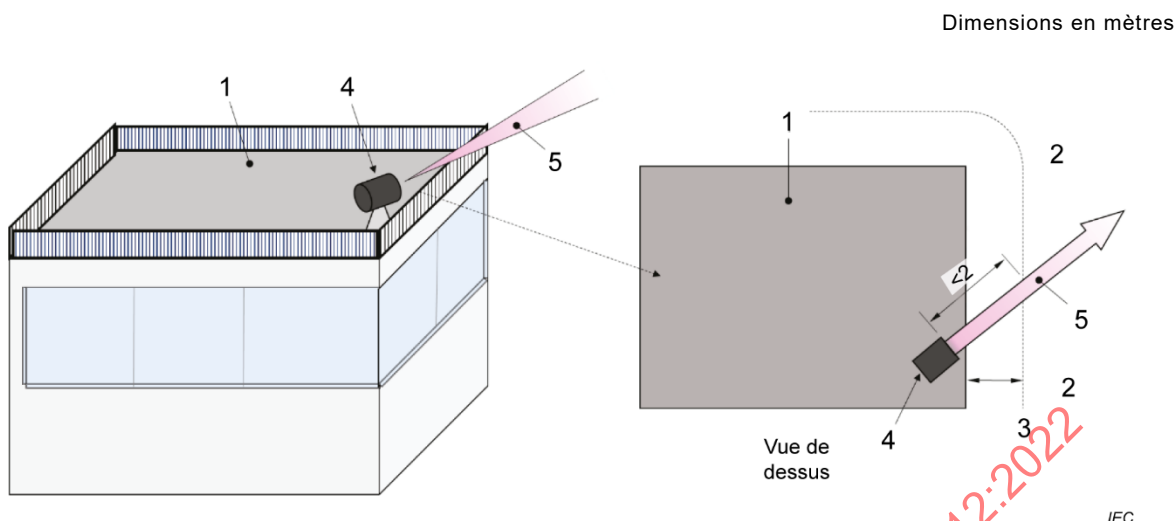
En ce qui concerne les émetteurs à faisceau divergent, émetteurs pour lesquels le niveau d'accès 1M ou 2M est déterminé par mesurage et évaluation selon l'Article 4 du présent document, l'installation ne doit pas permettre l'accès à la ZNRE avec des jumelles ou des loupes à des distances inférieures à 100 mm de l'émetteur. Par exemple, il est admissible de placer un émetteur de communication sans fil de niveau d'accès 1M ou 2M au plafond, à condition qu'une vitre ou tout autre obstacle empêche l'accès à des points situés sur le trajet du faisceau à une distance inférieure à 100 mm de l'émetteur.

NOTE La détermination de ce qui constitue un événement raisonnablement prévisible relève de la responsabilité de l'organisme d'exploitation (par exemple, l'ISO 12100 est une norme d'appréciation du risque).

2) l'émetteur doit comporter un SPI et un connecteur d'interverrouillage à distance qui est interfacé avec un SPI au moment de l'installation, de sorte que l'énergie accessible soit limitée au niveau d'accès 1 ou 2, comme cela est indiqué à la Figure 5;

b) l'installation doit assurer qu'il n'y a aucune énergie laser réfléchi en retour dans la zone sans restriction d'accès (à partir d'une fenêtre, par exemple) qui dépasse le niveau d'accès 1 ou 2;

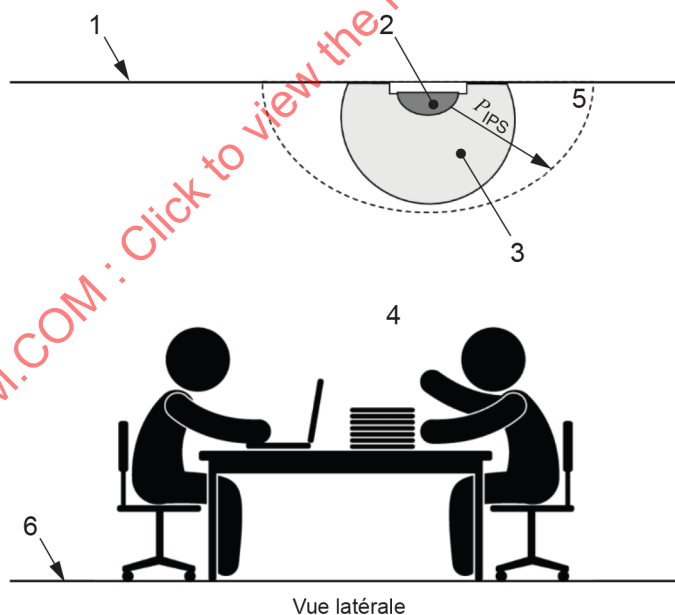
c) un outil spécial doit être nécessaire pour déplacer/retirer l'émetteur et/ou son coffret de protection et une étiquette doit être bien visible pour avertir du danger avant et après le déplacement de l'émetteur ou de son coffret de protection. L'émetteur et/ou son coffret de protection doivent également être équipés d'un interverrouillage.



Légende

- 1 toit-terrasse sans restriction d'accès
- 2 zone avec restriction d'accès ou espace inaccessible
- 3 prolongement de 1 mètre par rapport à la zone sans restriction d'accès, à partir du bord de la toiture
- 4 émetteur de SCOEL de niveau d'accès 1M ou 2M
- 5 faisceau de l'émetteur

Figure 4 – Émetteur de niveau d'accès 1M ou 2M près du bord d'un toit-terrasse sans restriction d'accès



Légende

- 1 plafond
- 2 émetteur
- 3 ZNRE
- 4 < EMP à l'aide d'instruments d'optique (à l'extérieur de la ZNRE)
- 5 P_{SPI} = profil de zone de surveillance du système de protection de l'installation
- 6 sol

NOTE Il s'agit d'un exemple de SPI qui surveille la ZNRE d'un émetteur de niveau d'accès 1M. Une violation du volume surveillé entraîne une réduction de la puissance en dessous du niveau de l'EMP avec instruments d'optique.

Figure 5 – Émetteur de niveau d'accès 1M dans une zone sans restriction d'accès

6.2.3 Utilisation de matériels SCOEL de niveau d'accès 3R dans des zones sans restriction d'accès

L'installation et l'utilisation d'un émetteur de SCOEL de niveau d'accès 3R dans une zone sans restriction d'accès sont admises lorsque les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) l'émetteur doit être installé et être en conformité avec au moins un des points suivants:
 - 1) une exposition de l'œil dans la ZNR et l'utilisation d'instruments d'optique dans la ZNRE ne sont pas des événements raisonnablement prévisibles; ou
 - 2) l'émetteur doit comporter un connecteur d'interverrouillage à distance qui est interfacé avec un SPI au moment de l'installation, de sorte que l'énergie accessible soit limitée au niveau d'accès 1 ou 2, comme cela est indiqué à la Figure 5.
- NOTE La détermination de ce qui constitue un événement raisonnablement prévisible relève de la responsabilité de l'organisme d'exploitation (par exemple, l'ISO 12100).
- b) l'installation doit assurer qu'il n'y a aucune énergie laser réfléchie en retour dans la zone sans restriction d'accès (à partir d'une fenêtre, par exemple) qui dépasse le niveau d'accès 1 ou 2;
 - c) un outil spécial doit être nécessaire pour déplacer/retirer l'émetteur et/ou son coffret de protection et une étiquette doit être bien visible pour avertir du danger avant et après le déplacement de l'émetteur ou de son coffret de protection. L'émetteur et/ou son coffret de protection doivent également être équipés d'un interverrouillage;
 - d) exigences relatives aux zones avec restriction d'accès.

6.2.4 Généralités

Les zones avec restriction d'accès sont les lieux inaccessibles au grand public, mais accessibles au personnel autorisé qui n'a pas eu de formation à la sécurité laser. Dans le cas où des conditions de vision assistée optiquement sont raisonnablement prévisibles, un panneau d'avertissement approprié doit être fourni, comme cela est indiqué dans le Tableau 3.

Les coffrets d'équipements et les placards (armoires) dans les bureaux et les bâtiments industriels, ainsi que les salles verrouillées/dédiées constituent des exemples de zones intérieures avec restriction d'accès. Les zones intérieures avec restriction d'accès peuvent être occupées par du personnel de maintenance/d'entretien ou par des visiteurs accompagnés n'ayant pas de formation à la sécurité laser de SCOEL.

Les zones avec restriction d'accès existent également en extérieur. La zone avec restriction d'accès sur les côtés extérieurs d'un bâtiment s'étend à 2,5 m à partir des surfaces extérieures, des balcons ou des escaliers extérieurs du bâtiment, comme cela est représenté à la Figure 3. Les toits-terrasses de bâtiments commerciaux ou industriels avec restriction d'accès, les poteaux téléphoniques ou les lieux dans lesquels des échafaudages peuvent être présents constituent des exemples de zones extérieures avec restriction d'accès. Les espaces extérieurs avec restriction d'accès sont susceptibles d'être occupés par du personnel dédié au lavage de vitres ou de maintenance/d'entretien, sans formation à la sécurité laser de SCOEL.

Les zones extérieures sont également considérées comme des zones avec restriction d'accès lorsque l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- a) la zone est située entre 3 m et 6 m au-dessus d'une surface d'une zone sans restriction d'accès; ou
- b) la zone se situe dans un espace horizontal de 2,5 m, partant de toute zone sans restriction d'accès et, le cas échéant, à plus de 3 m au-dessus de la surface de toute zone sans restriction d'accès sous-jacente.

Les lieux situés à 2,5 m horizontalement et à 3 m vers le haut du bas du toit ainsi que les lieux où l'accès au toit est interdit constituent des zones avec restriction d'accès.

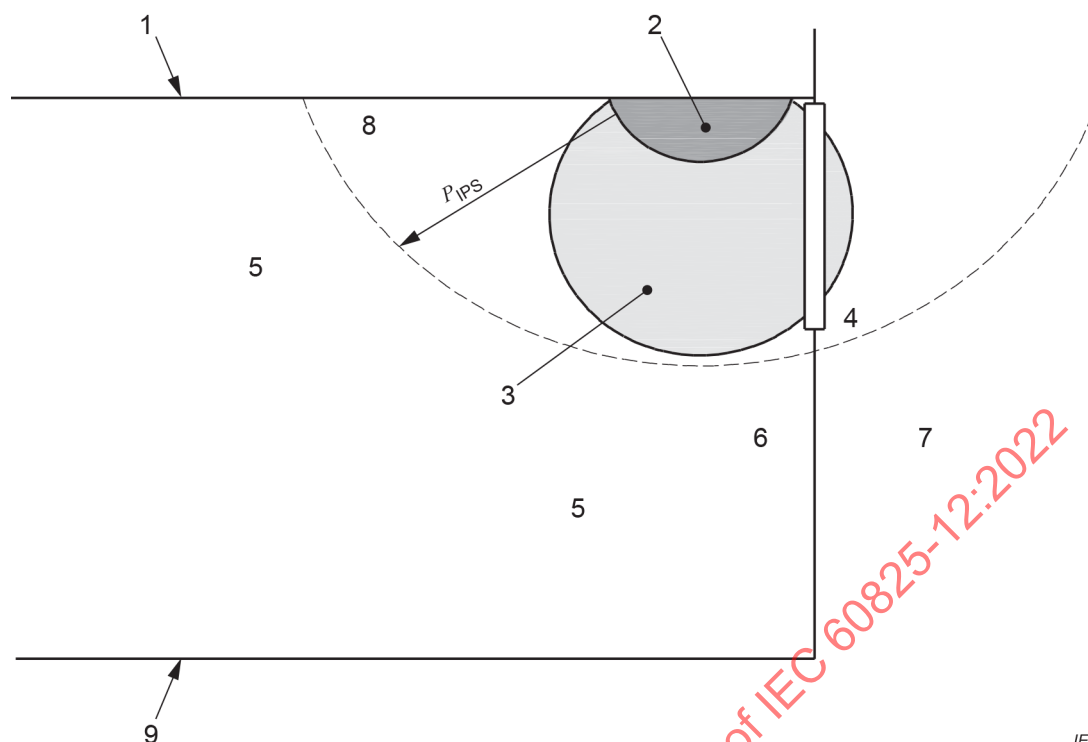
Les signaux optiques en espace libre qui traversent ou qui sont reçus dans une zone avec restriction d'accès ne doivent pas dépasser le niveau d'accès 1 ou 2 lorsqu'une vision assistée optiquement est prévisible, et le niveau d'accès 1M ou 2M (c'est-à-dire sous les limites de l'EMP sans instrument d'optique) lorsqu'une vision assistée optiquement n'est pas prévisible.

Les émetteurs laser dont le faisceau est en propagation libre, utilisés dans un SCOEL et installés sans condition supplémentaire dans des zones avec restriction d'accès doivent être de niveau d'accès 1 ou 2 lorsqu'une vision assistée optiquement est prévisible ou le niveau d'accès 1, 2, 1M ou 2M lorsqu'une vision assistée optiquement n'est pas prévisible.

6.2.5 Utilisation de matériels SCOEL de niveau d'accès 3R dans des zones avec restriction d'accès

L'installation et l'utilisation d'émetteurs de niveau d'accès 3R dans des zones avec restriction d'accès sont admises, si toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) l'émetteur doit être installé et être en conformité avec au moins un des points suivants:
 - 1) une exposition de l'œil dans la ZNR et l'utilisation d'instruments d'optique dans la ZNRE ne sont pas des événements raisonnablement prévisibles; ou
 - 2) l'émetteur doit comporter un connecteur d'interverrouillage à distance qui doit être interfacé avec un SPI au moment de l'installation, de telle sorte que le niveau d'accès doit être limité à 1 ou 2 lorsqu'une vision assistée optiquement est prévisible ou 1, 2, 1M ou 2M lorsqu'une vision assistée optiquement n'est pas prévisible, comme cela est indiqué à la Figure 6.
- b) l'installation doit assurer qu'il n'y a aucune énergie laser réfléchie en retour dans la zone avec restriction d'accès (à partir d'une fenêtre, par exemple) qui dépasse le niveau d'accès 1M ou 2M;
- c) un outil spécial doit être nécessaire pour déplacer/retirer l'émetteur et/ou son coffret de protection, et une étiquette doit être bien visible pour avertir du danger avant et après le déplacement de l'émetteur ou de son coffret de protection. L'émetteur et/ou son coffret de protection doivent également être équipés d'un interverrouillage;
- d) tout débordement au-delà du récepteur dans la ZNRE doit être contenu dans la zone avec restriction d'accès ou, s'il se situe dans une zone sans restriction d'accès, il doit être conforme aux conditions du 6.2.2.



Légende

- 1 plafond
- 2 émetteur
- 3 ZNR
- 4 fenêtre
- 5 < EMP sans instrument d'optique (à l'extérieur de la ZNR)
- 6 intérieur
- 7 extérieur
- 8 P_{SPI} = profil de zone de surveillance du système de protection de l'installation
- 9 sol

NOTE 1 Il est important de prendre des précautions supplémentaires pour surveiller la ZNR lorsqu'elle passe de l'intérieur à l'extérieur.

NOTE 2 Ceci est un exemple de SPI qui surveille l'ensemble de la ZNR d'un émetteur de niveau d'accès 3R. La puissance est réduite au niveau de l'EMP sans instrument d'optique, lorsque l'accessibilité de personnes est détectée dans le volume surveillé.

Figure 6 – Émetteur de niveau d'accès 3R dans une zone avec restriction d'accès

6.3 Exigences relatives aux zones contrôlées

6.3.1 Généralités

Les zones contrôlées sont les lieux normalement inaccessibles, sauf au personnel autorisé, avec une formation appropriée à la sécurité laser (par exemple, bornes montées sur des tours, lieux clos/sécurisés de toits-terrasses, salles verrouillées avec accès strictement contrôlé, etc.).

L'installation et l'utilisation d'émetteurs de niveaux d'accès 1, 2, 1M, 2M et 3R sont admises dans des zones contrôlées, sans condition supplémentaire. Lorsque des conditions de vision assistée optiquement sont raisonnablement prévisibles, un panneau d'avertissement approprié doit être fourni, comme cela est indiqué dans le Tableau 3.

Les émissions du SCOEL qui traversent ou qui sont reçues dans des zones contrôlées ne doivent pas dépasser le niveau d'accès 1M, 2M ou 3R, sauf pour les cas décrits en 6.3.2.

6.3.2 Utilisation de matériels SCOEL de niveau d'accès 3B et de niveau d'accès 4 dans des zones contrôlées

D'une façon générale, il est préférable que l'installation et l'utilisation des matériels SCOEL soient réalisées de manière à éviter les niveaux d'accès 3B et 4. Cependant, à condition que la zone dans laquelle un niveau d'accès 3B ou 4 est possible soit circonscrite à une zone contrôlée, les pratiques en matière de sécurité, définies par les normes de l'industrie, sont admises pour empêcher l'exposition de personnes aux niveaux d'accès 3B et 4. À noter que des niveaux d'accès 3B ou 4 ne sont pas admis en dehors d'une zone contrôlée.

Les émetteurs avec faisceaux en propagation libre de niveaux d'accès 3B et 4 peuvent être installés et utilisés dans des zones contrôlées, lorsque toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) un SPI est mis en place et détecte l'entrée de personnes dans un volume qui contient la ZNR dans son intégralité, s'étend en dehors des limites de la zone contrôlée, et provoque la réduction de puissance du laser à un niveau spécifié en un temps spécifié (voir 5.4);
- b) il convient de veiller à déterminer une ZNR qui inclut des sources d'erreur ou un rayonnement laser erratique;
- c) lorsque le récepteur est situé dans la ZNR, tout débordement au-delà du récepteur dans la ZNR doit également être contenu dans une zone contrôlée;
- d) tout débordement au-delà d'un récepteur dans la ZNR ne doit pas entrer dans une zone sans restriction d'accès, sauf si les conditions du 6.2.2 sont réunies;
- e) un responsable de sécurité laser (voir l'IEC TR 60825-14) de l'organisme d'exploitation doit être responsable de l'établissement et de la mise en œuvre des moyens de maîtrise des risques relatifs au laser dans la zone contrôlée.

6.4 Exigences relatives à un espace inaccessible

L'espace inaccessible inclut tout espace hormis les zones avec ou sans restriction d'accès et les zones contrôlées. Cet espace s'étend à l'extérieur, horizontalement:

- a) sur 2,5 m à partir des surfaces extérieures de tous les bâtiments ou sur 3,5 m à partir des zones de tous les bâtiments pouvant être occupées (par exemple, des balcons, des escaliers ou des fenêtres qui s'ouvrent); ou
- b) à partir des limites des zones avec restriction d'accès;

et s'étend verticalement, vers le haut, soit de 6 m au-dessus de la surface d'une zone sans restriction d'accès, soit de 3 m au-dessus de la surface d'une zone avec restriction d'accès. Ces conditions sont indiquées à la Figure 3.

Le lieu situé verticalement à partir de 6 m vers le haut au-dessus de la surface d'une zone sans restriction d'accès (ou à partir de 3 m au-dessus de la surface d'une zone avec restriction d'accès) sur le toit-terrasse d'un bâtiment éloigné de plus de 2,5 m du bâtiment adjacent constitue un espace inaccessible.

L'émission de rayonnement optique en espace libre dans un espace inaccessible ne doit pas dépasser le niveau d'accès 3R.

Lorsque la ZNR d'un émetteur de SCOEL intercepte l'espace aérien navigable, les autorités compétentes de l'aviation doivent être averties. De même, lorsque l'émetteur de SCOEL est installé dans un aéronef, tel qu'un système aérien sans pilote (UAS - *unmanned aerial system*) (se reporter à l'Article C.6), et lorsque la ZNR traverse l'espace aérien navigable, les autorités compétentes de l'aviation doivent être averties ou leur approbation doit être sollicitée. Il convient de prévoir des exigences réglementaires supplémentaires lorsque des faisceaux laser visibles sont utilisés à proximité des aéroports.

6.5 Réflexions spéculaires (type miroir)

Lors de l'installation et de l'exploitation d'un SCOEL, il convient de veiller à empêcher toute réflexion involontaire (totale et/ou partielle) du faisceau primaire de l'émetteur et, le cas échéant, des faisceaux d'alignement ou de balise. (Il convient que cette démarche s'applique à toutes les classes de laser en tant que règles de bonnes pratiques de travail.) La possibilité de dépointage accidentel du faisceau laser et les réflexions involontaires doivent être prises en compte dans l'évaluation du niveau d'accès et de la ZNR, le cas échéant, par l'installateur du système/l'organisme d'exploitation.

7 Exigences d'organisation

7.1 Exigences à l'usage des fabricants des émetteurs de SCOEL prêts à l'emploi ou des systèmes clés en main

7.1.1 Généralités

Les fabricants des matériels d'émission et de réception SCOEL et/ou des systèmes de bout en bout clés en main doivent

- a) assurer que les matériels satisfont aux exigences relatives au produit définies par l'IEC 60825-1, qui incluent:
 - 1) la classification de l'appareil et;
 - 2) les caractéristiques techniques (par exemple, indicateur d'émission, connecteur d'interverrouillage à distance, etc.);
 - 3) les étiquettes correspondant à cette classification et au niveau d'accès, ainsi que les manuels et toute autre documentation appropriée;
- b) assurer que les matériels satisfont aux exigences relatives au produit définies par l'IEC 60825-2, lorsque le SCOEL comprend des fibres optiques situées à l'extérieur de l'enveloppe ou des enveloppes des appareils d'émission ou de réception;
- c) fournir les informations supplémentaires suivantes:
 - 1) la description précise de toutes les caractéristiques techniques de conception de l'appareil qui empêchent l'exposition à un rayonnement supérieur au niveau d'accès 1, 2, 1M, 2M ou 3R;
 - 2) les instructions appropriées pour l'assemblage, l'alignement et l'entretien corrects, ainsi que l'utilisation en sécurité, y compris des avertissements clairs concernant les précautions à prendre pour éviter l'exposition à un rayonnement supérieur au niveau d'accès 1, 2, 1M, 2M ou 3R;
 - 3) des instructions adéquates aux organismes d'installation et de maintenance pour assurer que l'appareil peut être installé et que sa maintenance peut être réalisée de sorte que le rayonnement accessible ne dépasse pas les exigences de l'Article 6. Celles-ci incluent les exigences relatives à l'espacement horizontal et vertical, les définitions et les exigences relatives aux zones sans restriction d'accès, avec restriction d'accès et contrôlées, ainsi qu'aux espaces inaccessibles, et, si cela est admis, les procédures et les précautions applicables à tout réglage nécessaire pour augmenter/réduire la divergence du faisceau, afin de diminuer d'éventuelles expositions;
 - 4) le temps de réaction et les paramètres de fonctionnement du dispositif APR ou du SPI, s'il est fourni par le fabricant, par exemple, le temps nécessaire pour atteindre le niveau d'accès souhaité;
 - 5) lorsque l'installation ou la maintenance nécessite la neutralisation du système APR ou du SPI, des informations doivent être données pour spécifier les bonnes pratiques en matière de sécurité au travail et/ou de protection pendant que le système de réduction de puissance ou le système de surveillance est neutralisé, et pour spécifier les procédures de sécurité afin de rétablir les fonctions de ces systèmes et de les soumettre à des essais;

- 6) des informations suffisantes doivent être fournies par le fabricant d'un matériel SCOEL pour permettre à l'installateur ou à l'organisme d'exploitation de déterminer un niveau d'accès maximal en toute position par rapport à l'émetteur;
- 7) des instructions pour le raccordement d'un SPI au connecteur d'interverrouillage à distance ou à l'interface de l'émetteur équivalente;
- 8) des informations qui décrivent la condition sur laquelle la classification est fondée (c'est-à-dire la condition utilisée dans le tableau des diamètres d'ouverture de mesure et des distances de mesure pour l'évaluation (simplifiée) par défaut à l'Article 4);
- 9) si l'appareil est classé au-dessus du niveau d'accès 1M ou 2M, il convient de fournir la ZNR;
- 10) pour tous les appareils autres que ceux du niveau d'accès 1, il convient de décrire la ZNRE, lorsqu'elle existe; et
- 11) toutes les autres informations concernant l'utilisation en sécurité de l'appareil SCOEL.

7.1.2 Exigences supplémentaires concernant le fabricant

7.1.2.1 Généralités

Dans le manuel d'installation, le fabricant doit définir explicitement le type de zone de l'emplacement conformément aux définitions du présent document, et préciser si le SCOEL est destiné à être installé dans un type de zone sans restriction d'accès, avec restriction d'accès ou à accès contrôlé.

Les appareils équipés d'un dispositif APR peuvent avoir des zones d'installation limitées par 5.3.2 f).

Le manuel d'installation doit inclure les énoncés suivants:

"ATTENTION – L'utilisation de commandes ou de réglages ou l'exécution de procédures autres que ceux/celles spécifié(e)s ici peut avoir comme conséquence une exposition dangereuse au rayonnement."

"Les autorités compétentes de l'aviation doivent être averties si la zone nominale de risque (ZNR) intercepte l'espace aérien navigable."

7.1.2.2 Émetteurs

Les énoncés suivants, qui s'appliquent à la classification particulière de l'émetteur de SCOEL, doivent être inclus dans le manuel d'installation.

Émetteurs de SCOEL de niveau d'accès 1: "Émetteur de SCOEL de niveau d'accès 1 qui peut être installé dans des zones sans restriction d'accès, dans des zones avec restriction d'accès ou dans des zones contrôlées, voire dans un espace inaccessible, comme cela est défini dans ce manuel."

NOTE Cet énoncé n'est pas exigé pour les émetteurs qui satisfont à l'exemption décrite à l'Article 1 (Domaine d'application).

Émetteurs de SCOEL de niveau d'accès 1M: "Attention, émetteur de SCOEL de niveau d'accès 1M qui peut être installé dans des zones sans restriction d'accès, dans des zones avec restriction d'accès ou dans des zones contrôlées, voire dans un espace inaccessible, comme cela est défini dans ce manuel. Voir les contraintes d'installation pour l'utilisation dans des zones sans restriction d'accès."

Émetteurs de SCOEL de niveau d'accès 2: "Attention, émetteur de SCOEL de niveau d'accès 2 qui peut être installé dans des zones sans restriction d'accès, dans des zones avec restriction d'accès ou dans des zones contrôlées, voire dans un espace inaccessible, comme cela est défini dans ce manuel."

Émetteurs de SCOEL de niveau d'accès 2M: "Attention, émetteur de SCOEL de niveau d'accès 2M qui peut être installé dans des zones sans restriction d'accès, dans des zones avec restriction d'accès ou dans des zones contrôlées, voire dans un espace inaccessible, comme cela est défini dans ce manuel. Voir les contraintes d'installation pour l'utilisation dans des zones sans restriction d'accès."

Émetteurs de SCOEL de niveau d'accès 3R: "Attention, émetteur de SCOEL de niveau d'accès 3R qui peut être installé dans des zones sans restriction d'accès, dans des zones avec restriction d'accès ou dans des zones contrôlées, voire dans un espace inaccessible, comme cela est défini dans ce manuel. Voir les contraintes d'installation pour l'utilisation dans des zones avec et sans restriction d'accès."

Émetteurs de SCOEL de niveau d'accès 3B: "Avertissement, émetteur de SCOEL de niveau d'accès 3B qui peut être installé dans des zones contrôlées, comme cela est défini dans ce manuel."

Émetteurs de SCOEL de niveau d'accès 4: "Danger, émetteur de SCOEL de niveau d'accès 4 qui peut être installé dans des zones contrôlées, comme cela est défini dans ce manuel."

7.1.2.3 Récepteurs

Des informations appropriées doivent être fournies concernant les systèmes dont les récepteurs ou les zones de réception peuvent ne pas utiliser d'émetteurs, sur la question de savoir si le récepteur nécessite la réception d'émissions optiques supérieures à l'EMP à l'aide d'instruments d'optique et concernant la mise en place correcte de ce récepteur.

7.2 Exigences concernant les organismes d'installation et de maintenance

Les organismes d'installation et de maintenance des SCOEL doivent suivre les instructions du fabricant pour l'installation et la maintenance des matériels, de manière à assurer que le rayonnement accessible satisfait aux exigences de l'Article 6.

De plus, l'Annexe E fournit des recommandations à l'intention des organismes d'installation et de maintenance.

Pour des systèmes autres que ceux de niveau d'accès 1 ou 2, l'organisme ou les organismes d'installation et de maintenance doivent:

- a) prodiguer au personnel d'installation et de maintenance une formation à la sécurité laser appropriée;
- b) assurer que les contrôles d'accès et les panneaux d'avertissement adaptés sont utilisés conformément au Tableau 3. Chaque zone qui exige un panneau doit comporter les mots, "Niveau d'accès xx, IEC 60825-12, Éd. x:202x". Les panneaux doivent être placés à côté des matériels (pour bien mettre en garde contre l'entrée dans des zones dangereuses), et à côté des portes d'entrée comme cela est indiqué dans le Tableau 3;

L'édition la plus récente de l'IEC 60825-12 doit être utilisée sur le panneau mentionné ci-dessus "Niveau d'accès xx, IEC 60825-12:202x".

NOTE 1 Éd. x et 202x indiquent l'édition et l'année de publication de la norme.

- c) assurer que les dispositifs de surveillance du SPI, lorsqu'ils sont utilisés, fournissent la protection prévue;
- d) pour les SCOEL des niveaux d'accès 3B et 4, vérifier par analyse ou essai que les limites de niveau d'accès définies à l'Article 6, pour le rayonnement reçu dans des zones avec et sans restriction d'accès et le rayonnement reçu ou transmis dans des zones contrôlées sont satisfaites dans des conditions raisonnablement prévisibles, y compris en prenant en considération la stabilité d'alignement du faisceau et les limites de montage.

NOTE 2 Les mesurages liés à la Condition 2 qui visent à établir les niveaux d'accès doivent être effectués selon le Tableau 1.

Tableau 3 – Exigences relatives aux panneaux d'avertissement

Niveau d'accès	Type de zone		
	Sans restriction d'accès	Avec restriction d'accès	Contrôlée
1	Aucun	Aucun	Aucun
2	Aucun	Aucun	Aucun
1M ^a	Non applicable ^b	Aucun ^c	Aucun ^c
2M ^a	Non applicable ^b	Adjacent ^d	Adjacent ^d
3R	Non applicable ^b	Non applicable ^b	Adjacent ^d et à l'entrée
3B	Non applicable ^b	Non applicable ^b	Adjacent ^d et à l'entrée
4	Non applicable ^b	Non applicable ^b	Adjacent ^d et à l'entrée

^a Pour le niveau d'accès 1M ou 2M, le panneau d'avertissement, s'il existe, doit comporter l'énoncé: "Ne pas utiliser d'instruments d'optique (jumelles ou télescopes)". Si l'appareil est classé 1M ou 2M parce qu'il ne satisfait pas à la Condition 2 du 4.2 (faisceau fortement divergent), remplacer alors "(jumelles ou télescopes)" par "(loupes)".

^b Non applicable parce que ce niveau d'accès n'est pas admis dans ce type de zone (voir le Tableau 2).

^c En l'absence de panneau, pour le niveau d'accès 1M, dans des zones avec restriction d'accès ou contrôlées, il est de la responsabilité de l'organisme d'exploitation d'assurer l'existence d'autres moyens de contrôle administratif pour empêcher efficacement toute vision assistée optiquement qui s'avère dangereuse.

^d Placer un avertissement, pas nécessairement à l'intérieur de la zone, mais à un emplacement auquel il peut être vu par une personne avant qu'elle n'entre dans une zone plus dangereuse.

7.3 Exigences concernant l'organisme d'exploitation

L'organisme d'exploitation a la responsabilité finale de la sécurité du système de bout en bout. De plus, l'Annexe E fournit des recommandations à l'intention des organismes d'exploitation.

Cette responsabilité comprend notamment:

- l'identification du type de zone sur toutes les parties de la totalité du trajet de transmission dans la ZNRE, là où des personnes peuvent avoir accès;
- l'assurance que les exigences de classification et de niveau d'accès ne sont pas dépassées pour ces types de zones;
- l'assurance que l'installation et la maintenance sont exécutées uniquement par des organismes qui ont la capacité de satisfaire aux exigences applicables de l'Article 6 et du Paragraphe 7.2;
- l'assurance que l'accès aux zones avec restriction d'accès et contrôlées est convenablement pris en compte en ce qui concerne la sécurité laser;
- l'assurance de la conformité permanente aux exigences de fabrication, d'exploitation, d'installation, de maintenance et de sécurité du système;
- l'assurance qu'un responsable de sécurité laser est affecté aux zones contrôlées, qui contiennent des matériels de niveau d'accès 3B ou 4;
- la réparation de la condition de défaut, après réception de la notification d'un défaut dans le dispositif APR d'un émetteur de SCOEL de Classe 3B ou 4 sans ce dispositif APR, doit s'effectuer dans un laps de temps qui évite raisonnablement qu'un second défaut ne se produise.

8 Marquage

8.1 Généralités

Lorsque cela est exigé par le présent paragraphe, l'émetteur de communication optique en espace libre doit être marqué selon chaque ouverture, par exemple, avec une étiquette, un manchon, un repère, une bande, etc.), si le niveau d'accès dans la zone est supérieur au niveau d'accès 1. Les informations doivent comporter les informations données dans le Tableau 4, selon le cas.

Lorsque le rayonnement est de niveau d'accès 1, il est permis de fournir les informations ci-dessus sous forme d'informations pour l'utilisateur au lieu d'un marquage sur l'appareil.

Les marquages doivent être de couleur noire sur fond jaune. Il est permis que les marquages reproduits dans la documentation fournie par le fabricant ou par l'organisme d'exploitation utilisent une couleur noire sur fond blanc.

La réduction de la taille du marquage est acceptable, à condition que le résultat soit lisible. Le marquage de tous les niveaux d'accès relève de la responsabilité de l'organisme d'installation ou de l'organisme d'exploitation, y compris le marquage des sous-ensembles qui contiennent des lasers ou des amplificateurs optiques. Cela du fait que le niveau de danger constitue une fonction du SCOEL (de bout en bout) et dépend des fonctions de l'ensemble du système comme le dispositif APR et le SPI.

Une classe et un marquage conformes à l'IEC 60825-1 doivent être attribués aux sous-ensembles utilisés pour leurs applications autonomes.

Un niveau d'accès et un marquage conformes au présent document doivent être attribués aux sous-ensembles installés comme partie intégrante d'un SCOEL.

Les matériels qui relèvent du domaine d'application de l'IEC 60825-1 et de l'IEC 60825-12 doivent comporter un marquage de classe et de niveau d'accès.

NOTE Un matériel qui comporte à la fois une fonctionnalité LiDAR et une fonctionnalité de communications en (espace libre) est un exemple de ce type de situation. Une classe est attribuée à la fonctionnalité LiDAR selon l'IEC 60825-1; tandis qu'un niveau d'accès est attribué à la fonctionnalité de communications selon le présent document.