

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 1
AMENDEMENT 1

**Safety of laser products –
Part 4: Laser guards**

**Sécurité des appareils à laser –
Partie 4: Protecteurs pour lasers**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-4:2006/AMD1:2008



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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 corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 60825-4

Edition 2.0 2008-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 1
AMENDEMENT 1

**Safety of laser products –
Part 4: Laser guards**

**Sécurité des appareils à laser –
Partie 4: Protectors pour lasers**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 31.260

ISBN 2-8318-9825-0

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 76: Optical radiation safety and laser equipment.

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

FDIS	Report on voting
76/383/FDIS	76/385/RVD

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

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

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

Page 3

CONTENTS

Add the title of Annex G as follows:

Annex G (normative) Beam delivery systems

Page 15

2 Normative references

Replace the reference to IEC 60825-1 by the following new reference:

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

Add the following two new references:

ISO 14121-1:2007, *Safety of machinery – Risk assessment – Part 1: Principles*

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

Page 131

Add, after Annex F, the new Annex G as follows:

Annex G (normative)

Beam delivery systems

G.1 General

This normative annex addresses the arrangement, installation and use of guided beam delivery systems. Laser beams can be propagated through air, gas or vacuum, whether enclosed or not (free space), and through fibre optic cables in laser processing machine applications.

This annex applies to the protective measures implemented to protect personnel against laser radiation hazards for guided beam delivery systems after the output coupler and/or the protective housing of the laser product (the requirements of which are specified in IEC 60825-1). This annex is intended to complement the requirements applicable to the laser process enclosure (which are specified in this document and in ISO 11553-1). This annex also provides methods for assessing the risks (including reasonably foreseeable use, abuse and misuse) and provides examples of control measures to meet the normative requirements of IEC 60825-1 and this document.

This annex does not apply to beam delivery systems inside the protective housing of the laser.

This annex does not apply to beam delivery systems used in medical or communications applications.

G.2 Terms and definitions

For the purposes of this annex, the following definitions apply. They are in addition to those given in IEC 60825-1 or other parts of IEC 60825.

G.2.1

access panel

any panel which when removed or displaced gives human access to laser radiation. Sheathing around a fibre, tubing used as an enclosure component or any device serving the function of a removable or displaceable panel, can also be an "access panel" within the terms of this definition

G.2.2

beam delivery system

system comprised of all those components, including all optical beam components and potential beam paths and their enclosures, which when combined, transfer laser radiation emitted from the laser radiation generator (the laser) to the workpiece. These components may include all elements for guiding, shaping and switching the laser beam as well as the enclosure of and support for the beam path components

G.2.3

beam path components

those optical components which lie on a defined beam path (see 3.16 of IEC 60825-1)

NOTE Examples of a beam path component include a beam steering mirror, a focus lens or a fibre optic cable connector.

G.2.4

beam shaping components

those optical components introduced in the beam path to transform the profile or cross-section of the laser beam by means of apertures, reflective, refractive or diffractive optical components

G.2.5

beam switching components

those optical components or an assembly of components introduced in the beam path to direct or divert, under external control, the beam path along predetermined direction(s). The external control allows the beam path to be switched from one predetermined direction to another

G.2.6

fibre optic cable

optical beam guiding component that enables the transmission of laser radiation along a transparent medium. A fibre optic cable may have a glass or other core that carries the laser radiation and be surrounded by cladding. The outside of the fibre is protected by cladding and may be further protected by additional layers of other material such as a polymer or a metal to protect the fibre from mechanical deformation, the ingress of water, etc. For this annex, this term also includes other forms of transmission devices such as waveguides

G.3 General requirements

G.3.1 General considerations

The risks associated with the hazards relevant to the beam delivery systems shall be assessed as part of the overall requirements for risk assessment of the machine. The principles for risk assessment given in standard ISO 14121-1 shall be used in carrying out this assessment. This assessment shall determine the acceptable level of risk and the necessary protective measures for persons who can be exposed to those hazards, while maintaining an acceptable level of performance of the machine.

Hazards can result from, but are not limited to, the following causes:

- failures, faults or damage in the protective housing or other mechanical protective measures incorporated in the beam delivery system resulting in the inadvertent emission of laser radiation from the protective housing;
- failures or faults in the beam path components resulting in damage to the protective housing or other protective devices;
- failures or faults in the associated equipment or controls resulting in injury or malfunction or failure of the safety functions of the laser processing machine;
- failures or faults from reasonably foreseeable misuse or abuse resulting in the inadvertent emission of laser radiation from the protective housings.

The engineering and administrative controls adopted are a combination of the measures incorporated at the design stage and include those instructions to be followed by the user.

Design shall be the first consideration in the reduction of risks. Where this is not sufficient to eliminate risks to a negligible level, additional safeguarding and safe working procedures shall be considered.

NOTE Examples of risk assessments and potential solutions for risk reduction measures are shown in Clause G.6.

G.3.2 Protective housing

The requirements for protective housing are specified in 4.2.1 and 4.2.2 of IEC 60825-1.

G.3.3 Access panels and safety interlocks for beam delivery systems using free space transmission

The requirements for access panels and safety interlocks are specified in IEC 60825-1 Clause 4.3.

A safety interlock shall be provided for access panels of protective housings of free space beam delivery systems that may include beam shaping and beam switching components when:

- a) The access panel is intended to be removed or displaced during maintenance or operation of the laser processing machine, and
- b) The removal of the panel gives access to laser radiation levels designated by “X” in Table 1 of IEC 60825-1.

The safety interlock shall be part of a design that prevents the removal of the panel until the accessible emission levels are below the AEL defined above. Inadvertent resetting of the interlock shall not in itself restore emission values above the limits specified above.

If a deliberate override mechanism is provided, the requirements of 4.3.2 of IEC 60825-1 shall apply.

All safety interlocks, safety monitoring devices or associated safety-related control circuits shall meet the requirements specified in ISO 12100-2 and ISO 13849-1 with respect to the general requirements for guards together with the requirements related to interlock devices and safety monitoring devices and their application in safety-related control circuits.

G.3.4 Safety interlocks for beam delivery systems using fibre optic cables or other beam waveguides

Removal or displacement of a fibre optic cable (or other form of beam waveguide) in a beam delivery system shall be allowable only under at least one of the following conditions.

- a) With the use of a key or tool at the point of connection to allow access, removal or displacement of the fibre optic cable by skilled or trained persons.
- b) With the prevention of emission from the fibre optic cable by the termination of emission from the laser prior to access to the fibre optical cable end on the removal or displacement of the fibre optic cable. This may be accomplished by the use of interlocks at the interfaces that can be displaced.
- c) Removal or displacement of the fibre optic cable without the use of a key or special tool and without the termination of laser radiation emission from the laser shall be possible only when other protective measures are provided to ensure that personnel are not exposed to laser radiation that will cause injury. These protective measures shall be clearly described in the user instructions together with the necessary procedures for their use.

When a safety interlock is used, removal of the protective housing shall not permit human access to accessible emission levels above the applicable AEL in Table 1 of IEC 60825-1. Inadvertent resetting of the interlock shall not in itself restore emission values above the applicable AEL in Table 1 of IEC 60825-1. These interlocks shall be failsafe or redundant and conform to the requirements in the applicable IEC product standard.

If a deliberate override mechanism is provided, the requirements of 4.3.2 of IEC 60825-1 shall apply.

All safety interlocks, safety monitoring devices or associated safety-related control circuits shall meet the requirements specified in ISO 12100-2 and ISO 13849-1 with respect to the

general requirements for guards together with the requirements related to interlock devices and safety monitoring devices and their application in safety-related control circuits.

G.3.5 Environmental conditions

All beam delivery systems shall meet the safety requirements defined in this annex under all expected operating conditions and foreseeable abuse and misuse appropriate to the intended purpose of the laser processing machine. Factors to be considered shall include:

- the intended environment of use;
- climatic conditions (e.g. temperature, relative humidity, etc.);
- anticipated vibration and shock;
- electromagnetic interferences.

G.4 Verification of safety requirements or protective measures

General conformance with the requirements of this annex shall be by visual inspection.

Correct functioning of control devices shall be verified according to functional tests specified by the manufacturer.

Verification procedures relating to laser radiation levels shall conform to IEC 60825-1.

Verification of the information for the user shall be confirmed by visual examination of the handbooks and any other relevant information.

G.5 Information for users

G.5.1 Technical documentation

In addition to the requirements of other standards that are used in the manufacture of the laser processing machine, the following information shall be supplied.

- a) Relevant safety-related documentation and details of safe installation and use of the beam delivery system. This shall, where appropriate, include:
 - 1) a clear, comprehensive description of the beam delivery system, its installation and mounting and any connection to the host equipment safety-related controls;
 - 2) electrical supply and other control requirements;
 - 3) laser radiation performance limitations;
 - 4) information on the relevant physical environment.
- b) Relevant safety-related documentation for maintenance and servicing procedures associated with the beam delivery system. This information shall include guidance on the adjustment, maintenance, replacement and repair, particularly of the protective devices and control for use by authorised service personnel.
- c) List of recommended spare parts for use by authorised service personnel.
- d) A description (including interconnection diagrams) of the safeguards, interlocking functions and interlocking of guards. This description shall include situations when removal or displacement of the fibre optic cable without the use of a key or special tool and without the termination of laser radiation emission from the laser shall be possible and when other protective measures are provided to ensure that personnel are not exposed to laser radiation that will cause injury. These protective measures shall be clearly described together with the necessary procedures for their use.
- e) A description of the means provided, where it is necessary, to suspend the safeguarding.

G.5.2 Labelling

Access panel warning labels shall be fitted as required and described in Clause 5 of IEC 60825-1.

G.6 Examples of risk assessments

Examples of risk assessments are shown below together in Tables G.1 and G.2 with potential solutions for risk reduction measures. The list is not comprehensive and alternative technical measures (that may have identical or improved efficiency) for risk reduction can be considered.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-4:2006/AMD1:2008

Table G.1 – Beam delivery systems using free space beam delivery systems

Use, reasonably foreseeable misuse or abuse	Failure mechanism	Hazard	Example of risk reduction
Beam directed through beam switching device.	Beam switch emits the laser beam partly or wholly guided to an unexpected beam delivery system.	Laser radiation above Accessible Emission Limit (AEL) of Class 1 at unexpected beam delivery system.	Design the beam switching device to avoid this.
Beam directed through beam switching device.	Beam switch not in proper position - laser beam partly or wholly guided to unexpected beam delivery system.	Laser radiation above AEL of Class 1 at unexpected beam delivery system.	Monitor the beam switching device and interlock to ensure the beam switch components are in the correct positions.
Beam being propagated through the free space beam path protective housing.	Mirror or lens damage, breakage or contamination leading to higher degree of scattered radiation that may cause deformation of components in the beam delivering system.	Laser radiation above AEL of Class 1 from openings in beam delivery system.	The beam delivery protective housing to be able to tolerate the Foreseeable Exposure Limit (FEL) (as defined in 3.4 of this standard) as a passive guard, or use a correctly designed active guard considered. Consider apertures to reduce the amount of radiation scattered from a defective mirror, or limit radiation scattered as a result of misalignment. Monitor the local temperature of vulnerable beam delivery components.
Beam being propagated through the free space beam path protective housing.	Mirror breakage leading to excess heating by the laser beam resulting in the deformation of components in the beam delivering system.	Laser radiation above AEL of Class 1 from openings in beam delivery system.	The beam delivery protective housing to be able to tolerate the FEL as passive guard, or use a correctly designed active guard considered. Consider apertures to reduce the amount of radiation scattered from a defective mirror, or limit radiation scattered as a result of misalignment. Monitor the local temperature of vulnerable beam delivery components.
Beam being propagated through the free space beam path protective housing.	Mechanical deformations of protective housing. (Damage or deformation due to external forces great enough to temporarily or permanently distort the physical configuration.)	Laser radiation above AEL of Class 1 from openings in beam delivery system.	The beam path protective housing designed to tolerate reasonably foreseeable mechanical forces, or provide an alternative active guard.
Beam being propagated through the free space beam path protective housing.	Displacement of the protective housing due to vibrations etc. that may cause the beam delivery system break-up.	Laser radiation above AEL of Class 1 from openings in beam delivery system.	The use of well-tried proven design methods that tolerate foreseeable operating stresses and widely used with successful results in similar applications. Conduct regular inspection.

Table G.1 (continued)

Use, reasonably foreseeable misuse or abuse	Failure mechanism	Hazard	Example of risk reduction
Beam being propagated through the free space beam path protective housing.	Misalignment of mirrors.	The beam exposing the protective housing to levels higher than its Protective Exposure Limit (PEL) (as defined in 3.13 of this standard).	The use of well-tried proven design methods that tolerate foreseeable operating stresses and are widely used with successful results in similar applications. Prevent misaligned beam from propagating further in the beam delivery system. Incorporate apertures and baffles/barriers to restrict propagation. Restrict the number and extent of adjustments.
Beam being propagated through the free space beam path protective housing.	Unclear identification of beam delivery components resulting in incorrect parts being installed and subsequent damage of both the parts themselves and other parts of the machine or workpiece.	Laser radiation above AEL of Class 1 from openings in beam delivery system. Damage to associated parts of the machine.	Ensure that all beam delivery system components and parts are labelled to allow easy identification. Provide adequate instructions to minimise the risk of using incorrect parts or of incorrect assembly or adjustment. Incorporate interlocks to prevent incorrect parts or assembly.
Incorrect mounting of beam shaping optics.	Human error.	Laser radiation above AEL of Class 1 (by escaping the protected laser area, or exceeding the laser guard PEL).	Provide adequate instructions to minimise the risk of using incorrect parts or of incorrect assembly or adjustment. Conduct regular inspections.
Damage of beam shaping optics.	From collision with workpiece, overheated optics due to contamination or cooling water failure.	Laser radiation above AEL of Class 1 (by escaping the protected laser area, or exceeding the laser guard PEL).	Ensure that all beam delivery system components and parts are labelled to allow easy identification. Provide adequate instructions to minimise the risk of using incorrect parts or of incorrect assembly or adjustment. Incorporate interlocks or mechanical location keys to prevent the use of incorrect parts or incorrect assembly. Monitor the local temperature of vulnerable beam delivery components

Table G.2 – Beam delivery systems using fibre optic cables

Use, reasonably foreseeable misuse or abuse	Possible failure mechanism	Hazard	Examples of risk reduction
Beam directed through beam switching device.	Beam switch "leaks" - laser beam partly or wholly guided to unexpected beam delivery system.	Laser radiation above AEL of Class 1 at unexpected beam delivery system.	Design the beam switching device to avoid this.
Beam directed through beam switching device.	Beam switch not in the correct position - laser beam partly or wholly guided to unexpected beam delivery system.	Laser radiation above AEL of Class 1 at the unexpected beam delivery system.	Monitor the beam switching device and interlock to ensure the beam switch components are in the correct positions.
Beam being coupled into fibre.	Damage (i.e. thermal) to coupling optics.	The coupling optical components or assemblies overheat to a degree where it damages or deforms resulting in either leaking radiation or the production of errant beams.	The coupling optical components or assemblies to be designed to handle power passively. Interlock of the beam. Monitor component temperature and interlock into the control system.
Beam being coupled into fibre.	Damaged fibre at the input surface.	Fibre connector heats up to a degree where it deforms and laser radiation is not correctly coupled into the fibre.	Fibre connector designed to handle power passively. Introduce beam monitoring schemes and interlock into the control system.
Beam in fibre optic cable.	Breakage due to mechanical forces on the fibre.	Laser radiation above AEL of Class 1 emitted from a broken fibre to the surrounding. Possible fire hazard.	Fibre to be put inside protective cover that protects from mechanical forces in the operating environment and potential misuse/abuse. Use the protective housing to limit excessive twist. Provide strain relief at the optical fibre terminations to minimise bending and twisting. Make the protective housing active guard linked into the control system (see IEC 60825-4). Monitor component temperature and interlock into the control system.
With the laser beam being directed through the fibre optic, the fibre is subjected to repetitive flexing.	Breakage due to fatigue.	Laser radiation above AEL of Class 1 emitted from a broken fibre to the surrounding.	Design the protective housing to restrict the bending radius to prevent fibre breakage. Provide strain relief at the optical fibre terminations to minimise bending and twisting. Design a reinforced protective housing to be able to tolerate the laser radiation of the inner surface at the protective housing. Make the protective housing active guard linked into the control system (see IEC 60825-4).

Table G.2 (continued)

Use, reasonably foreseeable misuse or abuse	Possible failure mechanism	Hazard	Examples of risk reduction
With the laser beam being directed through the fibre optic, the fibre is subjected to repetitive flexing.	Breakage due to other than mechanical forces (optical degrading, first pulses etc.)	Laser radiation above AEL of Class 1 from a broken fibre to the surrounding environment.	The protective housing to be able to retain the laser radiation of the inner surface of the protective housing without breakthrough. Make the protective housing active guard linked into the control system (see IEC 60825-4).
Unconnected fibre at the output of the fibre optic cable emitting laser radiation from the laser. Unconnected fibre at the input of the fibre optic cable emitting laser radiation from the laser.	Human error Mechanical loosening of fixings due to incorrect assembly or vibrations, for example.	Laser radiation being emitted in an undefined and uncontrolled direction leading to potential exposure above AEL of Class 1 (by escaping the laser guarded area, or exceeding any other laser guard PEL).	Interlock the fibre interface/connector. Ensure that the fixings and associated tools used to mount/dismount fibre interface are adequate. Minimise the requirement for the interface to be interfered with. Restrict this activity to service work carried out by skilled and authorised personnel with special training. Design a reinforced laser guard.
Incorrect mounting of beam shaping optics.	Human error.	Laser radiation being emitted in an undefined and uncontrolled direction leading to potential exposure above AEL of Class 1 (by escaping the laser guarded area, or exceeding any other laser guard PEL).	Ensure design is adequately robust. Ensure instructions are sufficient for adjustments to be made securely. Recommend inspection intervals.
Damage of beam shaping optics.	From collision with workpiece, overheated optics due to contamination or cooling water failure.	Laser radiation being emitted in an undefined and uncontrolled direction leading to potential exposure above AEL of Class 1 (by escaping the laser guarded area, or exceeding any other laser guard PEL).	Design considerations to include the complete laser guard. Provide collision protection or interlocks.
Multiple fibres - mix of fibres.	Human error.	Laser radiation being emitted in an undefined and uncontrolled direction leading to potential exposure above AEL of Class 1 (by escaping the laser guarded area, or exceeding any other laser guard PEL).	Orientate, mechanically interlock or clearly and indelibly mark fibre optic cables. Ensure instructions are clear and unambiguous. If the fibre optic cables transmit the laser beam to separate laser guarded enclosures, interlock the enclosure together with the fibre optic cable.

Page 133

Bibliography

Delete the following references:

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

ISO 14121, *Safety of machinery – Principles of risk assessment*

Add the following references:

ISO 11252:2004, *Lasers and laser-related equipment – Laser device – Minimum requirements for documentation*

ISO 14119:1998, *Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – Principles for design and selection*
Amendment 1 (2007)

ISO TR 14121-2:2007, *Safety of machinery – Risk assessment – Part 2: Practical guidance and examples of methods*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-4:2006/AMD1:2008

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60825-4:2006/AMD1:2008

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 76 de la CEI: Sécurité des rayonnements optiques et matériels laser.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
76/383/FDIS	76/385/RVD

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

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

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

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter le titre de l'Annexe G comme suit:

Annexe G (normative) Systèmes de transmission du faisceau

Page 14

2 Références normatives

Remplacer la référence à la CEI 60825-1 par la nouvelle référence suivante:

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

Ajouter les deux nouvelles références suivantes:

ISO 14121-1:2007, *Sécurité des machines – Appréciation du risque – Partie 1 : Principes*

ISO 13849-1:2006, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*

Ajouter, après l'Annexe F, la nouvelle Annexe G suivante:

Annexe G (normative)

Systèmes de transmission du faisceau

G.1 Généralités

La présente annexe normative aborde la disposition, l'installation et l'utilisation des systèmes de transmission du faisceau guidé. Les faisceaux laser peuvent se propager à travers l'air, le gaz ou le vide, qu'ils soient délimités ou non (espace libre), et à travers des câbles à fibres optiques dans des applications de machine de traitement à laser.

La présente annexe s'applique aux mesures de protection mises en œuvre pour protéger le personnel contre les dangers dus au rayonnement laser pour les systèmes de transmission du faisceau guidé après le coupleur de sortie et/ou le capot de protection du produit laser (dont les exigences sont spécifiées dans la CEI 60825-1). La présente annexe est destinée à compléter les exigences applicables à l'enceinte du traitement au laser (qui sont spécifiées dans le présent document et dans l'ISO 11553-1). Cette annexe fournit également des méthodes pour l'évaluation des risques (y compris l'usage, l'abus et le mauvais usage raisonnablement prévisibles) et fournit des exemples de mesures de contrôle pour répondre aux exigences normatives de la CEI 60825-1 et du présent document.

Cette annexe ne s'applique pas aux systèmes de transmission du faisceau à l'intérieur du capot de protection du laser.

Cette annexe ne s'applique pas aux systèmes de transmission du faisceau utilisés dans des applications médicales ou de communications.

G.2 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente annexe, les définitions suivantes s'appliquent. Elles complètent celles fournies par la CEI 60825-1 ou d'autres parties de la CEI 60825.

G.2.1

panneau d'accès

tout panneau qui, lorsqu'il est retiré ou déplacé, fournit un accès humain au rayonnement laser. Le gainage autour d'une fibre, les tubes utilisés comme composantes de l'enceinte ou tout dispositif servant de panneau amovible ou déplaçable, peuvent également être désignés comme "panneau d'accès" selon les termes de cette définition

G.2.2

système de transmission du faisceau

système comprenant tous les composants, y compris tous les composants du faisceau optique et les trajets du faisceau potentiels et leurs enceintes, qui lorsqu'ils sont combinés, transfèrent le rayonnement laser émis par le générateur de rayonnement laser (le laser) vers la pièce à usiner. Ces composants peuvent comprendre tous les éléments pour le guidage, la conformation et la commutation du faisceau laser ainsi que l'enceinte et le support pour les composants du trajet du faisceau

G.2.3

composants du trajet du faisceau

composants optiques qui se trouvent sur un trajet de faisceau défini (voir 3.16 de la CEI 60825-1)

NOTE A titre d'exemple d'un composant de trajet de faisceau, on peut citer un miroir d'orientation du faisceau, une lentille de focalisation ou un connecteur à fibre optique.

G.2.4

composants de conformation du faisceau

les composants optiques introduits dans le trajet du faisceau pour transformer le profil ou la section droite du faisceau laser au moyen d'ouvertures, de composants optiques réfléchissants, réfringents ou diffractifs

G.2.5

composants de commutation du faisceau

les composants optiques ou un ensemble de composants introduits dans le trajet du faisceau pour diriger ou détourner, d'après une commande extérieure, le trajet du faisceau selon des direction(s) prédéterminée(s). La commande extérieure permet au trajet du faisceau d'être commuté d'un sens prédéterminé à un autre

G.2.6

câble à fibres optiques

composant de guidage du faisceau optique qui permet la transmission du rayonnement laser le long d'un support transparent. Un câble à fibres optiques peut avoir un cœur en verre ou tout autre cœur qui transporte le rayonnement laser et peut être entouré d'une gaine. L'extérieur de la fibre est protégé par une gaine et peut être, en plus, protégé par des couches supplémentaires d'un autre matériau, tel qu'un polymère ou un métal en vue de protéger la fibre contre les déformations mécaniques, la pénétration d'eau, etc. Pour cette annexe, ce terme inclut d'autres formes de dispositifs de transmission, telles que des guides d'ondes.

G.3 Exigences générales

G.3.1 Considérations générales

Les risques associés aux dangers relatifs aux systèmes de transmission du faisceau doivent être estimés comme un élément des exigences globales pour l'évaluation du risque de la machine. Les principes de l'évaluation du risque donnés dans la norme ISO 14121-1 doivent être utilisés en effectuant cette évaluation. Cette évaluation doit fixer le niveau acceptable de risque et les mesures de protection nécessaires pour les personnes potentiellement exposées à ces dangers, tout en conservant un niveau de performance acceptable à la machine.

Les phénomènes dangereux peuvent être dus, de façon non limitative, à

- des défaillances, des défauts ou des dommages dans le capot de protection ou toute autre mesure de protection mécanique incorporée dans le système de transmission du faisceau donnant lieu à une émission accidentelle de rayonnement laser du capot de protection;
- des défaillances ou des défauts dans les composants du trajet du faisceau entraînant des dommages au capot de protection ou à tout autre dispositif de protection;
- des défaillances ou des défauts dans l'équipement ou les dispositifs de commande associés entraînant des préjudices physiques ou un dysfonctionnement ou encore une défaillance des fonctions de sécurité de la machine de traitement à laser;
- des défaillances ou des défauts du fait de mauvais usages ou d'abus raisonnablement prévisibles entraînant une émission accidentelle de rayonnement laser des capots de protection.

Les moyens de contrôle techniques et administratifs adoptés représentent une combinaison de mesures incorporées au niveau de la conception et comprennent les instructions à suivre par l'utilisateur.

La conception doit être envisagée en premier lieu pour réduire les risques. Si cela n'est pas suffisant pour éliminer les risques à un niveau négligeable, des procédures supplémentaires de protection et de fonctionnement en sécurité doivent être envisagées.

NOTE Des exemples d'évaluations des risques et de solutions potentielles en vue de mesures de réductions du risque figurent à l'Article G.6.

G.3.2 Capot de protection

Les exigences relatives au capot de protection sont spécifiées en 4.2.1 et 4.2.2 de la CEI 60825-1.

G.3.3 Panneaux d'accès et verrouillages de sécurité pour des systèmes de transmission du faisceau utilisant la transmission en espace libre

Les exigences relatives aux panneaux d'accès et verrouillages de sécurité sont spécifiées en 4.3 de la CEI 60825-1.

Un verrouillage de sécurité doit être prévu pour les panneaux d'accès des capots de protection des systèmes de transmission du faisceau en espace libre qui peuvent comprendre des composants de conformation du faisceau et de commutation du faisceau lorsque:

- a) Le panneau d'accès est conçu pour être retiré ou déplacé au cours de la maintenance ou du fonctionnement de la machine de traitement à laser, et
- b) L'enlèvement du panneau donne accès à des niveaux de rayonnement laser désignés par "X" dans le Tableau 1 de la CEI 60825-1.

Le verrouillage de sécurité doit être conçu afin d'empêcher le retrait du panneau tant que les valeurs de l'émission accessible ne sont pas inférieures aux LEA définies ci-dessus. La neutralisation involontaire du verrouillage de sécurité ne doit pas permettre l'émission à des valeurs supérieures aux limites spécifiées ci-dessus.

Si un mécanisme de neutralisation volontaire est prévu, les exigences de 4.3.2 de la CEI 60825-1 doivent s'appliquer.

Tous les dispositifs de verrouillage de sécurité, de contrôle de la sécurité ou les circuits de commande associés liés à la sécurité doivent remplir les exigences spécifiées dans l'ISO 12100-2 et l'ISO 13849-1 concernant les exigences générales pour les protecteurs ainsi que les exigences liées aux dispositifs de verrouillage et aux dispositifs de contrôle de la sécurité ainsi que leur application dans les circuits de commande liés à la sécurité.

G.3.4 Verrouillages de sécurité pour des systèmes de transmission du faisceau utilisant des câbles à fibres optiques ou d'autres guides d'ondes de faisceau

Le retrait ou le déplacement d'un câble à fibres optiques (ou d'une autre forme de guide d'ondes de faisceau) dans un système de transmission du faisceau doit être uniquement possible dans l'une au moins des conditions suivantes.

- a) A l'aide d'une clé ou d'un outil au point de connexion pour permettre l'accès, le retrait ou le déplacement du câble à fibres optiques par des personnes qualifiées ou qui ont suivi une formation.
- b) Avec la prévention contre les émissions du câble à fibres optiques par l'interruption d'émissions du laser avant l'accès à l'extrémité du câble à fibres optiques au moment du retrait ou du déplacement du câble à fibres optiques. A cet effet, on peut utiliser des verrouillages aux interfaces qui peuvent être déplacées.

- c) Le retrait ou le déplacement du câble à fibres optiques sans l'aide d'une clef ou d'un outil spécial et sans interruption de l'émission du rayonnement laser doit être possible uniquement lorsque d'autres mesures de protection sont prévues pour s'assurer que le personnel n'est pas exposé au rayonnement laser susceptible de provoquer des lésions. Ces mesures de protection doivent être clairement décrites dans la notice d'instructions pour l'utilisateur ainsi que les procédures nécessaires à leur utilisation.

Lorsqu'un verrouillage de sécurité est utilisé, le retrait du capot de protection ne doit pas permettre l'accès humain à des niveaux d'émission accessible au-dessus de la LEA applicable du Tableau 1 de la CEI 60825-1. La neutralisation involontaire du verrouillage de sécurité ne doit pas permettre l'émission à des valeurs supérieures à la LEA applicable dans ce Tableau 1 de la CEI 60825-1. Ces verrouillages doivent être à sécurité positive ou redondants et être conformes aux exigences de la norme de produit de la CEI.

Si un mécanisme de neutralisation volontaire est prévu, les exigences de 4.3.2 de la CEI 60825-1 doivent s'appliquer.

Tous les dispositifs de verrouillage de sécurité, de contrôle de la sécurité ou les circuits de commande associés liés à la sécurité doivent remplir les exigences spécifiées dans l'ISO 12100-2 et l'ISO 13849-1 concernant les exigences générales pour les protecteurs ainsi que les exigences liées aux dispositifs de verrouillage et aux dispositifs de contrôle de la sécurité ainsi que leur application dans les circuits de commande liés à la sécurité.

G.3.5 Conditions d'environnement

Tous les systèmes de transmission du faisceau doivent satisfaire aux exigences de sécurité définies dans cette annexe dans toutes les conditions prévisibles de fonctionnement et dans les conditions prévisibles d'abus et de mauvais usage prévisibles appropriées à la destination prévue de la machine de traitement à laser. Les paramètres qui doivent être pris en compte sont les suivants:

- environnement d'utilisation prévu;
- conditions climatiques (par exemple, température, humidité relative, etc.);
- vibrations et chocs prévus;
- interférences électromagnétiques.

G.4 Vérification des exigences de sécurité ou des mesures de protection

La conformité générale avec les exigences de cette annexe doit être vérifiée par examen visuel.

Le fonctionnement correct des dispositifs de commande doit être vérifié conformément à des essais fonctionnels spécifiés par le fabricant.

Les procédures de vérification relatives aux niveaux de rayonnement laser doivent être conformes à la CEI 60825-1.

La vérification des informations pour l'utilisateur doit être confirmée par un examen visuel des manuels ainsi que toutes autres informations pertinentes.

G.5 Informations pour les utilisateurs

G.5.1 Documentation technique

Outre les exigences d'autres normes utilisées lors de la fabrication de la machine de traitement à laser, les informations suivantes doivent être fournies.

- a) Une documentation et des détails appropriés relatifs à la sécurité en vue de l'installation et de l'utilisation en toute sécurité du système de transmission du faisceau. Ceci doit comprendre, le cas échéant:
 - 1) une description claire et complète du système de transmission du faisceau, de son installation et du montage et de toute connexion aux dispositifs de commande relatifs à la sécurité de l'équipement hôte;
 - 2) les exigences pour l'alimentation électrique et autres dispositifs de commande;
 - 3) les limites de performance du rayonnement laser;
 - 4) les informations sur les conditions d'environnement physique appropriées.
- b) Une documentation appropriée relative à la sécurité en vue des procédures de maintenance et d'entretien associées au système de transmission du faisceau. Ces informations doivent comprendre des lignes directrices pour le réglage, la maintenance, le remplacement et la réparation de l'équipement, particulièrement celles relatives aux dispositifs de protection et de commande utilisés par le personnel d'entretien autorisé.
- c) La liste des pièces détachées recommandées utilisées par le personnel d'entretien autorisé.
- d) Une description (y compris les schémas de raccordement) des moyens de protection, des fonctions d'interverrouillage, et des verrouillages de protecteurs. Cette description doit comprendre des situations où le retrait ou le déplacement du câble à fibres optiques sans l'aide d'une clef ou d'un outil spécial et sans interruption de l'émission du rayonnement laser doit être possible et lorsque d'autres mesures de protection sont prévues pour s'assurer que le personnel n'est pas exposé au rayonnement laser susceptible de provoquer des lésions. Ces mesures de protection doivent être clairement décrites ainsi que les procédures nécessaires à leur utilisation.
- e) Une description des moyens prévus, lorsqu'il est nécessaire de neutraliser cette protection.

G.5.2 Étiquetage

Des étiquettes d'avertissement pour les panneaux d'accès doivent être apposées comme exigé et décrit à l'Article 5 de la CEI 60825-1.

G.6 Exemples d'évaluations des risques

Des exemples d'évaluations des risques sont présentés ci-dessous dans les Tableaux G.1 et G.2 avec des solutions potentielles en vue de mesures pour la réduction du risque. La liste n'est pas exhaustive et d'autres mesures techniques (dont l'efficacité peut être identique ou améliorée) peuvent être envisagées en vue de la réduction du risque.

Tableau G.1 – Systèmes de transmission du faisceau utilisant des systèmes de transmission du faisceau en espace libre.

Utilisation, mauvais usage ou abus raisonnablement prévisible	Mécanisme de défaillance	Danger	Exemple de réduction du risque
Faisceau dirigé à travers le dispositif de commutation du faisceau.	Le commutateur de faisceaux émet le faisceau laser qui est partiellement ou totalement guidé vers un système de transmission du faisceau inattendu.	Rayonnement laser supérieur à la Limite d'Exposition Accessible (LEA) Classe 1 au niveau d'un système de transmission du faisceau inattendu	Concevoir le dispositif de commutation du faisceau de sorte d'éviter cela.
Faisceau dirigé à travers le dispositif de commutation du faisceau.	Le commutateur de faisceaux n'est pas dans une position appropriée – faisceau laser partiellement ou totalement guidé vers un système de transmission du faisceau inattendu.	Rayonnement laser supérieur à la LEA Classe 1 au niveau d'un système de transmission du faisceau inattendu	Contrôler le dispositif de commutation du faisceau et le verrouiller pour s'assurer que les composants du commutateur de faisceaux sont en position correcte.
Faisceau propagé à travers le capot de protection du trajet du faisceau en espace libre.	Domages du miroir ou de la lentille, rupture ou contamination entraînant un degré supérieur de diffusion du rayonnement susceptible de provoquer une déformation des composants dans le système de transmission du faisceau.	Rayonnement laser supérieur à la LEA Classe 1 à partir des ouvertures d'un système de transmission du faisceau	Le capot de protection du système de transmission du faisceau doit être capable de tolérer la Limite Prévisible d'Exposition (LPE) (comme défini en 3.4 de la présente norme) comme un protecteur passif, ou d'utiliser un protecteur actif correctement conçu. Prendre en compte les ouvertures pour réduire la quantité de rayonnement diffusé par un miroir défectueux, ou limiter le rayonnement diffusé à la suite d'un défaut d'alignement. Contrôler la température locale des composants de transmission du faisceau vulnérables.
Faisceau propagé à travers le capot de protection du trajet du faisceau en espace libre.	Rupture du miroir entraînant une surchauffe par le faisceau laser donnant lieu à une déformation des composants dans le système de transmission du faisceau.	Rayonnement laser supérieur à la LEA Classe 1 à partir des ouvertures d'un système de transmission du faisceau	Le capot de protection du système de transmission du faisceau doit être capable de tolérer la LPE comme protecteur passif ou d'utiliser un protecteur actif conçu de manière appropriée. Prendre en compte les ouvertures pour réduire la quantité de rayonnement diffusé par un miroir défectueux, ou limiter le rayonnement diffusé à la suite d'un défaut d'alignement. Contrôler la température locale des composants de transmission du faisceau vulnérables.

Tableau G.1 (suite)

Utilisation, mauvais usage ou abus raisonnablement prévisible	Mécanisme de défaillance	Danger	Exemple de réduction du risque
Faisceau propagé à travers le capot de protection du trajet du faisceau en espace libre.	Déformations mécaniques du capot de protection. (Dommages ou déformations du fait de forces extérieures suffisamment importantes pour déformer temporairement ou de façon permanente la configuration physique).	Rayonnement laser supérieur à la LEA Classe 1 à partir des ouvertures d'un système de transmission du faisceau.	Le capot de protection du trajet du faisceau conçu pour tolérer des forces mécaniques raisonnablement prévisibles, ou prévoir, en variante, un protecteur actif.
Faisceau propagé à travers le capot de protection du trajet du faisceau en espace libre.	Déplacement du capot de protection du fait de vibrations etc. susceptibles de provoquer la rupture du système de transmission du faisceau.	Rayonnement laser supérieur à la LEA Classe 1 à partir des ouvertures d'un système de transmission du faisceau	L'utilisation de méthodes de conception éprouvées et avérées qui supportent des contraintes de fonctionnement prévisibles et sont largement utilisées avec des résultats satisfaisants dans des applications similaires. Effectuer des contrôles réguliers.
Faisceau propagé à travers le capot de protection du trajet du faisceau en espace libre.	Désalignement des miroirs.	Le faisceau exposant le capot de protection à des niveaux supérieurs à sa limite d'Exposition protégée (LEP) (comme défini en 3.13 de la présente norme).	L'utilisation de méthodes de conception éprouvées et avérées qui supportent des contraintes de fonctionnement prévisibles et sont largement utilisées avec des résultats satisfaisants dans des applications similaires. Empêcher le faisceau désaligné de continuer à se propager dans le système de transmission du faisceau. Incorporer des ouvertures et des écrans/barrières pour restreindre la propagation. Restreindre le nombre et l'étendue des réglages.
Faisceau propagé à travers le capot de protection du trajet du faisceau en espace libre.	Identification peu claire des composants de transmission du faisceau donnant lieu à une installation de parties incorrectes et à des dommages consécutifs tant des parties elles-mêmes que d'autres parties de la machine ou de la pièce à traiter.	Rayonnement laser supérieur à la LEA Classe 1 à partir des ouvertures d'un système de transmission du faisceau Dommages sur des parties associées de la machine.	S'assurer que tous les composants et parties du système de transmission du faisceau sont étiquetés pour permettre une identification facile. Fournir des instructions appropriées pour minimiser le risque d'utilisation de parties incorrectes ou d'un assemblage ou ajustement incorrect. Incorporer des verrouillages pour prévenir des parties ou un assemblage incorrect(es).

Tableau G.1 (suite)

Utilisation, mauvais usage ou abus raisonnablement prévisible	Mécanisme de défaillance	Danger	Exemple de réduction du risque
Montage incorrect du système optique de conformation du faisceau.	Erreur humaine	Rayonnement laser supérieur à la LEA Classe 1 (en s'échappant de la zone protégée pour laser, ou dépassant la LEP du protecteur pour laser).	Fournir des instructions appropriées pour minimiser le risque d'utilisation de parties incorrectes ou d'un assemblage ou ajustement incorrect. Effectuer des contrôles réguliers.
Domage du système optique de conformation du faisceau.	A partir d'une collision avec la pièce à traiter, surchauffe du système optique du fait d'une contamination ou d'une défaillance de l'eau de refroidissement.	Rayonnement laser supérieur à la LEA Classe 1 (en s'échappant de la zone protégée pour laser, ou dépassant la LEP du protecteur pour laser).	S'assurer que tous les composants et parties du système de transmission du faisceau sont étiquetés pour permettre une identification facile. Fournir des instructions appropriées pour minimiser le risque d'utilisation de parties incorrectes ou d'un assemblage ou ajustement incorrect. Incorporer des verrouillages ou des clés d'emplacement mécaniques pour prévenir l'utilisation des parties ou d'un assemblage incorrect(es). Contrôler la température locale des composants de transmission du faisceau vulnérables.