IEC 60825-4

Edition 3.0 2022-07
REDLINE VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

colour inside

Safety of laser products –
Part 4: Laser guards

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 31.260

ISBN 978-2-8322-4407-4

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 2
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 9
4 ~~Laser processing machines~~ Requirements for laser guards 12
4.1 Requirement 12
4.2 Design requirements 12
4.3 Performance requirements 12
4.4 Validation 13
4.5 User information 13
5 Proprietary laser guards 13
5.1 General 13
5.2 Design requirements 13
5.3 Performance requirements 13
5.4 Specification requirements 14
5.5 Test requirements 14
5.6 Labelling requirements 15
5.7 User information 15
Annex A (informative) General guidance on the design and selection of laser guards 16
A.1 Design of laser guards 16
A.2 Selection of laser guards 16
Annex B (informative) Assessment of foreseeable exposure limit (FEL) 18
B.1 General 18
B.2 Reflection of laser radiation 19
B.3 Examples of assessment conditions 19
B.4 Exposure duration 22
~~B.5 Reference document ....~~
Annex C (informative) Elaboration of defined terms 25
C.1 Distinction between FEL and PEL 25
C.2 Active guard parameters 25
Annex D (normative) Proprietary laser guard testing 27
D.1 General 27
D.2 Test conditions 27
D.3 Protection time corresponding to the specified protective exposure limit (PEL) 31
D.4 Information supplied by the manufacturer 31
Annex E (informative) Guidelines on the arrangement and installation of laser guards 33
E.1 Overview 33
E.2 General 33
E.3 Risk assessment 34
E.4 Examples of risk assessment 36
E.5 Aids to risk assessment 39
Annex F (informative) Guideline for assessing the suitability of laser guards 42
F.1 Identification of hazards 42

F.2 Risk assessment and integrity 42
F.3 General design 45
F.4 Selection of safeguards 46
F.5 Guard design and construction 46
F.6 Guard construction and materials 48
F.7 Other safety devices 50
F.8 Interlocking considerations 51
F.9 Environmental considerations 55
F.10 Installation consideration – Environmental factors – Services 56
F.11 Maintenance and service considerations 56
Annex G (normative) Guided beam delivery systems 67
G.1 General 67
~~G.2 Terms and definitions~~ .....
G.2 General requirements 67
G.3 Verification of safety requirements or protective measures 70
G.4 Information for users 70
G.5 Examples of risk assessments 71
Bibliography 76

Figure B.1 – Calculation of diffuse reflections 19
Figure B.2 – Calculation of specular reflections 19
Figure B.3 – Some examples of a foreseeable fault condition 20
Figure B.4 – Four examples of errant laser beams that might have to be contained by a temporary guard under service conditions 21
Figure B.5 – Illustration of laser guard exposure during repetitive machine operation 22
Figure B.6 – Two examples of assessed duration of exposure 23
Figure B.7 – Assessed duration of exposure for a machine with no safety monitoring 24
Figure C.1 – Illustration of guarding around a laser processing machine 25
Figure C.2 – Illustration of active laser guard parameters 26
Figure D.1 – Simplified diagram of the test arrangement 29
Figure D.2 – Simplified diagram of the ventilation for the guard under test 29
Figure F.1 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 57
Figure F.2 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 58
Figure F.3 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 58
Figure F.4 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 58
Figure F.5 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 59
Figure F.6 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 59
Figure F.7 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 59

Figure F.8 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 60

Figure F.9 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 60

Figure F.10 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 60

Figure F.11 – Damage resistance of 6 mm thick polycarbonate sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 61

Figure F.12 – Damage resistance of 6 mm thick polycarbonate sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 61

Figure F.13 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 62

Figure F.14 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 62

Figure F.15 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 63

Figure F.16 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 63

Figure F.17 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 64

Figure F.18 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 64

Figure F.19 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 65

Figure F.20 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 65

Figure F.21 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 66

Figure F.22 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 66

Table D.1 – Laser guard test classification 30

Table F.1 – Application of ALARP 45

Table G.1 – Beam delivery systems using free space beam delivery systems 71

Table G.2 – Beam delivery systems using fibre optic cables 73

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 4: Laser guards

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.

This redline version of the official IEC Standard allows the user to identify the changes made to the previous edition IEC 60825-4:2006+AMD1:2008+AMD2:2011 CSV. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

IEC 60825-4 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 2006, Amendment 1:2008 and Amendment 2:2011. This edition constitutes a technical revision.

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

a) Significant amendments have been included and this edition has been prepared for user convenience.

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

Draft	Report on voting
76/704/FDIS	76/711/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 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

At low levels of irradiance or radiant exposure, the selection of material and thickness for shielding against laser radiation is determined primarily by a need to provide sufficient optical attenuation. However, at higher levels, an additional consideration is the ability of the laser radiation to remove guard material – typically by melting, oxidation or ablation; processes that could lead to laser radiation penetrating a normally opaque material.

IEC 60825-1 deals with basic issues concerning laser guards, including human access, interlocking and labelling, and gives general guidance on the design of protective housings and enclosures for high-power lasers.

Laser guards may also comply with standards for laser protective eyewear, but such compliance is not necessarily sufficient to satisfy the requirements of this document.

Where the term "irradiance" is used, the expression "irradiance or radiant exposure, as appropriate" is implied.

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 4: Laser guards

1 Scope

This part of IEC 60825 specifies the requirements for laser guards, permanent and temporary (for example for service), that enclose the process zone of a laser processing machine, and specifications for proprietary laser guards.

This document applies to all component parts of a guard including clear (visibly transmitting) screens and viewing windows, panels, laser curtains and walls.

In addition, this document indicates

a) how to assess and specify the protective properties of a laser guard, and

b) how to select a laser guard.

NOTE Requirements for beam path components, beam stops and those other parts of a protective housing of a laser product which do not enclose the process zone are contained in IEC 60825-1.

This document deals with protection against laser radiation only. Hazards from secondary radiation that may arise during material processing are not addressed.

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:~~2007~~2014, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

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

ISO 11553-1~~:2005~~, *Safety of machinery – Laser processing machines – Laser safety requirements*

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

~~ISO 12100-1:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*~~

~~ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles and specifications*~~

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

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

IEC 60825-4

Edition 3.0 2022-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Safety of laser products – Part 4: Laser guards

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



IEC 60825-4:2022-07(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 8
4 Requirements for laser guards 11
4.1 Requirement 11
4.2 Design requirements 12
4.3 Performance requirements 12
4.4 Validation 12
4.5 User information 13
5 Proprietary laser guards 13
5.1 General 13
5.2 Design requirements 13
5.3 Performance requirements 13
5.4 Specification requirements 14
5.5 Test requirements 14
5.6 Labelling requirements 14
5.7 User information 15
Annex A (informative) General guidance on the design and selection of laser guards 16
A.1 Design of laser guards 16
A.2 Selection of laser guards 16
Annex B (informative) Assessment of foreseeable exposure limit (FEL) 18
B.1 General 18
B.2 Reflection of laser radiation 19
B.3 Examples of assessment conditions 19
B.4 Exposure duration 22
Annex C (informative) Elaboration of defined terms 25
C.1 Distinction between FEL and PEL 25
C.2 Active guard parameters 25
Annex D (normative) Proprietary laser guard testing 27
D.1 General 27
D.2 Test conditions 27
D.3 Protection time corresponding to the specified protective exposure limit (PEL) 31
D.4 Information supplied by the manufacturer 31
Annex E (informative) Guidelines on the arrangement and installation of laser guards 33
E.1 Overview 33
E.2 General 33
E.3 Risk assessment 34
E.4 Examples of risk assessment 36
E.5 Aids to risk assessment 39
Annex F (informative) Guideline for assessing the suitability of laser guards 42
F.1 Identification of hazards 42
F.2 Risk assessment and integrity 42

F.3 General design 45
F.4 Selection of safeguards 46
F.5 Guard design and construction 46
F.6 Guard construction and materials 48
F.7 Other safety devices 50
F.8 Interlocking considerations 51
F.9 Environmental considerations 55
F.10 Installation consideration – Environmental factors – Services 56
F.11 Maintenance and service considerations 56
Annex G (normative) Guided beam delivery systems 67
G.1 General 67
G.2 General requirements 67
G.3 Verification of safety requirements or protective measures 69
G.4 Information for users 69
G.5 Examples of risk assessments 70
Bibliography 75

Figure B.1 – Calculation of diffuse reflections 19
Figure B.2 – Calculation of specular reflections 19
Figure B.3 – Some examples of a foreseeable fault condition 20
Figure B.4 – Four examples of errant laser beams that might have to be contained by a temporary guard under service conditions 21
Figure B.5 – Illustration of laser guard exposure during repetitive machine operation 22
Figure B.6 – Two examples of assessed duration of exposure 23
Figure B.7 – Assessed duration of exposure for a machine with no safety monitoring 24
Figure C.1 – Illustration of guarding around a laser processing machine 25
Figure C.2 – Illustration of active laser guard parameters 26
Figure D.1 – Simplified diagram of the test arrangement 29
Figure D.2 – Simplified diagram of the ventilation for the guard under test 29
Figure F.1 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 57
Figure F.2 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 58
Figure F.3 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 58
Figure F.4 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 58
Figure F.5 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 59
Figure F.6 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 59
Figure F.7 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 59
Figure F.8 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 60

Figure F.9 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 60

Figure F.10 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 60

Figure F.11 – Damage resistance of 6 mm thick polycarbonate sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 61

Figure F.12 – Damage resistance of 6 mm thick polycarbonate sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW CO_2 laser 61

Figure F.13 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 62

Figure F.14 – Damage resistance of 1 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 62

Figure F.15 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 63

Figure F.16 – Damage resistance of 2 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 63

Figure F.17 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 64

Figure F.18 – Damage resistance of 3 mm thick zinc coated steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 64

Figure F.19 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 65

Figure F.20 – Damage resistance of 2 mm thick aluminium sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 65

Figure F.21 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 10 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 66

Figure F.22 – Damage resistance of 1 mm thick stainless steel sheet derived from 100 s exposure to a defocused beam during experiments using a CW Nd:YAG laser 66

Table D.1 – Laser guard test classification 30

Table F.1 – Application of ALARP 45

Table G.1 – Beam delivery systems using free space beam delivery systems 70

Table G.2 – Beam delivery systems using fibre optic cables 72

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 4: Laser guards

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 60825-4 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 2006, Amendment 1:2008 and Amendment 2:2011. This edition constitutes a technical revision.

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

a) Significant amendments have been included and this edition has been prepared for user convenience.

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

Draft	Report on voting
76/704/FDIS	76/711/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 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

At low levels of irradiance or radiant exposure, the selection of material and thickness for shielding against laser radiation is determined primarily by a need to provide sufficient optical attenuation. However, at higher levels, an additional consideration is the ability of the laser radiation to remove guard material – typically by melting, oxidation or ablation; processes that could lead to laser radiation penetrating a normally opaque material.

IEC 60825-1 deals with basic issues concerning laser guards, including human access, interlocking and labelling, and gives general guidance on the design of protective housings and enclosures for high-power lasers.

Laser guards may also comply with standards for laser protective eyewear, but such compliance is not necessarily sufficient to satisfy the requirements of this document.

Where the term "irradiance" is used, the expression "irradiance or radiant exposure, as appropriate" is implied.

SAFETY OF LASER PRODUCTS –

Part 4: Laser guards

1 Scope

This part of IEC 60825 specifies the requirements for laser guards, permanent and temporary (for example for service), that enclose the process zone of a laser processing machine, and specifications for proprietary laser guards.

This document applies to all component parts of a guard including clear (visibly transmitting) screens and viewing windows, panels, laser curtains and walls.

In addition, this document indicates

a) how to assess and specify the protective properties of a laser guard, and

b) how to select a laser guard.

NOTE Requirements for beam path components, beam stops and those other parts of a protective housing of a laser product which do not enclose the process zone are contained in IEC 60825-1.

This document deals with protection against laser radiation only. Hazards from secondary radiation that may arise during material processing are not addressed.

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

ISO 11553-1, *Safety of machinery – Laser processing machines – Laser safety requirements*

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 80
INTRODUCTION 82
1 Domaine d'application 83
2 Références normatives 83
3 Termes et définitions 83
4 Exigences relatives aux protecteurs pour laser 87
4.1 Exigences 87
4.2 Exigences de conception 87
4.3 Exigences de performance 87
4.4 Validation 88
4.5 Guide de l'utilisateur 88
5 Protecteur d'origine pour laser 89
5.1 Généralités 89
5.2 Exigences de conception 89
5.3 Exigences de performance 89
5.4 Exigences de spécification 89
5.5 Exigences d'essai 90
5.6 Exigences d'étiquetage 90
5.7 Guide de l'utilisateur 90
Annexe A (informative) Recommandations générales sur la conception et la sélection des protecteurs pour laser 92
A.1 Conception des protecteurs pour laser 92
A.2 Sélection des protecteurs pour laser 92
Annexe B (informative) Évaluation de la limite prévisible d'exposition (LPE) 94
B.1 Généralités 94
B.2 Réflexion du rayonnement laser 95
B.3 Exemples de conditions d'évaluation 95
B.4 Durée d'exposition 98
Annexe C (informative) Élaboration des termes définis 101
C.1 Distinction entre LPE et LEP 101
C.2 Paramètres des protecteurs actifs 101
Annexe D (normative) Essais des protecteurs d'origine pour laser 103
D.1 Généralités 103
D.2 Conditions d'essai 103
D.3 Temps de protection correspondant à la limite d'exposition protégée (LEP) spécifiée 107
D.4 Informations fournies par le fabricant 108
Annexe E (informative) Lignes directrices pour le montage et l'installation des protecteurs pour laser 109
E.1 Présentation 109
E.2 Généralités 109
E.3 Appréciation du risque 111
E.4 Exemples d'appréciation du risque 113
E.5 Aide à l'appréciation du risque 115
Annexe F (informative) Lignes directrices pour l'évaluation de l'aptitude des protecteurs pour laser 119

F.1 Identification des dangers 119
F.2 Appréciation du risque et intégrité 119
F.3 Conception générale 122
F.4 Sélection de dispositifs de protection 123
F.5 Conception et construction de protecteur 124
F.6 Construction des protecteurs et matériaux 125
F.7 Autres dispositifs de sécurité 128
F.8 Considérations sur l'interverrouillage 129
F.9 Considérations liées à l'environnement 134
F.10 Considérations liées à l'installation – Facteurs d'environnement – Services 135
F.11 Maintenance et considérations liées au service 135
Annexe G (normative) Systèmes de transmission du faisceau guidé 146
G.1 Généralités 146
G.2 Exigences générales 146
G.3 Vérification des exigences de sécurité ou des mesures de protection 148
G.4 Informations pour les utilisateurs 149
G.5 Exemples d'appréciations du risque 149
Bibliographie 156

Figure B.1 – Calcul des réflexions diffuses 95
Figure B.2 – Calcul des réflexions spéculaires 95
Figure B.3 – Quelques exemples de conditions de défauts prévisibles 96
Figure B.4 – Quatre exemples de faisceaux laser erratiques susceptibles de devoir être contenus par un protecteur temporaire dans des conditions d'entretien 97
Figure B.5 – Représentation de l'exposition du protecteur pour laser au cours du fonctionnement répétitif de la machine 98
Figure B.6 – Deux exemples de durée d'exposition évaluée 99
Figure B.7 – Durée d'exposition évaluée pour une machine sans aucun contrôle de sécurité 100
Figure C.1 – Représentation de la protection autour d'une machine à laser 101
Figure C.2 – Représentation des paramètres des protecteurs actifs pour laser 102
Figure D.1 – Schéma simplifié de la disposition pour l'essai 105
Figure D.2 – Schéma simplifié de la ventilation pour le protecteur en essai 106
Figure F.1 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 137
Figure F.2 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 137
Figure F.3 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 137
Figure F.4 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 138
Figure F.5 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 3 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 138

Figure F.6 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 3 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 138

Figure F.7 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en aluminium d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 139

Figure F.8 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en aluminium d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 139

Figure F.9 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier inoxydable d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 139

Figure F.10 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier inoxydable d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 140

Figure F.11 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en polycarbonate d'une épaisseur de 6 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 140

Figure F.12 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en polycarbonate d'une épaisseur de 6 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW au CO_2 140

Figure F.13 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 141

Figure F.14 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 141

Figure F.15 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 142

Figure F.16 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 142

Figure F.17 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 3 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 143

Figure F.18 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier à revêtement en zinc d'une épaisseur de 3 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 143

Figure F.19 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en aluminium d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 144

Figure F.20 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en aluminium d'une épaisseur de 2 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 144

Figure F.21 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier inoxydable d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 10 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 145

Figure F.22 – Résistance aux dommages d'une tôle mince en acier inoxydable d'une épaisseur de 1 mm provenant d'une exposition de 100 s à un faisceau défocalisé au cours d'expériences utilisant un laser CW Nd:YAG 145

Tableau D.1 – Classification d’essai des protecteurs pour laser 106
Tableau F.1 – Application de l’ALARP 122
Tableau G.1 – Systèmes de transmission du faisceau utilisant des systèmes de transmission du faisceau en espace libre 150
Tableau G.2 – Systèmes de transmission du faisceau utilisant des câbles de fibre optique 153

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 4: Protecteurs pour laser

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.

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 60825-4 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 2006, l'Amendement 1:2008 et l'Amendement 2:2011. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) Des modifications significatives ont été apportées et la présente édition a été établie pour le confort de l'utilisateur.

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

Projet	Rapport de vote
76/704/FDIS	76/711/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.

Le présent 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.

Le comité a décidé que le contenu du présent 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 ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

À de faibles niveaux d'éclairement ou d'exposition énergétique, la sélection du matériau et de l'épaisseur de la protection contre le rayonnement laser est déterminée essentiellement par le besoin de fournir une atténuation optique suffisante. Cependant, à des niveaux plus élevés, une considération supplémentaire est la capacité du rayonnement laser à enlever le matériau du protecteur – généralement par fusion, oxydation ou ablation, procédés qui peuvent conduire à un rayonnement laser pénétrant un matériau normalement opaque.

L'IEC 60825-1 traite de questions fondamentales concernant les protecteurs pour laser, y compris l'accès humain, les dispositifs d'interverrouillage et l'étiquetage, et fournit des recommandations générales relatives à la conception de capots et d'enceintes de protection pour les lasers de forte puissance.

Les protecteurs pour laser peuvent également être conformes aux normes pour les protecteurs oculaires contre le rayonnement laser, mais une telle conformité n'est pas nécessairement suffisante pour satisfaire aux exigences du présent document.

Lorsque le terme "éclairement énergétique" est utilisé, l'expression implique "éclairement ou exposition énergétique, selon le cas".

SÉCURITÉ DES APPAREILS À LASER –

Partie 4: Protecteurs pour laser

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60825 spécifie les exigences relatives aux protecteurs pour laser, permanents et temporaires (par exemple, pour l'entretien), qui protègent la zone de traitement d'une machine à laser, ainsi que les spécifications pour les protecteurs d'origine pour laser.

Le présent document s'applique à tous les composants d'un protecteur, y compris les écrans clairs (visiblement transmetteurs) et les fenêtres d'observation, les panneaux, les rideaux pour laser et les parois.

De plus, le présent document indique

a) comment évaluer et spécifier les propriétés de protection d'un protecteur pour laser, et

b) comment sélectionner un protecteur pour laser.

NOTE Les exigences pour les composants du trajet du faisceau, les dispositifs d'arrêt du faisceau et les autres parties d'un capot de protection d'un appareil à laser qui ne protègent pas la zone de traitement sont contenues dans l'IEC 60825-1.

Le présent document traite de la protection contre le rayonnement laser uniquement. Les dangers en provenance du rayonnement secondaire qui peuvent se produire au cours du traitement des matériaux ne sont pas étudiés.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

ISO 11553-1, *Sécurité des machines – Machines à laser – Partie 1: Exigences de sécurité laser*

ISO 12100, *Sécurité des machines – Principes généraux de conception – Appréciation du risque et réduction du risque*

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