



REDLINE VERSION



**Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment –
Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices
responsive to diffuse reflection (AOPDDR)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 13.110; 31.260

ISBN 978-2-8322-6347-1

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
4 Functional, design and environmental requirements	12
4.1 Functional requirements.....	12
4.2 Design requirements.....	13
4.3 Environmental requirements	26
5 Testing.....	29
5.1 General.....	29
5.2 Functional tests	30
5.3 Performance testing under fault conditions	49
5.4 Environmental tests	50
6 Marking for identification and for safe use	75
6.1 General.....	75
7 Accompanying documents	76
Annex A (normative) Optional functions of the ESPE	78
Annex B (normative) Catalogue of single faults affecting the electrical equipment of the ESPE, to be applied as specified in 5.3.....	90
Annex AA (informative) Examples of the use of an AOPDDR in different applications	91
AA.1 General.....	91
AA.2 Example of the use of an AOPDDR-2D on machinery.....	91
AA.3 Example of the use of an AOPDDR-2D on an automatic guided vehicle (AGV)	93
AA.4 Positioning of AOPDDR-3D in respect of parts of the human body	95
AA.5 Examples of the use of an AOPDDR	104
AA.6 Detection zone angled to the direction of approach – orthogonal approach	107
AA.7 Example for the calculation of the response time of an AOPDDR-2D.....	109
Annex BB (informative) Relationship between ranging position accuracy and probability of detection.....	110
Bibliography.....	118

Figure – Detection zone of an AOPDDR – Example 1
Figure – Detection zone of an AOPDDR – Example 2
Figure – Influence on detection capability by stroboscopic light – Example 1
Figure – Influence on detection capability by stroboscopic light – Example 2
Figure – Light interference test
Figure – Interference between two AOPDDRs of identical design.....
Figure – Test of homogeneous pollution – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows without foil for simulation of homogeneous pollution
Figure – Test of homogeneous pollution – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows – Examples of correct positions of the foil.....
Figure – Test of homogeneous pollution – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows – Examples of incorrect positions of the foil

Figure – Use of an AOPDDR as a whole-body trip device – Example 1
Figure – Use of an AOPDDR as a whole-body trip device – Example 2
Figure – Use of an AOPDDR as parts of a body trip device – Example 1
Figure – Use of an AOPDDR as parts of a body trip device – Example 2
Figure – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values – Example 1
Figure – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values – Example 2
Figure 1 – Detection zone of an AOPDDR-2D	19
Figure 2 – Detection zone of an AOPDDR-3D	20
Figure 3 – AOPDDR used as a trip device with orthogonal approach (200 mm minimum detectable object size)	22
Figure 4 – AOPDDR used as a trip device with orthogonal approach (150 mm minimum detectable object size)	23
Figure 5 – Minimum diffuse reflectivity of materials	25
Figure 6 – Test piece intrusion into the detection zone for test	32
Figure 7 – Influence on detection capability by incandescent light – Example 1	38
Figure 8 – Influence on detection capability by incandescent light – Example 2	40
Figure 9 – Influence on detection capability by light reflected by the background	42
Figure 10 – Configuration for the endurance test – Example 1	46
Figure 11 – Configuration for the endurance test – Example 2	48
Figure 12 – Interference between two AOPDDR-3D of identical design (opposite arrangement)	64
Figure 13 – Interference between two AOPDDR-3D of identical design (parallel arrangement)	65
Figure 14 – Example of an emitting element of an AOPDDR	67
Figure 15 – Example of a receiver of an AOPDDR	67
Figure 16 – Influence on detection capability by background	71
Figure 17 – Multi-path reflection test (top view)	72
Figure 18 – Multi-path reflection test (side view)	72
Figure A.1 – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values	87
Figure A.2 – Use of an AOPDDR with reference boundary monitoring	88
Figure A.3 – Use of an AOPDDR as parts of a body trip device	88
Figure AA.1 – Example of the use of an AOPDDR-2D on machinery	92
Figure AA.2 – Example of the use of an AOPDDR-2D on an AGV	94
Figure AA.3 – Minimum distance S – Example 1	97
Figure AA.4 – Overall minimum distance S_0 without tolerance zone – Example 1	98
Figure AA.5 – Overall minimum distance S_0 including tolerance zone – Example 1	99
Figure AA.6 – Minimum distance S – Example 2	100
Figure AA.7 – Overall minimum distance S_0 without tolerance zone – Example 2	101
Figure AA.8 – Overall minimum distance S_0 including tolerance zone – Example 2	101
Figure AA.9 – Application example for body detection of an AOPDDR-3D	103
Figure AA.10 – Limited distance	105
Figure AA.11 – Overlap	106
Figure AA.12 – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values	107

Figure AA.13 – AOPDDR-2D detection zone angled to the direction of approach – Orthogonal approach	108
Figure AA.14 – AOPDDR-3D detection zone angled to the direction of approach – Orthogonal approach	108
Figure BB.1 – Relationship between ranging position accuracy and detection zone	110
Figure BB.2 – Relationship between ranging position accuracy, detection zone and the probabilistic part of the tolerance zone – Example 1	111
Figure BB.3 – Relationship between ranging position accuracy, detection zone and the probabilistic part of the tolerance zone – Example 2	112
Figure BB.4 – Relationship between ranging position accuracy, detection zone and tolerance zone – Example 1	113
Figure BB.5 – Relationship between ranging position accuracy, detection zone and tolerance zone – Example 2	114
Figure BB.6 – POD of a single measurement (logarithmic) for a MooM-evaluation with $1 \leq M \leq 50$	116
Figure BB.7 – POD of a single measurement for a MooM-evaluation with $1 \leq M \leq 50$ in relation to σ in the case of a normal distribution	117
Table 1 – Minimum tests required for the verification of detection capability requirements (see also 4.2.12.1)	34
Table 2 – Overview of light interference tests	55

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRO-SENSITIVE PROTECTIVE EQUIPMENT –

Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDR)

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.

DISCLAIMER

This Redline version is not an official Standard and is intended to provide the user with an indication of what changes have been made to the previous version. Only the IEC International Standard provided in this package is to be considered the official Standard.

This Redline version provides you with a quick and easy way to compare all the changes between this standard and its previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

International Standard IEC 61496-3 has been prepared by IEC technical committee 44: Safety of machinery – Electrotechnical aspects.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2008. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) extension of the scope from AOPDDR-2D to AOPDDR-3D;
- b) extension of the scope from Type 3 ESPE to Type 2 ESPE;
- c) implementation of requirements and test procedures for AOPDDR-3D and Type 2 ESPE;
- d) listing of reference boundary monitoring as an optional function of the ESPE;
- e) implementation of instructions for positioning of AOPDDR-3D in respect of parts of the human body;
- f) revised requirement for combinations of single faults with conditions for no failure to danger, see for example 4.2.2.4, last paragraph.

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

FDIS	Report on voting
44/831/FDIS	44/837/RVD

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

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

This document is to be used in conjunction with IEC 61496-1:2012.

Where a particular clause or subclause of IEC 61496-1:2012 is not mentioned in this document, that clause or subclause applies as far as is reasonable. Where this document states "addition" or "replacement", the relevant text of IEC 61496-1:2012 is adapted accordingly. Clauses and subclauses which are additional to those of IEC 61496-1:2012 are numbered sequentially, following on the last available number in IEC 61496-1:2012. Where no available number exist, the additional subclauses are numbered starting from 101. Supplementary Annexes are entitled AA and BB.

A list of all parts in the IEC 61496 series, published under the general title *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

An electro-sensitive protective equipment (ESPE) is applied to machinery presenting a risk of personal injury. It provides protection by causing the machine to revert to a safe condition before a person can be placed in a hazardous situation.

This part of IEC 61496 supplements or modifies the corresponding clauses in IEC 61496-1 to specify particular requirements for the design, construction and testing of electro-sensitive protective equipment (ESPE) for the safeguarding of machinery, employing active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDRs) for the sensing function.

~~Where a particular clause or subclause of part 1 is not mentioned in this part 3, that clause or subclause applies as far as is reasonable. Where this part states "addition", "modification" or "replacement", the relevant text of part 1 should be adapted accordingly.~~

~~Supplementary Annexes are entitled AA, BB, etc.~~

Each type of machine presents its own particular hazards, and it is not the purpose of this document to recommend the manner of application of the ESPE to any particular machine. The application of the ESPE ~~should be~~ is a matter for agreement between the equipment supplier, the machine user and the enforcing authority. In this context, attention is drawn to the relevant guidance established internationally, for example, IEC 62046 and ISO ~~TR~~ 12100.

Due to the complexity of the technology, there are many issues that are highly dependent on analysis and expertise in specific test and measurement techniques. In order to provide a high level of confidence, independent review by relevant expertise is recommended.

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRO-SENSITIVE PROTECTIVE EQUIPMENT –

Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDR)

1 Scope

Replacement:

This part of IEC 61496 specifies additional requirements for the design, construction and testing of ~~non-contact~~ electro-sensitive protective equipment (ESPE) designed specifically to detect persons or parts of persons as part of a safety-related system, employing active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection (AOPDDRs) for the sensing function. Special attention is directed to requirements which ensure that an appropriate safety-related performance is achieved. An ESPE ~~may~~ can include optional safety-related functions, the requirements for which are given both in Annex A of this document and in Annex A of IEC 61496-1:2012.

This document does not specify the dimensions or configurations of the detection zone and its disposition in relation to hazardous parts for any particular application, nor what constitutes a hazardous state of any machine. It is restricted to the functioning of the ESPE and how it interfaces with the machine.

AOPDDRs are devices that have ~~a~~ either

- one or more detection zone(s) specified in two dimensions (AOPDDR-2D), or
- one or more detection zone(s) specified in three dimensions (AOPDDR-3D)

wherein radiation in the near infrared range is emitted by ~~a transmitter~~ an emitting element(s). When the emitted radiation impinges on an object (for example, a person or part of a person), a portion of the emitted radiation is reflected to a receiving element(s) by diffuse reflection ~~whereby the presence of the object can be detected~~. This reflection is used to determine the position of the object.

~~NOTE 1—Under certain circumstances, limitations of the sensor in relation to its use need to be considered. For example:~~

- ~~—Objects that generate mirror-like (specular) reflections may not be detected if the diffuse reflectance value is less than that specified for the "black" test piece.~~
- ~~—The determination of the minimal reflection factors for the detection of obstacles is based on the clothing of a person. Objects having a reflectivity lower than that considered in this part may not be detected.~~

Opto-electronic devices that perform only a single one-dimensional spot-like distance measurements, for example, optical proximity switches, are not covered by this document.

This document does not address those aspects required for complex classification or differentiation of the object detected.

This document does not address requirements and tests for outdoor application.

Excluded from this document are AOPDDRs employing radiation with the peak of wavelength outside the range 820 nm to ~~946~~ 950 nm, and those employing radiation other than that generated by the AOPDDR itself. For sensing devices that employ radiation of wavelengths outside this range, this document ~~may~~ can be used as a guide. This document is relevant for AOPDDRs having a ~~stated detection capability~~ minimum detectable object size in the range

~~from 30 mm to 200 mm. AOPDDRs intended for use as trip device using whole-body detection with normal approach to the detection zone and having a stated detection capability not exceeding 200 mm shall meet the requirements of Clause A.12. AOPDDRs intended for a direction of approach normal to the detection zone and having a stated detection capability in the range from 30 mm to 70 mm shall meet the requirements of Clause A.13.~~

~~NOTE 2 According to ISO 13855 (EN 999), 6.3 foreseeable angles of approach greater than 30° should be considered normal approach and foreseeable angles of approach less than 30° should be considered parallel approach.~~

~~NOTE 3 According to ISO 13855 (EN 999), 6.2 when electro-sensitive protective equipment employing active opto-electronic protective devices is used for direction of approach parallel to the detection zone the device should have a detection capability in the range from 50 mm to 117 mm.~~

This document ~~may~~ can be relevant to applications other than those for the protection of persons, for example, for the protection of machinery or products from mechanical damage. In those applications, different requirements ~~may~~ can be ~~necessary~~ appropriate, for example when the materials that have to be recognized by the sensing function have different properties from those of persons and their clothing.

This document does not deal with electromagnetic compatibility (EMC) emission requirements.

2 Normative references

Clause 2 of IEC 61496-1:2012 applies, except as follows.

Addition:

IEC 60068-2-14:~~1984~~, ~~Basic Environmental testing procedures~~ – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature
~~Amendment 1 (1986)~~

IEC 60068-2-75:~~1997-08~~, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC TR 60721-4-5, *Classification of environmental conditions – Part 4-5: Guidance for the correlation and transformation of environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Ground vehicle installations*

IEC 60825-1:2014, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements* ~~and user's guide~~

IEC 61496-1:~~2004~~ 2012, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests*

~~IEC 62046¹, Safety of machinery – Application of protective equipment to detect the presence of persons~~

IEC 62471, *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

ISO 13855:~~2002~~ 2010, *Safety of machinery – Positioning of ~~protective equipment~~ safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*

~~EN 471:2003-09~~ ISO 20471:2013, *High-visibility ~~warning~~ clothing ~~for professional use~~ – Test methods and requirements*

¹~~To be published.~~

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment –
Part 3: Particular requirements for active opto-electronic protective devices
responsive to diffuse reflection (AOPDDR)**

**Sécurité des machines – Équipements de protection électro-sensibles –
Partie 3: Exigences particulières pour les équipements utilisant des dispositifs
protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses
(AOPDDR)**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	9
4 Functional, design and environmental requirements	11
4.1 Functional requirements.....	11
4.2 Design requirements.....	12
4.3 Environmental requirements	22
5 Testing.....	25
5.1 General.....	25
5.2 Functional tests	26
5.3 Performance testing under fault conditions	36
5.4 Environmental tests	37
6 Marking for identification and for safe use	56
6.1 General.....	56
7 Accompanying documents	57
Annex A (normative) Optional functions of the ESPE	59
Annex B (normative) Catalogue of single faults affecting the electrical equipment of the ESPE, to be applied as specified in 5.3.....	65
Annex AA (informative) Examples of the use of an AOPDDR in different applications	66
AA.1 General.....	66
AA.2 Example of the use of an AOPDDR-2D on machinery.....	66
AA.3 Example of the use of an AOPDDR-2D on an automatic guided vehicle (AGV)	67
AA.4 Positioning of AOPDDR-3D in respect of parts of the human body	69
AA.5 Examples of the use of an AOPDDR	78
AA.6 Detection zone angled to the direction of approach – orthogonal approach	81
AA.7 Example for the calculation of the response time of an AOPDDR-2D.....	83
Annex BB (informative) Relationship between position accuracy and probability of detection.....	84
Bibliography.....	90
Figure 1 – Detection zone of an AOPDDR-2D	16
Figure 2 – Detection zone of an AOPDDR-3D	17
Figure 3 – AOPDDR used as a trip device with orthogonal approach (200 mm minimum detectable object size)	18
Figure 4 – AOPDDR used as a trip device with orthogonal approach (150 mm minimum detectable object size)	19
Figure 5 – Minimum diffuse reflectivity of materials	21
Figure 6 – Test piece intrusion into the detection zone for test.....	27
Figure 7 – Influence on detection capability by incandescent light – Example 1	31
Figure 8 – Influence on detection capability by incandescent light – Example 2	32
Figure 9 – Influence on detection capability by light reflected by the background	33

Figure 10 – Configuration for the endurance test – Example 1	34
Figure 11 – Configuration for the endurance test – Example 2	35
Figure 12 – Interference between two AOPDDR-3D of identical design (opposite arrangement)	47
Figure 13 – Interference between two AOPDDR-3D of identical design (parallel arrangement)	48
Figure 14 – Example of an emitting element of an AOPDDR	50
Figure 15 – Example of a receiver of an AOPDDR	50
Figure 16 – Influence on detection capability by background.....	52
Figure 17 – Multi-path reflection test (top view).....	53
Figure 18 – Multi-path reflection test (side view)	53
Figure A.1 – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values.....	62
Figure A.2 – Use of an AOPDDR with reference boundary monitoring.....	63
Figure A.3 – Use of an AOPDDR as parts of a body trip device.....	63
Figure AA.1 – Example of the use of an AOPDDR-2D on machinery	66
Figure AA.2 – Example of the use of an AOPDDR-2D on an AGV	68
Figure AA.3 – Minimum distance S – Example 1.....	71
Figure AA.4 – Overall minimum distance S_0 without tolerance zone – Example 1	72
Figure AA.5 – Overall minimum distance S_0 including tolerance zone – Example 1	73
Figure AA.6 – Minimum distance S – Example 2.....	74
Figure AA.7 – Overall minimum distance S_0 without tolerance zone – Example 2.....	75
Figure AA.8 – Overall minimum distance S_0 including tolerance zone – Example 2.....	75
Figure AA.9 – Application example for body detection of an AOPDDR-3D.....	77
Figure AA.10 – Limited distance	79
Figure AA.11 – Overlap.....	80
Figure AA.12 – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values	81
Figure AA.13 – AOPDDR-2D detection zone angled to the direction of approach – Orthogonal approach	82
Figure AA.14 – AOPDDR-3D detection zone angled to the direction of approach – Orthogonal approach	82
Figure BB.1 – Relationship between position accuracy and detection zone	84
Figure BB.2 – Relationship between position accuracy, detection zone and the probabilistic part of the tolerance zone – Example 1	85
Figure BB.3 – Relationship between position accuracy, detection zone and the probabilistic part of the tolerance zone – Example 2	86
Figure BB.4 – Relationship between position accuracy, detection zone and tolerance zone – Example 1	87
Figure BB.5 – Relationship between position accuracy, detection zone and tolerance zone – Example 2	88
Figure BB.6 – POD of a single measurement (logarithmic) for a MooM-evaluation with $1 \leq M \leq 50$	89
Figure BB.7 – POD of a single measurement for a MooM-evaluation with $1 \leq M \leq 50$ in relation to σ in the case of a normal distribution.....	89
 Table 1 – Minimum tests required for the verification of detection capability requirements (see also 4.2.12.1).....	 28

Table 2 – Overview of light interference tests.....41

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	95
INTRODUCTION	97
1 Domaine d'application	98
2 Références normatives	99
3 Termes et définitions	99
4 Prescriptions de fonctionnement, de conception et d'environnement.....	102
4.1 Prescriptions de fonctionnement	102
4.2 Prescriptions de conception	102
4.3 Prescriptions relatives aux conditions ambiantes	113
5 Essais	116
5.1 Généralités	116
5.2 Essais de fonctionnement	117
5.3 Essais de performance sous condition de défaut.....	129
5.4 Essais d'environnement	130
6 Marquage d'identification et de sécurité.....	149
6.1 Généralités	149
7 Documents d'accompagnement	150
Annexe A (normative) Fonctions optionnelles de l'ESPE	152
Annexe B (normative) Catalogue des défauts simples affectant l'équipement électrique d'un ESPE, à appliquer conformément à 5.3.....	158
Annexe AA (informative) Exemples d'utilisation d'un AOPDDR dans différentes applications	159
AA.1 Généralités	159
AA.2 Exemple d'utilisation d'un AOPDDR bidimensionnel sur des machines.....	159
AA.3 Exemple d'utilisation d'un AOPDDR bidimensionnel sur un véhicule à guidage automatique (AGV)	160
AA.4 Positionnement de l'AOPDDR tridimensionnel par rapport aux parties du corps	162
AA.5 Exemples d'utilisation d'un AOPDDR	171
AA.6 Zone de détection angulaire par rapport à la direction d'approche – approche orthogonale	175
AA.7 Exemple de calcul du temps de réponse d'un AOPDDR bidimensionnel	176
Annexe BB (informative) Relation entre la précision de position et la probabilité de détection.....	177
Bibliographie.....	183
Figure 1 – Zone de détection d'un AOPDDR bidimensionnel	107
Figure 2 – Zone de détection d'un AOPDDR tridimensionnel.....	108
Figure 3 – AOPDDR utilisé comme dispositif de déclenchement avec une approche orthogonale (taille minimale de l'objet détectable de 200 mm)	109
Figure 4 – AOPDDR utilisé comme dispositif de déclenchement avec une approche orthogonale (taille minimale de l'objet détectable de 150 mm)	110
Figure 5 – Réflectivité diffuse minimale des matières.....	112
Figure 6 – Introduction de l'éprouvette dans la zone de détection pour essai	119
Figure 7 – Influence de la lumière incandescente sur la capacité de détection – Exemple 1.....	124

Figure 8 – Influence de la lumière incandescente sur la capacité de détection – Exemple 2.....	125
Figure 9 – Influence de la lumière réfléchie par l'arrière-plan sur la capacité de détection.....	126
Figure 10 – Configuration pour l'essai d'endurance – Exemple 1.....	127
Figure 11 – Configuration pour l'essai d'endurance – Exemple 2.....	128
Figure 12 – Interférence entre deux AOPDDR tridimensionnels de conception identique (montage opposé).....	140
Figure 13 – Interférence entre deux AOPDDR tridimensionnels de conception identique (montage parallèle).....	141
Figure 14 – Exemple d'émetteur d'un AOPDDR	143
Figure 15 – Exemple de récepteur d'un AOPDDR	143
Figure 16 – Influence de l'arrière-plan sur la capacité de détection	145
Figure 17 – Essai de réflexion par trajets multiples (vue de dessus)	146
Figure 18 – Essai de réflexion par trajets multiples (vue de côté).....	146
Figure A.1 – Surveillance des limites de référence – Distribution des valeurs de mesure	155
Figure A.2 – Utilisation d'un AOPDDR avec surveillance des limites de référence.....	156
Figure A.3 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour les parties d'un corps	157
Figure AA.1 – Exemple d'utilisation d'un AOPDDR bidimensionnel sur des machines	159
Figure AA.2 – Exemple d'utilisation d'un AOPDDR bidimensionnel sur un AGV.....	161
Figure AA.3 – Distance minimale S – Exemple 1	165
Figure AA.4 – Distance minimale globale S_0 sans zone de tolérance – Exemple 1	166
Figure AA.5 – Distance minimale globale S_0 avec zone de tolérance – Exemple 1	166
Figure AA.6 – Distance minimale S – Exemple 2	167
Figure AA.7 – Distance minimale globale S_0 sans zone de tolérance – Exemple 2	168
Figure AA.8 – Distance minimale globale S_0 avec zone de tolérance – Exemple 2	168
Figure AA.9 – Exemple d'application d'un AOPDDR tridimensionnel pour la détection du corps.....	170
Figure AA.10 – Distance limitée	172
Figure AA.11 – Chevauchement.....	173
Figure AA.12 – Surveillance des limites de référence – Distribution des valeurs de mesure	174
Figure AA.13 – AOPDDR bidimensionnel – Zone de détection angulaire par rapport à la direction d'approche – Approche orthogonale.....	175
Figure AA.14 – AOPDDR tridimensionnel – Zone de détection angulaire par rapport à la direction d'approche – Approche orthogonale.....	176
Figure BB.1 – Relation entre la précision de position et la zone de détection	177
Figure BB.2 – Relation entre la précision de position, la zone de détection et la partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité – Exemple 1	178
Figure BB.3 – Relation entre la précision de position, la zone de détection et la partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité – Exemple 2.....	179
Figure BB.4 – Relation entre la précision de position, la zone de détection et la zone de tolérance – Exemple 1	180
Figure BB.5 – Relation entre la précision de position, la zone de détection et la zone de tolérance – Exemple 2	181

Figure BB.6 – POD d'un mesurage unique (échelle logarithmique) pour une évaluation MooM avec $1 \leq M \leq 50$	182
Figure BB.7 – POD d'un mesurage unique pour une évaluation MooM avec $1 \leq M \leq 50$ en fonction de σ dans le cas d'une loi normale.....	182
Tableau 1 – Essais minimaux exigés pour la vérification des exigences de capacité de détection (voir également 4.2.12.1).....	120
Tableau 2 – Vue d'ensemble des essais d'interférence lumineuse	134

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION ÉLECTRO-SENSIBLES –

Partie 3: Exigences particulières pour les équipements utilisant des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR)

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61496-3 a été établie par le comité d'études 44 de l'IEC: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) extension du domaine d'application de l'AOPDDR-2D à l'AOPDDR-3D;
- b) extension du domaine d'application de l'ESPE de type 3 à l'ESPE de type 2;

- c) mise en œuvre des exigences et des procédures d'essai pour l'AOPDDR-3D et l'ESPE de type 2;
- d) énumération de la surveillance des limites de référence comme fonction facultative de l'ESPE;
- e) mise en œuvre des instructions pour le positionnement de l'AOPDDR-3D par rapport aux parties du corps;
- f) revue des exigences pour la combinaison des défauts uniques avec les conditions concernant l'absence de défaillance dangereuse, voir par exemple le dernier alinéa de 4.2.2.4.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
44/831/FDIS	44/837/RVD

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

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

Le présent document doit être utilisé conjointement avec l'IEC 61496-1:2012.

Lorsqu'un article ou un paragraphe particulier de l'IEC 61496-1:2012 n'est pas mentionné dans ce document, cet article ou ce paragraphe s'applique pour autant que cela soit raisonnable. Lorsque le présent document indique «addition» ou «remplacement», le texte correspondant de l'IEC 61496-1:2012 est adapté en conséquence. Les articles et les paragraphes complémentaires à ceux de l'IEC 61496-1:2012 sont numérotés dans l'ordre, à partir du dernier numéro disponible dans l'IEC 61496-1:2012. Lorsqu'aucun numéro disponible n'existe, les paragraphes complémentaires sont numérotés à partir de 101. Les Annexes complémentaires sont appelées AA et BB.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61496, publiées sous le titre général *Sécurité des machines – Équipements de protection électro-sensibles*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

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

INTRODUCTION

Un équipement de protection électrosensible (ESPE – *electro-sensitive protective equipment*) est appliqué aux machines qui présentent un risque de préjudice corporel. Il offre une protection en permettant à la machine de recouvrer un état de sécurité avant qu'un individu ne puisse se retrouver dans une situation dangereuse.

Cette partie de l'IEC 61496 complète ou modifie les articles correspondants de l'IEC 61496-1 pour définir des exigences particulières de conception, de construction et d'essais d'équipements de protection électrosensibles (ESPE) pour la sécurité des machines, utilisant pour la fonction de détection des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR – *active opto-electronic protective devices responsive to diffuse reflection*).

Chaque type de machine présente ses propres dangers (phénomènes dangereux), et l'objectif du présent document n'est pas de recommander la méthode d'application de l'ESPE à une machine particulière. L'application de L'ESPE fait l'objet d'un accord entre le fournisseur de l'équipement, l'utilisateur de la machine et l'organisme de sécurité. Dans ce contexte, l'attention est attirée sur les recommandations internationales concernées, par exemple l'IEC 62046 et l'ISO 12100.

En raison de la complexité de la technologie déployée, de nombreuses questions dépendent dans une large mesure de l'analyse et de l'expertise en matière de techniques d'essai et de mesure spécifiques. Une revue indépendante par une expertise adaptée est recommandée pour garantir un niveau de confiance élevé.

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION ÉLECTRO-SENSIBLES –

Partie 3: Exigences particulières pour les équipements utilisant des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61496 définit les exigences complémentaires de conception, de construction et d'essai d'équipements de protection électrosensibles (ESPE) conçus spécialement pour détecter des personnes ou des parties de personnes, comme partie d'un système relatif à la sécurité, utilisant pour la fonction de détection des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR). Une attention particulière est portée aux exigences assurant qu'une performance appropriée relative à la sécurité est atteinte. Un ESPE peut comprendre des fonctions relatives à la sécurité facultatives, leurs exigences étant indiquées dans l'Annexe A du présent document et dans l'Annexe A de l'IEC 61496-1:2012.

Le présent document ne définit ni les dimensions, ni la configuration de la zone de détection, ni son emplacement par rapport aux parties dangereuses dans une application quelconque, ni, enfin, ce qui constitue un état dangereux pour une machine donnée. Elle se limite au fonctionnement de l'ESPE, et à son interface avec la machine.

Les AOPDDR sont des dispositifs qui comportent soit

- une ou plusieurs zones de détection bidimensionnelles (AOPDDR-2D), ou
- une ou plusieurs zones de détection tridimensionnelles (AOPDDR-3D)

dans laquelle ou lesquelles le rayonnement dans le champ proche infrarouge est émis par un ou des émetteurs. Lorsque le rayonnement émis rencontre un objet (une personne par exemple ou une partie de son corps), une partie du rayonnement émis est réfléchi par réflexion diffuse sur un ou des récepteurs. Cette réflexion permet de déterminer la position de l'objet.

Les équipements optoélectroniques qui réalisent un seul mesurage de distances unidimensionnelles ponctuelles, par exemple, les détecteurs de proximité optiques, ne sont pas couverts par le présent document.

Le présent document ne traite pas des aspects exigés pour une classification complexe ou une différenciation de l'objet détecté.

Le présent document ne traite pas des exigences et des essais pour une application extérieure.

Les AOPDDR utilisant des longueurs d'onde de crête de rayonnement hors de la plage de 820 nm à 950 nm ainsi que ceux dont les longueurs d'onde de rayonnement sont différentes de celles générées par l'AOPDDR lui-même sont exclus du présent document. Ce dernier peut servir de guide pour les dispositifs de détection qui utilisent des longueurs d'onde de rayonnement hors de cette plage. Le présent document est approprié pour les AOPDDR disposant d'une taille minimale de l'objet détectable dans la plage comprise entre 30 mm et 200 mm.

Le présent document peut se révéler approprié pour des applications autres que la protection des personnes, par exemple la protection des machines ou des produits contre des dommages mécaniques. Dans ces applications, des exigences différentes peuvent être appropriées, par exemple lorsque les matières qui doivent être reconnues par la fonction de détection possèdent des propriétés différentes de celles des personnes et de leurs vêtements.

Le présent document ne traite pas des exigences d'émission concernant la compatibilité électromagnétique (CEM).

2 Références normatives

L'Article 2 de l'IEC 61496-1:2012 s'applique, à l'exception de ce qui suit.

Addition:

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-75, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais au marteau*

IEC TR 60721-4-5, *Classification des conditions d'environnement – Partie 4-5: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Installations des véhicules terrestres*

IEC 60825-1:2014, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 61496-1:2012, *Sécurité des machines – Équipements de protection électro-sensibles – Partie 1: Prescriptions générales et essais*

IEC 62471, *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*

ISO 13855:2010, *Sécurité des machines – Positionnement des moyens de protection par rapport à la vitesse d'approche des parties du corps*

ISO 20471:2013, *Vêtements à haute visibilité – Méthodes d'essai et exigences*