

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	8
3 Terms and definitions	8
4 Requirements	9
4.1 Functional requirements	9
4.2 Design requirements.....	9
4.3 Environmental requirements	16
5 Testing	18
5.1 General.....	18
5.2 Functional tests	25
5.3 Performance testing under fault conditions.....	32
5.4 Environmental tests	32
6 Marking for identification and for safe use	46
6.1 General.....	46
7 Accompanying documents	46
Annex A (normative) Optional functions of the ESPE	48
Annex B (normative) Catalogue of single faults affecting the electrical equipment of the ESPE, to be applied as specified in 5.3	56
Annex AA (informative) Examples of the use of an AOPDDR in different applications.....	57
Annex BB (informative) Relationship between ranging accuracy and probability of detection.....	61
Bibliography.....	69
Figure 1 – Detection zone of an AOPDDR – Example 1	12
Figure 2 – Detection zone of an AOPDDR – Example 2	13
Figure 3 – Minimum diffuse reflectivity of materials.....	15
Figure 4 – Influence on detection capability by incandescent light – Example 1	19
Figure 5 – Influence on detection capability by incandescent light – Example 2	20
Figure 6 – Influence on detection capability by light reflected by the background.....	21
Figure 7 – Influence on detection capability by stroboscopic light – Example 1	22
Figure 8 – Influence on detection capability by stroboscopic light – Example 2.....	23
Figure 9 – Light interference test.....	24
Figure 10 – Interference between two AOPDDRs of identical design	25
Figure 11 – Configuration for the endurance test – Example 1	30
Figure 12 – Configuration for the endurance test – Example 2	31
Figure 13a – Test of homogeneous pollution – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows without foil for simulation of homogeneous pollution.....	42

Figure 13b – Test of homogeneous pollution – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows – Examples of correct positions of the foil	43
Figure 13c – Test of homogeneous pollution – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows – Examples of incorrect positions of the foil	43
Figure 14 – Influence on detection capability by background	44
Figure A.1 – Use of an AOPDDR as a whole-body trip device – Example 1	51
Figure A.2 – Use of an AOPDDR as a whole-body trip device – Example 2	52
Figure A.3 – Use of an AOPDDR as parts of a body trip device – Example 1	54
Figure A.4 – Use of an AOPDDR as parts of a body trip device – Example 2	54
Figure AA.1 – Example of the use of an AOPDDR on machinery	58
Figure AA.2 – Example of the use of an AOPDDR on an AGV	59
Figure BB.1 – Relationship between ranging accuracy and detection zone	61
Figure BB.2 – Relationship between ranging accuracy, detection zone and the probabilistic part of the tolerance zone – Example 1	62
Figure BB.3 – Relationship between ranging accuracy, detection zone and the probabilistic part of the tolerance zone – Example 2	63
Figure BB.4 – Relationship between ranging accuracy, detection zone and tolerance zone – Example 1	64
Figure BB.5 – Relationship between ranging accuracy, detection zone and tolerance zone – Example 2	65
Figure BB.6 – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values – Example 1	66
Figure BB.7 – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values – Example 2	66
Figure BB.8 – POD of a single measurement (logarithmic) for a $MooM$ -evaluation with $1 \leq M \leq 50$	67
Figure BB.9 – 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	68
Table 1 – Minimum tests required for the verification of detection capability requirements (see also 4.2.12.1)	27
Table 2 – Overview of light interference tests	36

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61496-3 has been prepared by IEC technical committee 44: Safety of machinery – Electrotechnical aspects, in collaboration with CENELEC technical committee 44X: Safety of machinery – Electrotechnical aspects.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 2001 and constitutes a technical revision.

The most important changes and improvements compared to the first edition of this part of the standard are:

- extension of the range of detection capability covered by this part of the standard from 50 mm to 100 mm to the range of 30 mm to 200 mm;
- clarification of requirements for the selection of multiple detection zones (Clause A.10);

- more detailed information about the use of an AOPDDR as a whole body trip device by extension of Clause A.12 and a new Clause A.13;
- improved description of the relationship between ranging accuracy and probability of detection (Annex BB).

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 61496-1.

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

FDIS	Report on voting
44/572/FDIS	44/578/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.

A list of all parts of IEC 61496 series, 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 maintenance result 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.

This standard has the status of a dedicated product standard and may be used as a normative reference in a dedicated product standard for the safety of machinery.

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 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 standard to recommend the manner of application of the ESPE to any particular machine. The application of the ESPE should be 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, 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 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 include optional safety-related functions, the requirements for which are given both in Annex A of this part and in Annex A of IEC 61496-1.

This part 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 detection zone specified in two dimensions wherein radiation in the near infrared range is emitted by a transmitter 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.

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.

Excluded from this part are AOPDDRs employing radiation of wavelength outside the range 820 nm to 946 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 part may be used as a guide. This part is relevant for AOPDDRs having a stated detection capability 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 part may 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 be necessary, 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 part does not deal with electromagnetic compatibility (EMC) emission requirements.

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

2 Normative references

Addition:

IEC 60068-2-14:1984, *Basic environmental testing procedures – Part 2: 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 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*

IEC 61496-1:2004, *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*

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

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

3 Terms and definitions

Replacement:

3.4

detection zone

zone within which the specified test piece(s) (see 4.2.13) is detected by the AOPDDR with a minimum required probability of detection (see 4.2.12.2)

NOTE A tolerance zone is necessary to achieve the required probability of detection of the specified test piece(s) within the detection zone.

Addition:

¹ To be published.

3.301**active opto-electronic protective device responsive to diffuse reflection
AOPDDR**

device, whose sensing function is performed by opto-electronic emitting and receiving elements, that detects the diffuse reflection of optical radiations generated within the device by an object present in a detection zone specified in two dimensions

3.302**AOPDDR detection capability**

ability to detect the specified test pieces (see 4.2.13) in the detection zone

NOTE A list of influences which can affect the AOPDDR detection capability is given in 4.2.12.1.

3.303**tolerance zone**

zone outside of and adjacent to the detection zone within which the specified test piece(s) (see 4.2.13) is detected with a probability of detection lower than the required probability within the detection zone. The tolerance zone is necessary to achieve the required probability of detection of the specified test piece(s) within the detection zone

NOTE For explanation of the concept of probability of detection and the tolerance zone see Annex BB.

4 Requirements

This clause of part 1 is applicable except as follows:

4.1 Functional requirements**4.1.3 Types of ESPE***Replacement:*

In this part of IEC 61496 only a type 3 ESPE is considered. It is the responsibility of the machine supplier and/or the user to prescribe if this type is suitable for a particular application.

The type 3 ESPE shall fulfil the fault detection requirements of 4.2.2.4 of this part. In normal operation, the output circuit of each of at least two output signal switching devices (OSSDs) of the type 3 ESPE shall go to the OFF-state when the sensing device is actuated, or when the power is removed from the device.

*Additional functional requirements:***4.1.4 Zone(s) with limited detection capability**

A zone between the optical window and the beginning of the detection zone is referred to as a zone with limited detection capability. In order to ensure no hazard can arise in a particular application due to the presence of this zone(s) between the optical window and the detection zone, its dimensions and appropriate information for use shall be provided by the supplier.

A zone with limited detection capability shall not extend more than 50 mm from the optical window in the plane of detection.

4.2 Design requirements**4.2.2 Fault detection requirements****4.2.2.2 Particular requirements for a type 1 ESPE**

This subclause of part 1 is not applicable.

4.2.2.3 Particular requirements for a type 2 ESPE

This subclause of part 1 is not applicable.

4.2.2.4 Particular requirements for a type 3 ESPE

Replacement:

A single fault in the sensing device resulting in a complete loss of the stated AOPDDR detection capability shall cause the ESPE to go to a lock-out condition within the specified response time.

NOTE 1 For AOPDDR using rotating mirrors for scanning the detection zone, this requirement can be fulfilled by scanning on a defined reference object located outside the detection zone and the tolerance zone.

A single fault resulting in a deterioration of the stated AOPDDR detection capability shall cause the ESPE to go to a lock-out condition within a time period of 5 s following the occurrence of that fault.

NOTE 2 Examples of deterioration of the AOPDDR detection capability include:

- increase of the minimum detectable object size;
- increase in the minimum detectable reflectance;
- decrease of measurement accuracy.

A single fault resulting in an increase in response time beyond the specified value or preventing at least one OSSD going to the OFF-state shall cause the ESPE to go to a lock-out condition immediately, i.e. within the response time, or immediately upon any of the following demand events where fault detection requires a change in state:

- on actuation of the sensing function;
- on switch off/on;
- on reset of the start interlock or the restart interlock, if available (see Clauses A.5 and A.6 of IEC 61496-1);
- on the application of an external test signal, if available.

NOTE 3 An external test signal may be required if, for example, in a particular application, the frequency of actuation of the sensing function is foreseeably low and the OSSDs are monitored only at the change of state.

It shall not be possible for the ESPE to achieve a reset from a lock-out condition, for example, by interruption and restoration of the mains power supply or by any other means, when the fault which initiated the lock-out condition is still present.

In cases where a single fault which does not cause a failure to danger of the ESPE is not detected, the occurrence of further faults shall not cause a failure to danger. For verification of this requirement, see 5.3.4.

4.2.2.5 Particular requirements for a type 4 ESPE

This subclause of part 1 is not applicable.

Additional design requirements:

4.2.12 Integrity of the AOPDDR detection capability

4.2.12.1 General

The design of the AOPDDR shall ensure that the detection capability is not decreased below the limits specified by the supplier and in this standard by any of, but not limited to, the following:

- ageing of components;
- component tolerances (for example, spectral sensitivity of the receiver element);
- distance-dependent changes of sensitivity related for example to optics;
- limits of adjustment;
- insecure fixing of optical and mechanical components within the AOPDDR;
- environmental interference, especially:
 - a) system noise;
 - b) electrical interference according to 4.3.2 of IEC 61496-1;
 - c) pollution on the surface of the optical window of the housing;
 - d) condensation on the surface of the optical window of the housing;
 - e) ambient temperature;
 - f) ambient light;
 - g) background (for example, contrast between object and background);
 - h) vibration and bump;
 - i) humidity;
 - j) supply voltage variations and interruptions;
 - k) reflections of emitted light(s) from parts of the surrounding especially for devices with more than one transmitting and/or receiving element.

If a single fault (as specified in Annex B of IEC 61496-1), which under normal operating conditions (see 5.1.2.1 of IEC 61496-1) would not result in a loss of the stated AOPDDR detection capability but, when occurring with a combination of the above conditions, would result in such a loss, that fault, together with that combination of conditions, shall be considered as a single fault and the AOPDDR shall respond to such a single fault as required in 4.2.2.4.

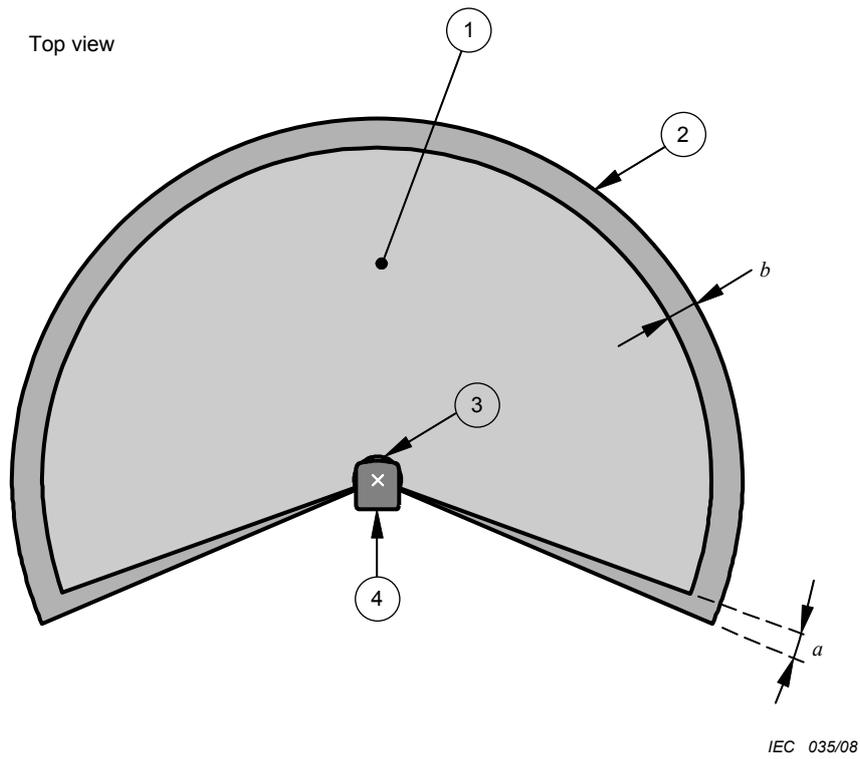
NOTE The technique of scanning on a reference object can satisfy the requirement in respect of ageing of components. Other techniques giving the same level of assurance may be used.

4.2.12.2 Detection zone(s) and tolerance zone(s)

The supplier shall specify the tolerance zone(s).

The supplier shall take into account worst-case conditions including, for example, signal-to-noise ratio S/N and standard deviation σ considering all influences listed in this standard and any additional influences specified by the supplier (environmental influence, component faults, etc.).

The tolerance zone depends on systematic interferences, measurement faults, resolution of the measurement values, etc. and is necessary to ensure the required detection probability within the detection zone. Figures 1 and 2 show examples of tolerance zones.



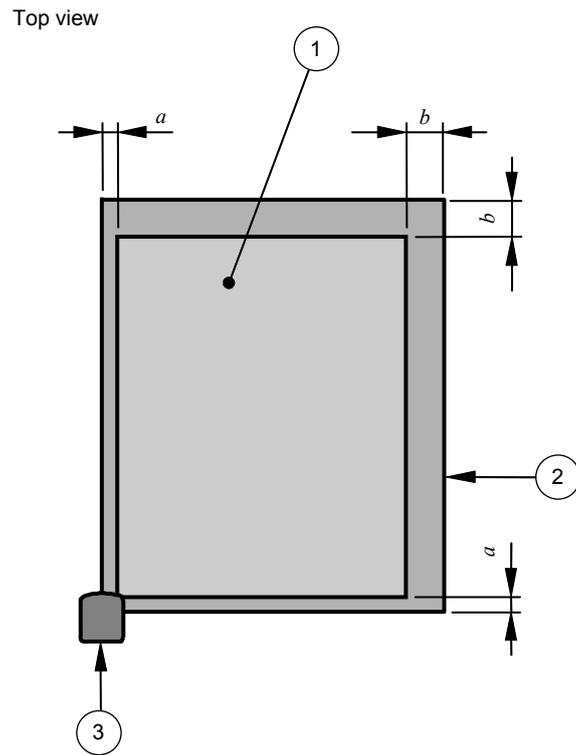
Key

- 1 Detection zone within which the specified test piece(s) is detected by the AOPDDR with a minimum required probability of detection.
- 2 Tolerance zone (detection not assured).
- 3 Zone with limited detection capability (detection not assured).
- 4 AOPDDR

NOTE 1 For an application of the AOPDDR, it may be necessary to take into account that the size of parts of the tolerance zone can be related for example to the diameter of the test piece and the beam position (see value of "a"). The value of "b" corresponds for example to the distance measurement accuracy.

NOTE 2 The detection zone origin is marked by a cross.

Figure 1 – Detection zone of an AOPDDR – Example 1



Key

- 1 Detection zone
- 2 Tolerance zone
- 3 AOPDDR

NOTE The value of "a" corresponds for example to the diameter of the test piece and the beam position. The value of "b" corresponds for example to the distance measurement accuracy.

Figure 2 – Detection zone of an AOPDDR – Example 2

The test pieces (see 4.2.13) shall be detected with a minimum probability of detection of $1 - 2,9 \times 10^{-7}$ throughout the detection zone(s). To achieve this minimum probability of detection, the tolerance zone is added to the detection zone (see Figure BB.2). Even if a measured distance value of a test piece falls into the tolerance zone this test piece will be determined as detected and the OSSDs shall go to the OFF-state or remain in the OFF-state.

NOTE 1 The tolerance zone is not included in the detection zone.

NOTE 2 Probability of detection as used in this part is not related to the probability of faults.

NOTE 3 Special attention may be required when the detection zone of AOPDDR is made up by more than one transmitting and/or receiving unit to ensure that the AOPDDR detection capability is not affected between the fields of view of these units.

When a test piece is placed on the boundary between the detection zone and the tolerance zone (i.e. on the border of the detection zone) the measured distance values of this test piece shall be the median point of the distribution of measurement values determined using a test piece with a reflectivity of any value from that of the "black" test piece to that of the "white" test piece. The supplier shall document the reflectivity of the test piece and the calculations used. This requirement may be verified by inspection of the supplier's documentation.

NOTE 4 The value for the ranging accuracy and the tolerance zone is not necessarily a constant. It can, for example, be a function of the measurement distance.

NOTE 5 If the AOPDDR has a facility to automatically set its detection zone(s), the ranging error of the set values is taken into account when determining the tolerance zone (see Clause A.11).

NOTE 6 Annex BB gives additional information about the relationship between ranging accuracy and probability of detection.

4.2.12.3 Scanning geometry, scanning frequency and response time

The supplier shall specify the relevant parameters of the detection zone(s), including range and scanning angle. The scanning geometry and/or scanning frequency shall be sufficient to ensure that a test piece with a diameter of the specified minimum detectable object size is detected at the maximum range of the detection zone(s). The supplier shall define values in the range of 30 mm to 200 mm as the minimum detectable object size of the AOPDDR. The minimum detectable object size may be distance dependent.

NOTE 1 The restriction of the minimum detectable object size to the range of 30 mm to 200 mm is based on current applications. Additional requirements may be necessary for AOPDDRs having detection capabilities outside this range.

Objects of the minimum detectable size that are either stationary or moving within the detection zone at any speed up to 1,6 m/s shall be detected by the ESPE within the specified response time. The response time shall be determined by the supplier taking into account worst-case conditions, especially for the scanning frequency and the movement of objects. Where the supplier states that an AOPDDR can be used to detect objects moving at speeds greater than 1,6 m/s, the requirements shall be met at any speed up to and including the stated maximum speed(s).

NOTE 2 The detection capability may be determined by the optical geometry of the AOPDDR so that one complete beam will impinge on the specified test pieces in the maximum range of detection zone and tolerance zone for a special design. In this case, the distance between the centre of two adjacent transmitter beams (except the first and the last one) will not exceed half the diameter of the test pieces. For other designs, it can be more difficult to carry out the verification according to 5.2.1.2 and 5.2.11, especially when movement of objects is taken into account, as required above.

NOTE 3 An example for the calculation of the response time is given in Clause AA.5.

All points on a path projected from any point on the border of the detection zone to the receiving element(s) of the AOPDDR shall be within the detection zone (see 4.2.12.2) or the zone with limited detection capability (see 4.1.4).

4.2.13 Test pieces for type testing

4.2.13.1 General

The test pieces are part of the AOPDDR and shall therefore be provided by the supplier for use in the type tests of Clause 5. They shall be marked with a type reference and identification of the AOPDDR with which they are intended to be used.

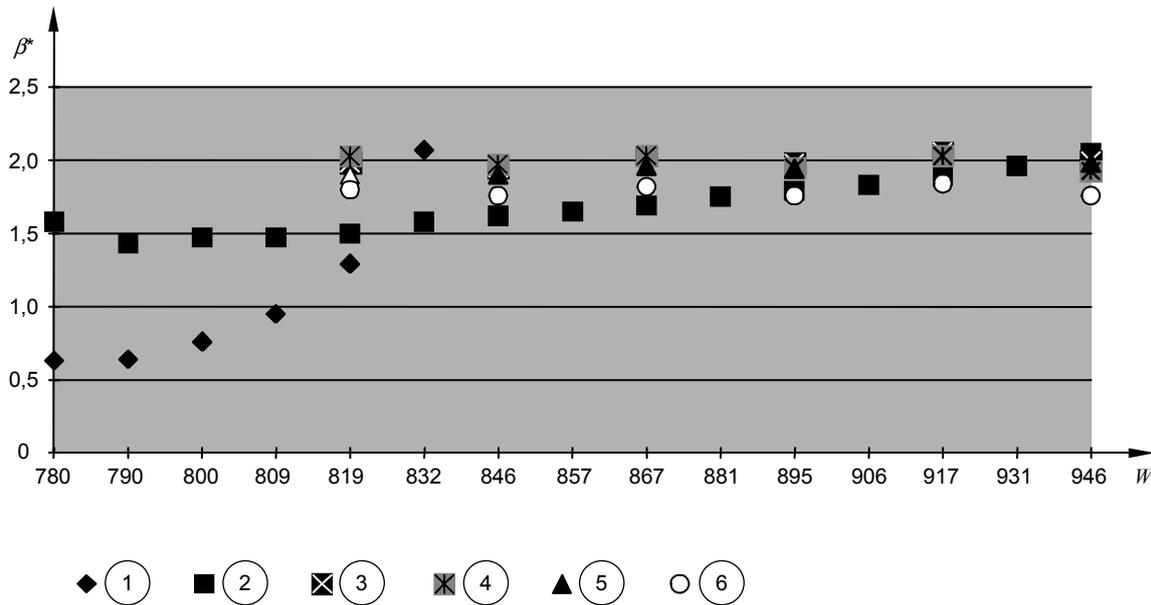
The test pieces shall have a diameter equal to the maximum specified detection capability (minimum diameter). Other diameters within the range of 30 mm to 200 mm may be required for testing depending on the detection capability of the AOPDDR.

NOTE The minimum effective length of the test pieces has been selected for ease of use.

4.2.13.2 Black test piece

The black test piece shall be a cylinder with a minimum effective length of 0,3 m. The surface of the test piece shall have a diffuse reflectance value in the range of 1,6 % to 2,0 % including measurement accuracy, at the wavelength of the transmitter and under normal conditions. This value shall be verified by measurement. Where this reflectance value is used for calculation, the nominal value of 1,8 % shall be used.

NOTE Figure 3 shows the results of an investigation to determine the reflectance of the black test piece (performed by Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, 53754 Sankt Augustin, Germany).



IEC 037/08

Key

- 1 Black velvet MG 20/5
- 2 Black broad corduroy MG 0/5
- 3 Black plastic foam MG 0/5
- 4 Black gumboot MG 20/5
- 5 Black synthetic material MG 20/5
- 6 Black shoe leather MG 20/5
- W Wavelength [nm]
- β^* Coefficient of diffuse reflection [%]

NOTE A measurement geometry (MG) of, for example, 0/5 is represented by an entrance angle of 0° and an observation angle of 5°. The entrance angle characterizes the angular position of the tested material with respect to the direction of the incident light. The observation angle is the angle by which the direction of the observation of the tested material differs from the direction of the incident light.

Figure 3 – Minimum diffuse reflectivity of materials

4.2.13.3 White test piece

The white test piece shall be a cylinder with a minimum effective length of 0,3 m. The surface of the test piece shall have a diffuse reflectance value in the range of 80 % to 90 % at the wavelength of the transmitter.

4.2.13.4 Retro-reflective test piece

The retro-reflective test piece shall be a cylinder with a minimum effective length of 0,3 m. The surface of the test piece shall be of retro-reflecting material. The material shall comply with the requirements for retro-reflection of EN 471 class 2 or equivalent.

NOTE Table 5 of EN 471 defines the minimum coefficient of retro-reflection for class 2 material as $330 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ with an entrance angle of 5° and an observation angle of $0,2^\circ$ ($12'$).

4.2.14 Wavelength

AOPDDRs shall operate at a wavelength within the range of 820 nm to 946 nm.

NOTE This range of wavelengths is based on the present availability of components together with research which shows it to be suitable for materials used as clothing.

4.2.15 Radiation intensity

The radiation intensity generated and emitted by the AOPDDR shall at no time, even in the presence of a component failure, exceed the maximum power or energy levels for a class 1M laser in accordance with IEC 60825-1. The marking as a class 1 laser shall be carried out as required in 5.2 of IEC 60825-1.

4.2.16 Mechanical construction

When the detection capability can be decreased below the limit stated by the supplier, as a result of a change of position of components, the fixing of those components shall not rely solely on friction.

NOTE The use of oblong mounting holes without additional means could lead for example to a change of the position of the detection zone under mechanical interference such as bump.

4.3 Environmental requirements

Addition:

NOTE These requirements may not fulfil the needs of certain applications (for example: use on vehicles, including automatic guided vehicles (AGVs), forklifts, mobile machinery, etc.).

4.3.1 Ambient air temperature range and humidity

Addition:

The ESPE shall not fail to danger when subjected to a rapid change of temperature and humidity leading to condensation on the optical window.

This requirement is verified by the condensing test of 5.4.2.

4.3.3 Mechanical environment

Additional mechanical requirements:

4.3.3.3 Change of temperature

The ESPE shall be free of damage, including displacement and/or cracks of the optical window, after the tests of 5.4.4.3 and it shall be capable of continuing in normal operation.

4.3.3.4 Impact resistance

4.3.3.4.1 Normal operation

The ESPE shall be free of damage, including displacement and/or cracks of the optical window, after the tests of 5.4.4.4.2 and it shall be capable of continuing in normal operation.

4.3.3.4.2 Fail to danger

The ESPE shall not fail to danger after the tests of 5.4.4.4.3.

4.3.4 Enclosures

Addition:

Means shall be provided for the secure fixing of the enclosure(s).

Enclosures of the AOPDDR containing optical components shall provide a degree of protection of at least IP65 (see IEC 60529) when mounted as specified by the supplier.

Additional environmental requirements:

4.3.5 Light interference on AOPDDR receiving elements and other optical components

The ESPE shall continue in normal operation when subjected to the following:

- incandescent light;
- fluorescent light operated with high-frequency electronic power supply;
- radiation from an AOPDDR of identical design if no mounting restrictions related to possible interference are given by the supplier of the AOPDDR.

The ESPE shall not fail to danger when subjected to the following:

- high-intensity incandescent light (simulated daylight using a quartz lamp);
- fluorescent light operated with its rated power supply and with a high-frequency electronic power supply;
- stroboscopic light;
- radiation from an AOPDDR of identical design;
- flashing beacon.

These requirements are verified by the tests of 5.2.1.2 and 5.4.6.

4.3.6 Pollution interference

The supplier shall specify the maximum level of homogeneous pollution in percentage of transmission which will not result in a decrease of the stated detection capability.

The AOPDDR shall continue in normal operation when the received signal energy of the detection system itself is attenuated by up to 30 % by homogeneous pollution.

Pollution between the transmitting and/or receiving element(s) and the beginning of the detection zone(s) (including optical components) of the AOPDDR resulting in a loss of the stated detection capability shall cause the OSSDs to go to the OFF-state.

These requirements are verified by the tests of 5.4.7.

NOTE The tests listed in 5.4.7 may not cover all possible forms of pollution, for example, oil, grease and process materials.

Any pollution monitoring means for detecting a loss of the stated detection capability shall comply with all the relevant requirements of this standard.

4.3.7 Background interference

The stated tolerance zone shall not be increased by background interference. This requirement is verified by the tests of 5.4.8.

NOTE 1 The supplier may specify the AOPDDR for a maximum reflectance value that is monitored by the AOPDDR itself and which leads to the OFF-state of the OSSDs if the specified maximum reflectance value is exceeded. Background interference by materials with higher values of reflectance can thereby be excluded.

NOTE 2 Backgrounds that may interfere with the measurement results include corner cube reflectors, tiles, sheet metal, white paper, etc.

NOTE 3 Retro-reflectors are considered as a background within the tests of detection capability and measurement accuracy (see 5.4.8). If retro-reflectors in the background lead to measurement faults, it may be possible in specific applications to use other measures instead of an addition to the tolerance zone.

4.3.8 Manual interference

It shall not be possible to reduce the stated detection capability by covering the optical window of the housing of the AOPDDR or other parts (if applicable) or by placing objects within a zone with limited detection capability (see 4.1.4). In such cases the OSSDs shall go to the OFF-state within a time period of 5 s and the OSSDs shall remain in the OFF-state until the manual interference is removed.

AOPDDR for use as trip device using whole-body detection with normal approach (Clause A.12) and AOPDDR used for the detection of parts of a body with normal approach (Clause A.13) shall be designed such that the OSSDs shall go to the OFF-state within the stated response time when manual interference is performed and the OSSDs shall remain in the OFF-state until the manual interference is removed. These requirements are verified by the tests of 5.4.9.

4.3.9 Optical shadowing in the detection zone

The AOPDDR detection capability shall be maintained when small objects are present in the detection zone. This shall be verified by analysis and by a test according to 5.4.10. The analysis shall include examination of any software filtering algorithms provided.

NOTE Software filtering algorithms may be provided to disregard small objects, for example, to increase reliability of operation.

4.3.10 Ageing of components

Drift or ageing of components that would reduce the detection capability below the value stated shall not cause a failure to danger of the ESPE, shall be detected within a time period of 5 s and shall lead to a lock-out condition.

If a reference object is used for monitoring ageing and drift of components, variations in its properties (for example, reflectance) shall not cause a failure to danger of the ESPE. If a reference object is used to monitor ageing and drift of components, it shall be considered to be part of the AOPDDR and shall be provided by the supplier of the AOPDDR.

5 Testing

This clause of part 1 is applicable except as follows:

5.1 General

5.1.1.2 Operating condition

Addition:

Unless otherwise stated in this part, and if the facility is provided to set the detection zone, the zone used for the tests shall be set up as follows:

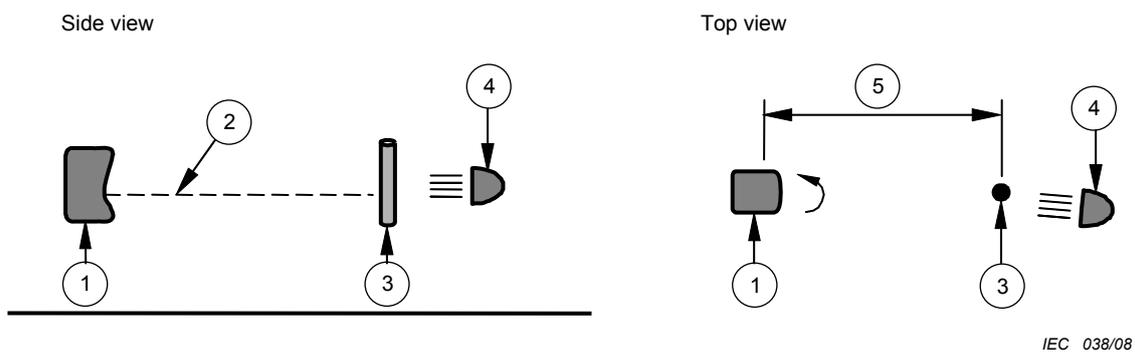
- radius respectively width and length (or equivalent values) of the detection zone of 1,0 m;
- add the value of the specified tolerance zone.

NOTE For example, a detection zone of 1,0 m and a tolerance zone of 0,2 m results in a zone used for the tests of 1,2 m.

For an AOPDDR with a stated maximum detection distance of less than 1,0 m, this distance shall be used where 1,0 m is specified in Clause 5.

For an AOPDDR without the facility to set the detection zone, the fixed detection zone shall be used for all tests.

During these tests the test piece(s) shall be used normal to the plane of the AOPDDR detection zone. Figures 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 show possible configurations for individual tests on the integrity of the detection capability and light interference.

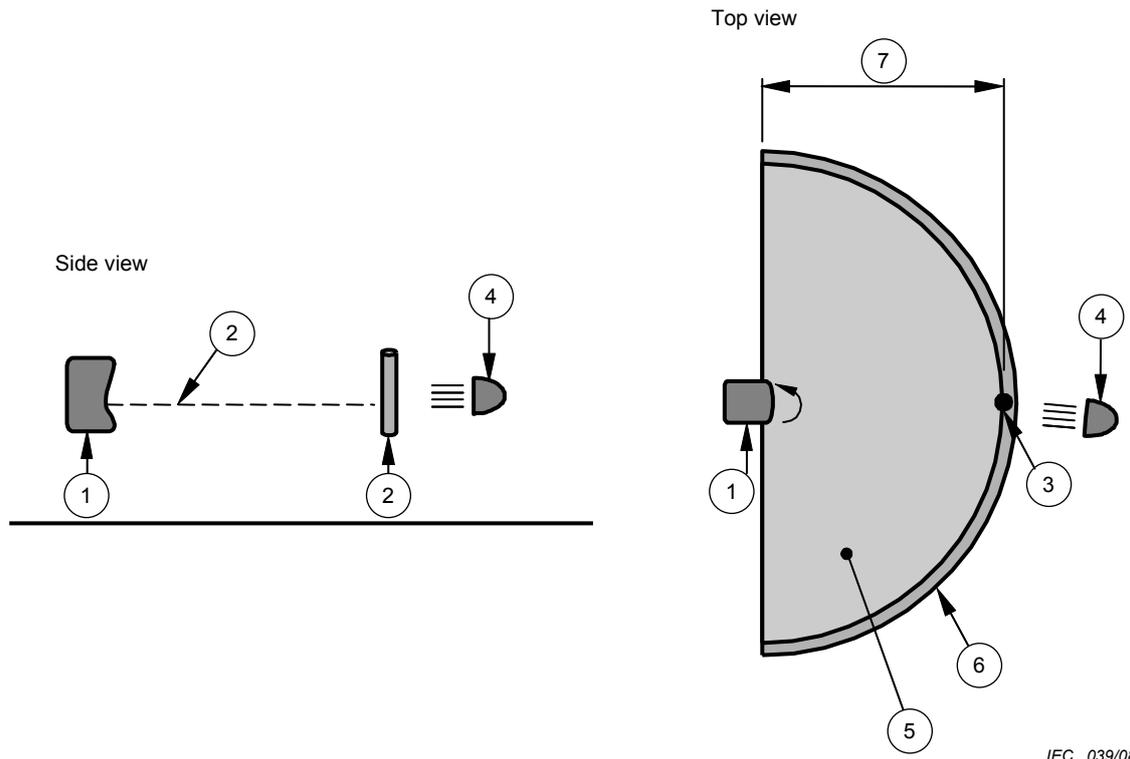


Key

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | AOPDDR |
| 2 | Detection plane |
| 3 | Test piece |
| 4 | Light source |
| 5 | 1,0 m and maximum distance |

NOTE Figure 4 shows a possible configuration for a test according to 5.2.1.2.2.

Figure 4 – Influence on detection capability by incandescent light – Example 1

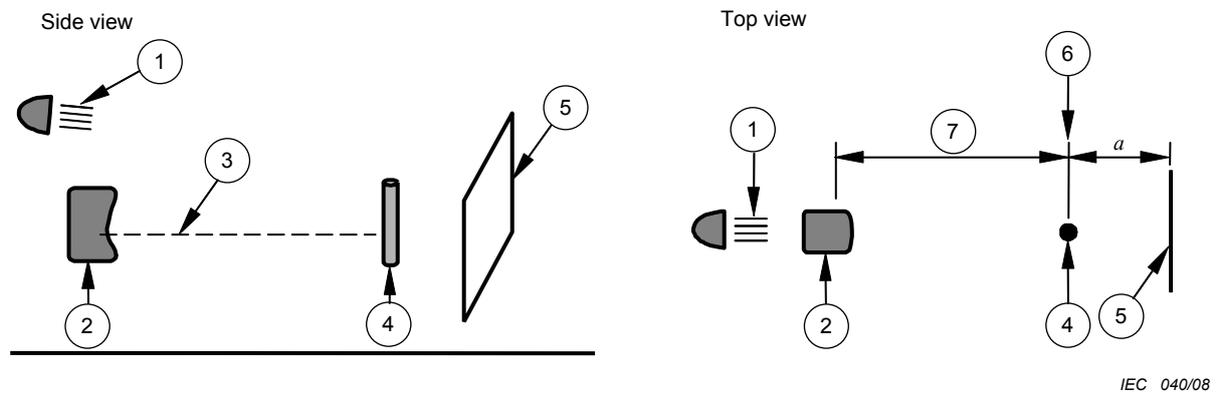


Key

- 1 AOPDDR
- 2 Detection plane
- 3 Test piece
- 4 Light source
- 5 Detection zone
- 6 Tolerance zone in relation to light interference
- 7 1,0 m and maximum distance

NOTE Figure 5 shows a possible configuration for a test according to 5.2.1.2.2.

Figure 5 – Influence on detection capability by incandescent light – Example 2

**Key**

- 1 Light source
- 2 AOPDDR
- 3 Detection plane
- 4 Test piece
- 5 Background (diffuse reflective surface 0,5 m x 0,5 m)
- 6 Measurement of intensity of reflected light in the detection plane without test piece
- 7 1,0 m and maximum distance

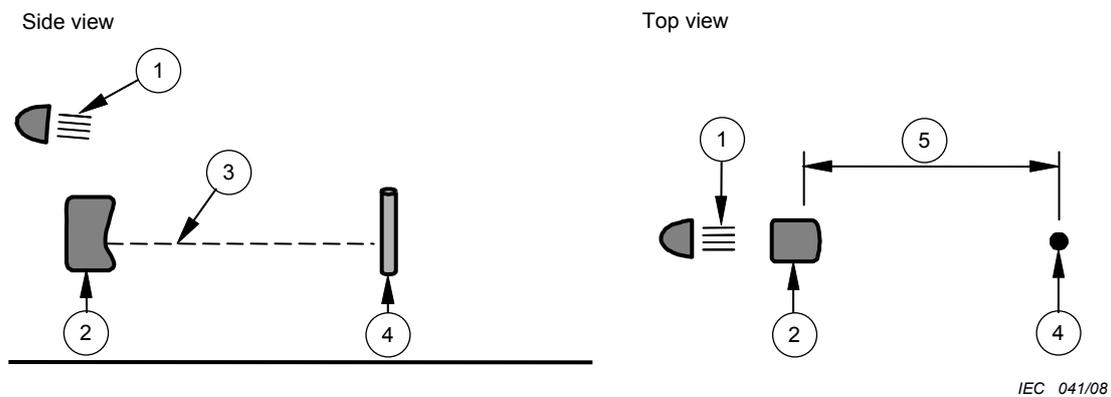
NOTE 1 Figure 6 shows a possible configuration for a test according to 5.2.1.2.3.

NOTE 2 "a" = 0,4 m, but at least so large that the background is not detected as an object.

NOTE 3 Figure 6 shows no detection zone because in this example it is the influence on the measurement accuracy that is being tested.

NOTE 4 The coefficient of reflection of the background used for this test shall not vary in the range of wavelengths used by the AOPDDR itself and used for the measurement of intensity.

Figure 6 – Influence on detection capability by light reflected by the background

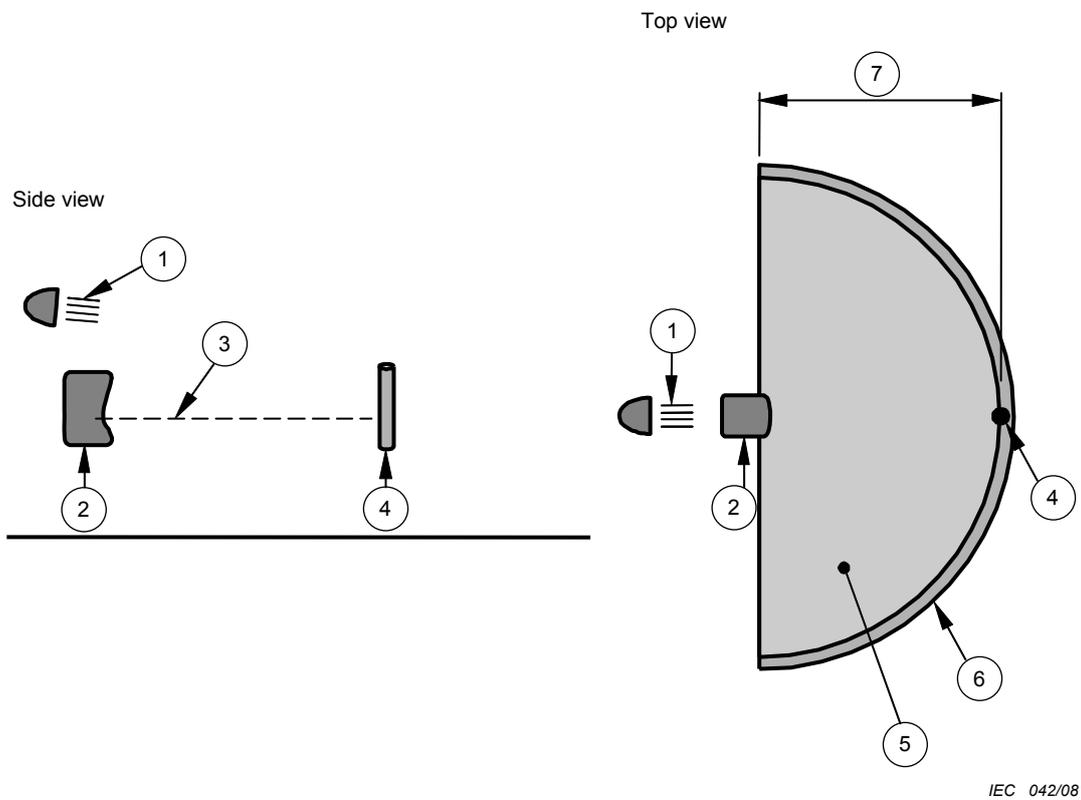


Key

- 1 Light source
- 2 AOPDDR
- 3 Detection plane
- 4 Test piece
- 5 1,0 m and maximum distance

NOTE Figure 7 shows a possible configuration for a test according to 5.2.1.2.4.

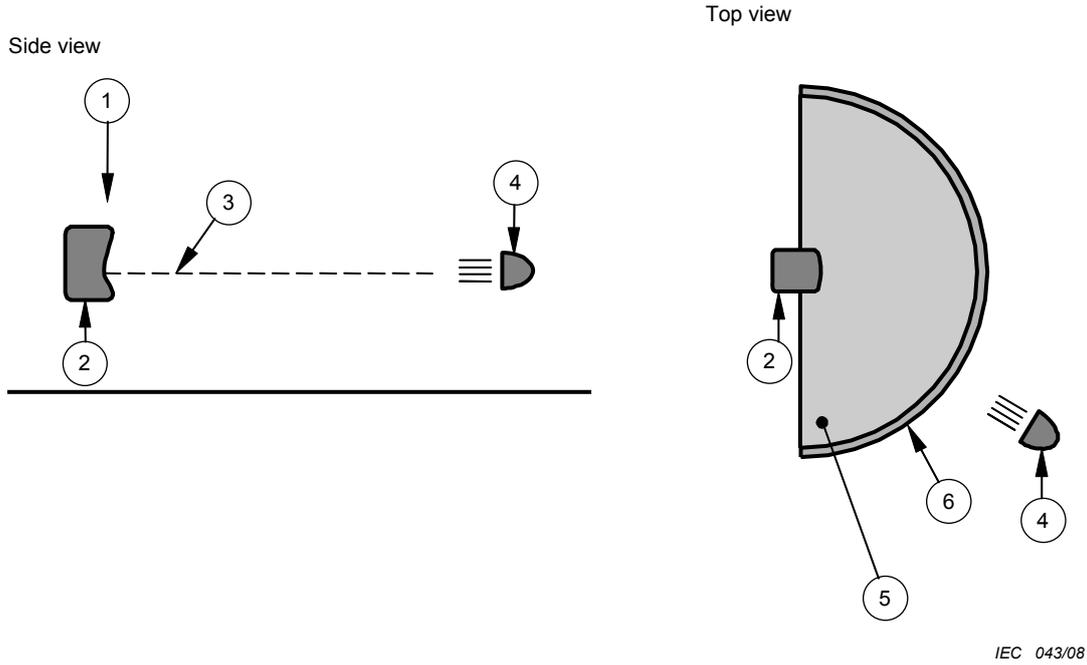
Figure 7 – Influence on detection capability by stroboscopic light – Example 1

**Key**

- 1 Light source
- 2 AOPDDR
- 3 Detection plane
- 4 Test piece
- 5 Detection zone
- 6 Tolerance zone in relation to light interference
- 7 1,0 m and maximum distance

NOTE Figure 8 shows a possible configuration for a test according to 5.2.1.2.4.

Figure 8 – Influence on detection capability by stroboscopic light – Example 2



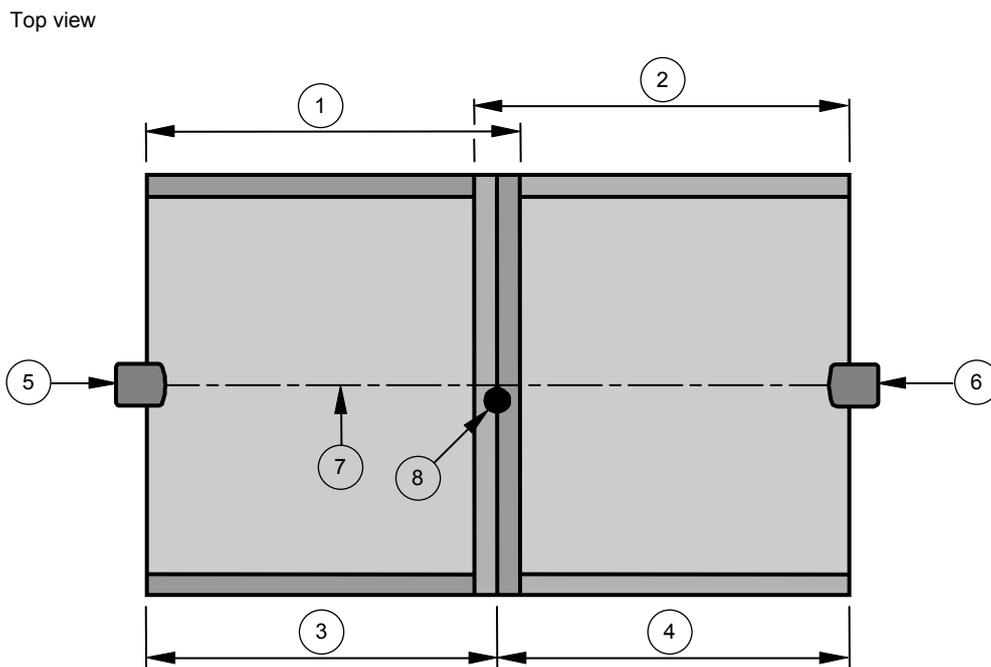
IEC 043/08

Key

- 1 Measurement of intensity of light in the plane of the housing
- 2 AOPDDR
- 3 Detection plane
- 4 Light source
- 5 Detection zone
- 6 Tolerance zone

NOTE Figure 9 shows a possible configuration for the tests of 5.4.6.4.1, 5.4.6.4.2, 5.4.6.5.2, 5.4.6.5.3, 5.4.6.6.2 and 5.4.6.8.2.

Figure 9 – Light interference test



IEC 044/08

Key

- 1 Detection zone AOPDDR "A" + tolerance zone. The tolerance zone for this test shall comply with the test environment.
- 2 Detection zone AOPDDR "B" + tolerance zone. The tolerance zone for this test shall comply with the test environment.
- 3 Detection zone AOPDDR "A"
- 4 Detection zone AOPDDR "B"
- 5 AOPDDR "A"
- 6 AOPDDR "B"
- 7 Beam centre lines
- 8 Test piece; the test piece is in the detection zone of both AOPDDRs.

NOTE Figure 10 shows a possible configuration for the tests of 5.4.6.7.2 (without test piece) and 5.4.6.7.3.

Figure 10 – Interference between two AOPDDRs of identical design

5.1.2.2 Measurement accuracy

Addition to first paragraph:

- for light intensity measurement: $\pm 10\%$.

5.2 Functional tests

5.2.1 Sensing function

Replacement:

5.2.1.1 General

The sensing function and the integrity of the detection capability shall be tested as specified, taking into account the following:

- the systematic analysis required in 5.2.1.2.1;
- the tests shall verify that the specified test pieces are detected when the axis of the test piece is placed inside the stated detection zone(s);
- the tests shall verify the dimension(s) of the tolerance zone (i.e. the ranging accuracy) stated by the supplier;
- the number, selection and conditions of the individual tests shall be such as to verify the requirements of 4.2.12.1.

Table 1 shows an overview of the minimum tests required for the verification of detection capability requirements.

Table 1 – Minimum tests required for the verification of detection capability requirements (see also 4.2.12.1)

	Test	Conditions	Distance between detection zone origin (see also Figure 1) at the AOPDDR and test piece axis					
			Minimum possible distance (MPD) ^{6) 7)}	MPD + 0,1 m ^{6) 7)}	0,5 m	1,0 m	Every 1,0 m	Max. range
a	Reflectance	Black test piece (see 4.2.13.2)	X	X	X	X	X	X
b	Reflectance	White test piece (see 4.2.13.3)	X	X	X	X	X	X
c	Reflectance	Retro-reflective test piece (see 4.2.13.4)	X	X	X	X	X	X
d	Ageing of components	1)				X		
e	Undetected faults of components	1)				X		
f	Electrical disturbances except supply voltage variations and supply voltage interruptions	4.3.2, 5.2.3.1 and 5.4.3 of IEC 61496-1 apply				X		
g	Supply voltage variations and supply voltage interruptions	Black test piece (see 4.2.13.2)						X
h	Pollution on the surface of the optical window of the housing	1)				X		
i	Ambient temperature variation	50 °C or maximum ²⁾						X
j	Ambient temperature variation	0° or minimum, non-condensing ³⁾						X
k	Humidity	5.4.2 applies				X		
l	Light interference	See table 2				X		
m	Background interference	Worst-case distance between "black" test piece and background according to the design ⁴⁾ Background reflectance: a) corner cube reflector ⁵⁾ b) from 1,8 % to 5 % c) other relevant reflectivities between a) and b)						X X X
n	Vibration and bump	5.4.4 applies				X		

1) Effects of ageing of components, undetected faults of components and pollution on the surface of the optical window of the housing should be addressed within the endurance test, otherwise additional tests may be necessary.

2) AOPDDR in test chamber – open test chamber – start test within 1 min.

3) AOPDDR in test chamber – open test chamber – test without condensation.

4) The background shall be arranged as indicated in Figure 14.

5) See also 4.3.7, note 1 and 5.4.8.

6) The test piece shall be placed as close as possible to the detection zone origin.

7) For the black test piece the dimension of the zone with limited detection capability shall be added.

5.2.1.2 Integrity of the detection capability

5.2.1.2.1 General

It shall be verified that the stated AOPDDR detection capability is maintained or the ESPE does not fail to danger, by systematic analysis of the design of the AOPDDR, using testing where appropriate and/or required, taking into account all combinations of the conditions specified in 4.2.12.1 and the faults specified in 5.3.4. The results of this systematic analysis shall identify which tests in Clause 5 require, in addition, a measurement of the response time.

The conditions and the number of measurements required to determine the integrity of the detection capability shall take into account the objectives of 5.2.1.1. As a minimum, the series of measurements listed in table 1 and table 2 shall be carried out at each position necessary to verify the integrity of detection capability within the detection zone. For AOPDDRs with more than one transmitting and/or receiving element, it may be necessary to carry out measurements for each element. When measurement values are required for verification, each test result shall be based on a minimum of 1 000 single measurements at each position of the test piece.

NOTE 1 The use of special tools supplied by the manufacturer may be necessary to perform certain tests involving the recording and analysis of measurement values.

The test arrangement used for the tests of 5.2.1.2.2, 5.2.1.2.3 and 5.2.1.2.4 shall be compatible with the characteristic of the AOPDDR under test. The light interference tests shall be carried out at least with the "black" test piece (see 4.2.13.2) at distances between the AOPDDR and the test piece of 1,0 m and the detection zone range at maximum. The test sequence for the light interference tests shall be as follows:

- the test piece shall be placed at the required distance before the test starts which, for tests according to Figures 5 or 8, is the border of the detection zone;
- the start or restart interlock shall not be operational whilst the tests according to Figures 5 or 8 are performed;
- AOPDDR shall be in normal operation and OSSDs in the OFF-state whilst the tests according to Figures 5 or 8 are performed;
- the interfering light source shall then be switched on;
- the test shall be continued for a time period of 3 min.

NOTE 2 Due to the inherent design of the AOPDDR, for example, the opto-mechanical construction, it may be necessary to carry out an extra series of measurements at additional distances.

NOTE 3 Diagnosis and configuration tools (for example, software) belonging to the AOPDDR may be used for these measurements.

5.2.1.2.2 Influence of incandescent light

The influence of incandescent light on the integrity of the detection capability shall be tested using the configuration shown in Figures 4 or 5. When testing according to Figure 4, measurement values are required to verify the integrity of the detection capability. When testing according to Figure 5, the ESPE shall stay in the OFF-state during the test sequence.

The measurement of the light intensity shall be carried out at the optical window of the AOPDDR when testing with an operating distance of 1,0 m. When testing at the maximum operating distance, the measurement of the light intensity shall be carried out in the detection plane at a distance of 1,0 m from the test piece towards the AOPDDR. The interfering light shall be directed along the optical axis of one or more receiving element(s). The test for the influence of incandescent light on the integrity of the detection capability (measurement accuracy) shall be performed as follows:

- The light intensity shall be as close as possible to a maximum value of 3 000 lx consistent with the AOPDDR remaining in normal operation;

- If the highest level of direct illumination with which the AOPDDR remains in normal operation is below 1 500 lx, an additional test shall be carried out with light being reflected to the AOPDDR by an object measuring 0,5 m × 0,5 m and having a diffuse reflective surface. The object shall be located outside the detection zone and the tolerance zone. The coefficient of diffuse reflection of the object used for this test shall be greater than 80 % in the range of wavelengths used by the AOPDDR and in the range used for the measurement of intensity. The light intensity for this additional test shall be as close as possible to a maximum value of 3 000 lx consistent with the AOPDDR remaining in normal operation

NOTE The relative position of the interfering light source, the test piece and the AOPDDR may affect the detection capability. For example, loss of detection capability due to the existence of a recovery time may be revealed when scanning the test piece immediately after the interfering light source (see Figures 4 and 5).

5.2.1.2.3 Influence of incandescent light reflected by the background

The influence on the integrity of the detection capability by incandescent light reflected by the background shall be tested using the configuration shown in Figure 6. The test shall be performed at the maximum intensity level at which the AOPDDR remains in normal operation. This intensity level shall be a minimum of 1 500 lx. When the AOPDDR remains in normal operation above 3 000 lx the test level shall be 3 000 lx. The measurement of the intensity of reflected light shall be carried out in the detection plane on the axis of the test piece.

Both tests on the influence of incandescent light on the integrity of the detection capability (measurement accuracy) shall be performed under the following conditions:

- the light shall be generated by the incandescent light source as described in 5.4.6.2;
- the light source shall be located outside the detection zone and the tolerance zone;
- the light shall be directed as close as possible to the detection plane.

5.2.1.2.4 Influence of stroboscopic light

The influence of stroboscopic light on the integrity of the detection capability shall be tested using the configuration shown in Figures 7 or 8. When testing according to Figure 7, measurement values are required to verify the integrity of the detection capability. When testing according to Figure 8, the ESPE shall stay in the OFF-state during the test sequence. The tests shall be carried out with the flash rate of the stroboscopic source increasing linearly from 5 Hz to 200 Hz over a time period of 3 min. The position of the flash tube shall be fixed during the tests.

The test of the influence of stroboscopic light on the integrity of the detection capability shall be performed under the following conditions:

- the light shall be generated by the stroboscopic light source described in 5.4.6.2;
- the light source shall be placed 3,0 m from the test piece as shown in Figures 7 and 8. If the AOPDDR does not remain in normal operation, the light source shall be moved further away until normal operation resumes;
- the light source shall be located outside the detection zone and the tolerance zone;
- the light shall be directed as close as possible to the detection plane.

5.2.1.3 Endurance test of the detection capability

It shall be verified that the detection capability is maintained by carrying out an endurance test as follows. The results of the analysis and testing according to 5.2.1.2 shall be used to determine the worst-case conditions and the appropriate test piece (see 4.2.13) to use for this test.

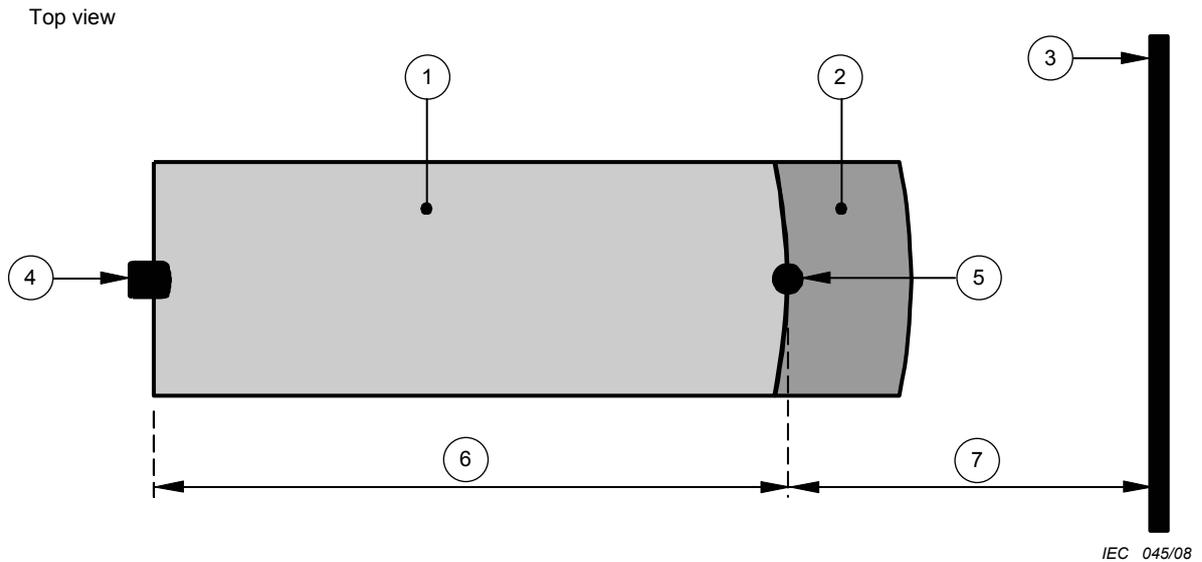
A limited functional test B (B test) in accordance with 5.2.3.3 of IEC 61496-1 shall be carried out with the ESPE in continuous operation under the worst-case conditions determined. The test piece shall be placed in a worst-case position and left in this position for a time period

of 150 h.

If there is more than one worst-case position, the test shall be carried out for each position of the test piece. The possibility of zone(s) with limited detection capability shall be taken into account.

NOTE 1 Changes may be made to both hardware and software (if applicable) to simulate worst-case conditions.

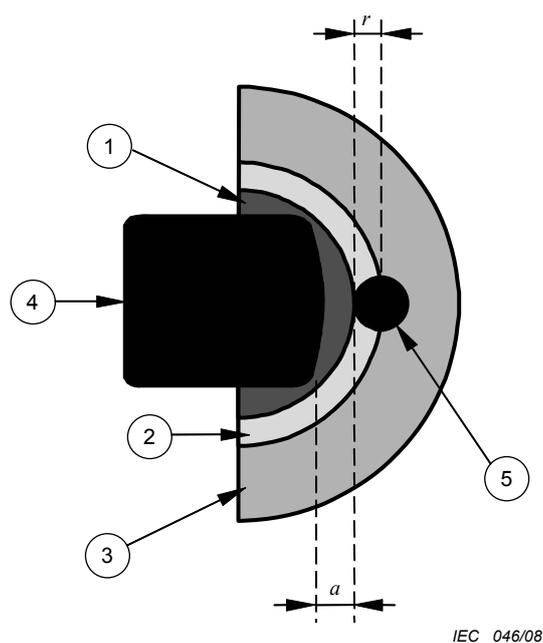
NOTE 2 Examples of test configurations are given in Figures 11 and 12.



Key

- 1 Configured detection zone
- 2 Tolerance zone
- 3 Background with worst-case reflectance (if background interferes with measurement values).
- 4 AOPDDR with, for example, maximum undetected homogeneous and spot-like pollution on the optical window and maximum degeneration by ageing of components, etc.
- 5 Test piece; the black test piece will lead to a lower signal-noise-ratio (S/N) than the white test piece.
- 6 Maximum range of the detection zone
- 7 Depends on the design of the AOPDDR

Figure 11 – Configuration for the endurance test – Example 1



Key

- 1 Zone with limited detection capability
- 2 Configured detection zone
- 3 Tolerance zone
- 4 AOPDDR with, for example, maximum undetected homogeneous and spot-like pollution on the optical window and maximum degeneration by ageing of components, etc.
- 5 Test piece; the black test piece will lead to a lower signal-noise-ratio (S/N) than the white test piece.

NOTE 1 $a \leq 50$ mm according to 4.1.4

NOTE 2 $r =$ test piece radius

Figure 12 – Configuration for the endurance test – Example 2

5.2.3 Limited functional tests

5.2.3.1 General

Addition:

Unless otherwise stated in this part, either of the test pieces according to 4.2.13.2 or 4.2.13.3 shall be used for the limited functional tests.

Additional functional tests:

5.2.9 Test pieces for type testing

The stated reflectivity values of the test pieces shall be verified by inspection of the supplier's declaration (based on test results) or by measurement. Other test pieces may be used, providing they meet the relevant requirements of this standard.

5.2.10 Ranging accuracy

The supplier's calculations for determining the ranging accuracy and the tolerance zone shall be verified for correctness and validity by comparison with the results of the measurements of the detection capability according to 5.2.1.

5.2.11 Scanning geometry, scanning frequency and response time

The requirements relating to the scanning geometry and scanning frequency shall be verified by analysis and/or measurement. The calculation of the response time shall be verified by analysis, including speed, worst-case direction and scanning principle. Additional static and dynamic measurements shall be performed when necessary.

5.2.12 Wavelength

The transmitted wavelength shall be verified either by inspection of the device data sheet or by measurement.

5.2.13 Radiation intensity

The radiation intensity shall be verified by measurement according to IEC 60825-1 and inspection of the supplier's declaration. The marking as a class 1 laser shall be verified for correctness.

5.2.14 Mechanical construction

The requirements of 4.2.16 shall be verified by inspection.

5.3 Performance testing under fault conditions

5.3.2 Type 1 ESPE

This subclause of part 1 is not applicable.

5.3.3 Type 2 ESPE

This subclause of part 1 is not applicable.

5.3.4 Type 3 ESPE

Addition:

It shall be verified that the drift or ageing of components that influence the detection capability will lead to an OFF-state of the OSSDs within a time period of 5 s according to 4.3.10.

5.3.5 Type 4 ESPE

This subclause of part 1 is not applicable.

5.4 Environmental tests

5.4.2 Ambient temperature variation and humidity

Addition:

The ESPE shall be subjected to the following condensing test:

- the ESPE shall be supplied with its rated voltage and stored in a test chamber at an ambient temperature of 5 °C for 1 h;

- the ambient temperature and the humidity shall be changed within a time period of up to 2 min to a temperature of (25 ± 5) °C and a relative humidity of (70 ± 5) %;
- a C-test shall be performed with a duration of 10 min using the black test piece (see 4.2.13.2);
- if a restart interlock is available it shall not be operational during the C-test;
- to verify the stated detection capability of the ESPE during the C-test, either
 - a) the ESPE shall be operated with a detection zone set up as described in 5.1.1.2 and a distance between the AOPDDR and the test piece axis of 1,0 m; or
 - b) measurement values shall be used for verification.

5.4.4.1 Vibration

Addition:

At the end of the tests, the AOPDDR shall be inspected for the absence of damage including displacement and/or cracks of the optical window. It shall be verified by test that the detection zone has not changed in detection plane orientation, size or position.

5.4.4.2 Bump

Addition:

At the end of the tests the AOPDDR shall be inspected for the absence of damage including displacement and/or cracks of the optical window. It shall be verified by test that the detection zone has not changed in detection plane orientation, size or position.

Additional environmental tests:

5.4.4.3 Change of temperature

The ESPE shall be subjected to a test Na according to IEC 60068-2-14 using the following relevant values and conditions:

- low temperature T_A : -25 °C;
- high temperature T_B : 70 °C;
- four cycles;
- ESPE not energized during the temperature cycles;
- duration t_1 : 60 min;
- following the test, the AOPDDR shall be inspected for absence of damage including displacement and/or cracks of the optical window;
- a B test shall be carried out in the test environment according to 5.1.2.1 of IEC 61496-1 to verify that the ESPE is capable of continuing in normal operation.

5.4.4.4 Hammer tests

5.4.4.4.1 General

The ESPE shall be subjected to tests according to IEC 60068-2-75 using the following values and conditions:

- three impacts;
- mounting by its normal means on a rigid plane support;
- no initial measurements;

- attitude such that the impacts will be directed at the centre of the optical window in the detection plane;
- ESPE not energized during the impacts.

The test of 5.4.4.4.2 shall be carried out after the change-of-temperature test of 5.4.4.3 has been completed and before the test of 5.4.5. The test of 5.4.4.4.3 shall be carried out after the test of 5.4.5 has been completed.

5.4.4.4.2 Normal operation

To test that the ESPE is capable of continuing in normal operation after the impacts according to IEC 60068-2-75, the following values and conditions shall be used:

- impact energy of 0,5 J;
- following the test, the AOPDDR shall be inspected and shall not have any displacement or cracks of the optical window;
- a B test shall be carried out placing the test piece at each position where the stated detection capability might be reduced by the impacts.

5.4.4.4.3 Fail to danger

To test that the ESPE will not fail to danger after the impacts according to IEC 60068-2-75, the following values and conditions shall be used:

- impact energy of 2,0 J;
- following the test, the AOPDDR shall be inspected for displacement and/or cracks of the optical window;
- a C test shall be carried out placing the test piece at each position where the stated detection capability might be reduced by the impacts.

5.4.5 Enclosures

Replacement:

The requirements of 4.3.4 of this standard for degrees of protection shall be tested in accordance with IEC 60529 after the tests of 5.4.4 (excluding 5.4.4.4.3) have been completed. The remaining requirements shall be verified by inspection.

Additional environmental tests:

5.4.6 Light interference on AOPDDR receiving elements and other optical components

5.4.6.1 General

Tests for the effect of light interference on AOPDDR receiving elements and other optical components described in 5.4.6.4, 5.4.6.5 and 5.4.6.6 shall be carried out under the following general conditions unless otherwise stated:

- the light source shall be located outside the detection zone and the tolerance zone;
- the light shall be directed as close as possible to the detection plane;
- the interfering light shall be directed along the optical axis of one or more receiving elements;
- the measurement of light intensity shall be carried out in the plane of the housing of the AOPDDR.

The test arrangement used shall be compatible with the characteristic of the AOPDDR under test. A suitable test arrangement for the test of the light interference on AOPDDR receiving

elements is shown in Figure 9. All tests shall be carried out with the black test piece (see 4.2.13.2). During the B tests and C tests, the test piece shall be introduced into the detection zone in such a manner that the interfering light is not interrupted. The test piece shall then be moved at an approximate speed of 0,1 m/s throughout the detection zone at a uniform distance from the AOPDDR.

The tests described in 5.4.6.4.3, 5.4.6.4.4, 5.4.6.5.4, 5.4.6.5.5 and 5.4.6.6.3 shall only be carried out if the AOPDDR contains optical components, other than those necessary for the sensing function or measurement of distance, which may be influenced by interfering light. The tests shall be carried out using a test arrangement comparable to Figure 9. Analysis of the characteristics and the intended function of the other optical components shall be carried out to determine if additions to, or combinations of, test conditions are required in order to detect possible failure to danger of the ESPE (for example, to verify the absence of failure to danger of the ESPE due to pollution monitoring means in the presence of light interference).

NOTE Other optical components may include the following: emitters, receivers, reflectors, lenses, etc., provided within the AOPDDR.

Table 2 gives an overview of the light interference tests.

Table 2 – Overview of light interference tests

Sub-clause	Test related to	Light source	Intensity value lux	Measuring position	Figure	Test sequence	Remarks
5.2.1.2.2	Measurement accuracy	Incandescent	$E \leq 3\,000$ ¹⁾	See 5.2.1.2.2	4 or 5	–	Figure 4 may be used for an AOPDDR that provides measurement values; additional tests with reflected light may be required (see 5.2.1.2.2)
5.2.1.2.3			$1\,500 \leq E \leq 3\,000$ ¹⁾	In plane of test piece	6	–	Light reflected by background
5.2.1.2.4		Stroboscopic	-		7 or 8	–	Figure 7 may be used for an AOPDDR that provides measurement values
5.4.6.4.1	Normal operation	Incandescent	1 500	In front of AOPDDR receiver	9	1	Additional tests a) and b) of 5.4.6.4.1 may be required
5.4.6.4.2	Failure to danger		3 000			2	Additional tests a) and b) of 5.4.6.4.2 may be required
5.4.6.4.3	Normal operation		1 500	In front of "other" receiver	–	1	2)
5.4.6.4.4	Failure to danger		3 000		–	2	2)
5.4.6.5.2	Normal operation	Fluorescent	–	–	9	1	Minimum detection zone, detection zone + tolerance zone $\geq 0,2$ m
5.4.6.5.3	Failure to danger		–			–	2
5.4.6.5.4	Normal operation		–	–	–	1	2) Minimum detection zone, detection zone + tolerance zone $\geq 0,2$ m
5.4.6.5.5	Failure to danger		–	–	–	2	2) Test piece at distance of the maximum detection zone
5.4.6.6.2	Failure to danger	Stroboscopic	–	–	9	3	
5.4.6.6.3					–		2)
5.4.6.7.2	Normal operation	Identical AOPDDR	–	–	10	–	Not necessary if mounting is restricted/A test without test piece
5.4.6.7.3	Failure to danger		–	–		–	No ON-state of OSSDs
5.4.6.8.2	Failure to danger	Flashing beacon	–	–	9	3	
5.4.6.8.3					–		2)
1) Maximum intensity at which the AOPDDR remains in normal operation. 2) Test of interference on other optical components.							

5.4.6.2 Light sources

The light sources shall be as follows.

a) **Incandescent light source:** a linear tungsten halogen (quartz) lamp with the following characteristics:

- colour temperature: 3 000 K to 3 200 K;
- rated input power: 500 W to 1 kW;
- rated voltage: any value within the range 100 V to 250 V;
- supply voltage: rated voltage ± 2 %, sinusoidal a.c. at 48 Hz to 62 Hz;
- nominal length: 150 mm to 250 mm.

The lamp shall be mounted in a parabolic reflector of minimum dimensions 200 mm \times 150 mm, having a diffuse reflective surface and a reflectance that is uniform within ± 5 % over the wavelength range 400 nm to 1 500 nm.

NOTE 1 This source produces a beam of near-uniform intensity with known spectral distribution and having a predictable modulation at twice the supply frequency. It is used to simulate both sunlight and workplace incandescent lighting.

b) **Fluorescent light source:** a linear fluorescent tube with the following characteristics:

- size: T8 \times 1 200 mm (25 mm nominal diameter);
- rated power: 30 W to 40 W;
- colour temperature: 5 000 K to 6 000 K;

used in combination with an electronic ballast having the following characteristics:

- operating frequency: 30 kHz to 40 kHz;
- power rating corresponding to the tube;

and operated at its rated power supply voltage ± 2 %, without a reflector or diffuser.

NOTE 2 Other fluorescent light sources having, for example electronic ballasts with an operating frequency other than that specified may lead to different test results. Therefore, the use of other types of fluorescent light sources or a light source generator simulating the effects of different fluorescent light sources should be considered for testing.

c) **Flashing beacon light source:** a light source employing a xenon flash tube (without enclosure, reflector or filter) having the following characteristics:

- flash duration: from 40 μ s to 120 μ s (measured to the half-intensity point);
- flash frequency: 0,5 Hz to 2 Hz;
- input energy per flash: 3 J to 5 J;

d) **Stroboscopic light source:** a stroboscope employing a xenon flash tube (without enclosure, reflector or filter) having the following characteristics:

- flash duration: from 5 μ s to 30 μ s (measured to the half-intensity point);
- flash frequency: 5 Hz to 200 Hz (adjustable range);
- input energy per flash: 0,05 J (at 200 Hz) to 0,5 J (at 5 Hz).

5.4.6.3 Test sequences

Test sequence 1:

- a) ESPE in normal operation
- b) Switch on interfering light
- c) B test

- d) Switch off the ESPE for a time period of 5 s. Restore power. Reset start interlock if fitted.
- e) B test
- f) Switch off interfering light
- g) B test

Test sequence 2:

- a) ESPE in normal operation
- b) Switch on interfering light
- c) C tests repetitively for a time period of 1 min
- d) Switch off the AOPDDR for a time period of 5 s. Restore power. Reset start interlock if fitted.
- e) C tests repetitively for a time period of 1 min
- f) Switch off interfering light
- g) C tests repetitively for a time period of 1 min

Test sequence 3:

- a) ESPE in normal operation
- b) Switch on interfering light
- c) C tests repetitively for a time period of 3 min

5.4.6.4 Light interference – Incandescent light

5.4.6.4.1 Normal operation – Interference on AOPDDR receiving elements

The ESPE shall be subjected to a test using test sequence 1 of 5.4.6.3 with the incandescent light source of 5.4.6.2 producing a light intensity of $1\ 500\ \text{lx} \pm 10\ %$. The ESPE shall not go to the ON-state when the test sequence requires it to be in the OFF-state. If the ESPE goes to the OFF-state when the test sequence requires it to be in the ON-state, the additional tests of a) and b) shall be performed.

- a) The ESPE shall continue in normal operation during the test sequence 1 of 5.4.6.3, using the incandescent light source of 5.4.6.2. The light source shall be located as close as possible to the detection plane without being detected by the ESPE and the distance between the ESPE and the light source shall be the minimum distance at which the ESPE is able to pass an A test. If the intensity measured in front of the AOPDDR receiver is less than $1\ 500\ \text{lx}$, then the accompanying documents shall contain instructions regarding the avoidance of interference by incandescent light sources (see Clause 7, item ppp)).
- b) The ESPE shall continue in normal operation during the test sequence 1 of 5.4.6.3 using the incandescent light source of 5.4.6.2. The light source shall be located in the detection plane and the distance between the ESPE and the light source shall be the minimum distance at which the ESPE is able to pass an A test. If the intensity measured in front of the AOPDDR receiver is less than $1\ 500\ \text{lx}$, then the accompanying documents shall contain instructions regarding the avoidance of interference by incandescent light sources (see Clause 7, item ppp)).

5.4.6.4.2 Failure to danger – Interference on AOPDDR receiving elements

There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 2 of 5.4.6.3 using the incandescent light source of 5.4.6.2 producing a light intensity of $3\ 000\ \text{lx} \pm 10\ %$. If the light source is inside the detection zone or tolerance zone for this test, the additional tests of a) and b) shall be performed.

- a) There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 2 of 5.4.6.3 using the incandescent light source of 5.4.6.2 producing a light intensity of $3\ 000\ \text{lx} \pm 10\ %$. The light

source shall be located as close as possible to the detection plane without being detected by the ESPE.

- b) There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 2 of 5.4.6.3 using the incandescent light source of 5.4.6.2. The light source shall be placed in the detection plane outside the detection zone and the tolerance zone, but close to the border of the tolerance zone. The C tests shall be carried out with the axis of the test piece placed on the furthest boundary of the detection zone.

5.4.6.4.3 Normal operation – Interference on other optical components

The ESPE shall continue in normal operation during test sequence 1 of 5.4.6.3 using the incandescent light source of 5.4.6.2 producing a light intensity of $1\,500\text{ lx} \pm 10\%$.

5.4.6.4.4 Failure to danger – Interference on other optical components

There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 2 of 5.4.6.3 using the incandescent light source of 5.4.6.2 producing a light intensity of $3\,000\text{ lx} \pm 10\%$.

5.4.6.5 Light interference – Fluorescent light

5.4.6.5.1 General

This test shall be performed with three variations, using light from the centre and light from each end (anode and cathode areas) of the tube.

NOTE One aim of the test using the fluorescent light source is to check the susceptibility of the AOPDDR to high frequency optical radiation.

5.4.6.5.2 Normal operation – Interference on AOPDDR receiving elements

The test shall be carried out with the minimum detection zone possible, but the range of detection zone plus tolerance zone shall be $\geq 0,2\text{ m}$. The ESPE shall continue in normal operation during test sequence 1 of 5.4.6.3 using the fluorescent light source of 5.4.6.2 placed outside the detection zone and the tolerance zone, but close to the border of the tolerance zone.

5.4.6.5.3 Failure to danger – Interference on AOPDDR receiving elements

The test shall be carried out with the maximum detection zone possible. There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 2 of 5.4.6.3 using the fluorescent light source of 5.4.6.2 placed at a distance of $0,2\text{ m}$ from the housing of the AOPDDR in the detection plane(s). The C tests shall be carried out with the axis of the test piece placed on the furthest boundary of the detection zone.

NOTE The lamp body may be detected as an object during this test.

5.4.6.5.4 Normal operation – Interference on other optical components

The test shall be carried out with the minimum detection zone possible, but the range of detection zone plus tolerance zone shall be $\geq 0,2\text{ m}$. The ESPE shall continue in normal operation during test sequence 1 of 5.4.6.3 using the fluorescent light source of 5.4.6.2 placed at a distance of $0,2\text{ m}$ from the housing of the AOPDDR in the plane(s) where other optical components can be influenced by light interference. If this plane coincides with, or meets, the detection plane of the AOPDDR, the fluorescent light source shall be placed as close as possible but $\geq 0,2\text{ m}$, so that the body of the lamp is not detected.

5.4.6.5.5 Failure to danger – Interference on other optical components

The test shall be carried out with the maximum detection zone. There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 2 of 5.4.6.3 using the fluorescent light source of 5.4.6.2 placed at a distance of $0,2\text{ m}$ to the housing of the AOPDDR in the plane(s) where other

optical components can be influenced by light interference. The C tests shall be carried out with the axis of the test piece placed on the furthest boundary of the detection zone.

NOTE The lamp body may be detected as an object during this test.

5.4.6.6 Light interference – Stroboscopic light

5.4.6.6.1 General

The tests shall be performed with the flash rate of the stroboscopic source increased linearly from 5 Hz to 200 Hz over a time period of 3 min. The required C tests shall be continuously repeated during this period of time. The C tests shall be carried out with the axis of the test piece placed on the furthest boundary of the detection zone. The position of the flash tube shall be fixed during the tests.

5.4.6.6.2 Failure to danger – Interference on AOPDDR receiving elements

There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 3 of 5.4.6.3 using the stroboscopic light source of 5.4.6.2 placed at a distance of 3,0 m from the housing of the AOPDDR in the detection plane(s).

5.4.6.6.3 Failure to danger – Interference on other optical components

There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 3 of 5.4.6.3 using the stroboscopic light source of 5.4.6.2 placed at a distance of 3,0 m from the housing of the AOPDDR in the plane(s) where other optical components can be influenced by light interference.

5.4.6.7 Light interference by an emitting element of identical design

5.4.6.7.1 General

In order to test for interference between AOPDDRs of identical design, two devices shall be mounted in a position and angle representative of the worst-case conditions as determined by analysis. A possible configuration for this test is shown in Figure 10.

NOTE 1 For the test of 5.4.6.7.3, the worst-case conditions for this test may include maximum detection zones, opposite mounting orientation of the AOPDDRs and positioning the test piece just beside the beam centre lines as shown in Figure 10.

NOTE 2 For the tests of 5.4.6.7.2 and 5.4.6.7.3 an exact positioning of the devices under test is required in such a way that the emitter beam(s) of one AOPDDR is (are) directed exactly to the receiving element(s) of the other AOPDDR. An infrared camera may be used for exact positioning.

5.4.6.7.2 Normal operation

The information for use may contain instructions regarding the avoidance of interference between two or more AOPDDRs of identical design (for example, by special mounting). If no mounting restrictions are given by the supplier for the AOPDDR, an A test shall be carried out with both ESPEs for a time period of 4 h when radiation from the emitting element(s) of an AOPDDR of identical design is directed towards the receiving element(s) of the other AOPDDR according to Figure 10, without the test piece.

5.4.6.7.3 Failure to danger

There shall be no failure to danger of the ESPE when radiation from the emitting element(s) of an AOPDDR of identical design is directed towards the receiving element(s) of the other AOPDDR according to Figure 10. This test shall be carried out for both ESPEs for a time period of 4 h. None of the devices under test shall go to the ON-state.

5.4.6.8 Light interference – Flashing beacon

5.4.6.8.1 General

The position of the flashing beacon shall be fixed during the tests. The required C tests shall be carried out with the axis of the test piece placed on the furthest boundary of the detection zone.

5.4.6.8.2 Failure to danger – Interference on AOPDDR receiving elements

There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 3 of 5.4.6.3 using the flashing beacon of 5.4.6.2 placed at a distance of 3,0 m from the housing of the AOPDDR in the detection plane(s).

5.4.6.8.3 Failure to danger – Interference on other optical components

There shall be no failure to danger of the ESPE during test sequence 3 of 5.4.6.3 using the flashing beacon of 5.4.6.2 placed at a distance of 3,0 m from the housing of the AOPDDR in the plane(s) where other optical components can be influenced by light interference.

5.4.7 Pollution interference

5.4.7.1 General

Immunity against pollution interference shall be tested by carrying out tests simulating spot-like pollution and homogeneous pollution. The tests listed in 5.4.7.2 and 5.4.7.3 may not be sufficient to cover all possible designs of pollution monitoring means. In such cases, additional analysis and tests shall be carried out to verify the stated detection capability. As an example, it may be required to consider the variation of the reflectivity of a reference object or the transmission capability of optical components. Special attention shall be paid to the influence of temperature on the pollution monitoring means.

5.4.7.2 Pollution test with opaque test spot

Immunity against spot-like pollution shall be tested as follows:

- Spot-like pollution shall be simulated by using circular opaque test spots of three different diameters:
 - half diameter of the emitter beam (average) in the plane of the housing;
 - half diameter of the receiver beam (average) in the plane of the housing;
 - 10 mm.
- The coefficient of diffuse reflection of the test spots at the emitter beam wavelength shall be within the range of 18 % to 22 %.
- During the test the spots shall be placed at any position relevant to the detection capability of the AOPDDR.
- Test whether the simulated spot-like pollution will lead to an OFF-state of the OSSDs within a time period of 5 s or does not reduce the stated detection capability.
- Tests shall be carried out to verify that when simulated pollution leads to an OFF-state of the OSSDs, actuation of the restart interlock (if applicable) or a new power-up does not lead to an ON-state of the OSSDs. If a restart interlock is fitted, the OSSDs shall stay in the OFF-state when the simulated pollution is removed.

NOTE 1 For the purposes of this standard, the diameter of a Gaussian laser beam is defined by the $1/e^2$ intensity levels.

NOTE 2 For the purposes of this standard, the diameter of the receiver beam is defined by the aperture of the receiver optic in the plane of the optical window.

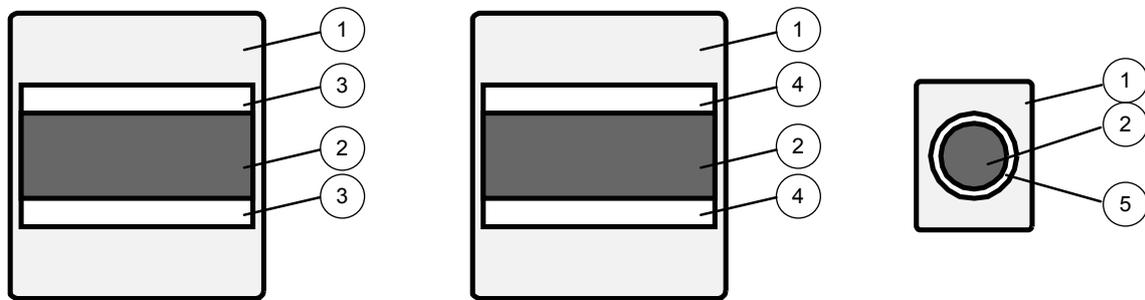
5.4.7.3 Test of homogeneous pollution of the emitter and receiver beam area(s)

Immunity against homogeneous pollution shall be tested as follows:

- Homogeneous pollution shall be simulated by using a grey, half-tone foil with a line frequency greater than four lines per millimetre. Reflections produced by such a foil shall not influence the test results.
- For an AOPDDR having a curved optical window, the foil shall cover a 45° arc of the emitter and receiver beam area(s) of the optical window of the housing. For an AOPDDR having an optical window with a flat characteristic, the foil shall cover 25 % of the emitter and receiver beam area(s) of the optical window of the housing but, as a minimum, shall cover the size of a receiver beam in the plane of the housing.
- During the test the foil shall be placed in any position within the emitter and receiver beam area(s) relevant to the detection capability of the AOPDDR. See Figure 13b for more details.
- Test whether simulated homogeneous pollution outside the limits specified by the supplier will lead to an OFF-state of the OSSDs within a time period of 5 s.
- Test whether the AOPDDR continues in normal operation when the received signal energy of the detection system is attenuated up to 30 % by simulated homogeneous pollution.
- Tests shall be carried out to verify that when simulated pollution leads to an OFF-state of the OSSDs, actuation of the restart interlock (if applicable) or a new power-up does not lead to an ON-state of the OSSDs. If a restart interlock is fitted, the OSSDs shall stay in the OFF-state when the simulated pollution is removed.

NOTE 1 Equivalent materials for the simulation of homogeneous pollution, for example powder, can be used.

NOTE 2 In certain applications, for example, in a dusty environment, the rate of accumulation of pollution on the optical window of the AOPDDR may be influenced by the mounting position and orientation of the AOPDDR.

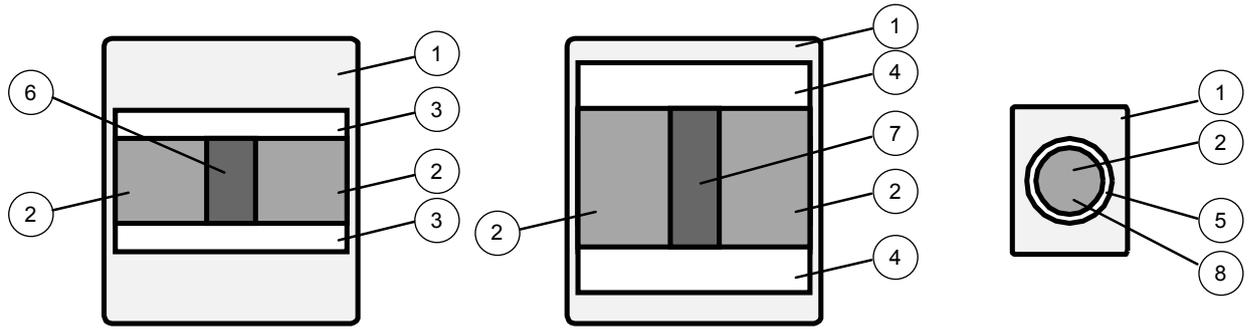


IEC 047/08

Key

- 1 AOPDDR (front view)
- 2 Transmitter and receiver beam area of the optical window
- 3 Curved optical window
- 4 Flat optical window
- 5 Optical window of similar size to receiver beam

Figure 13a – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows without foil for simulation of homogeneous pollution



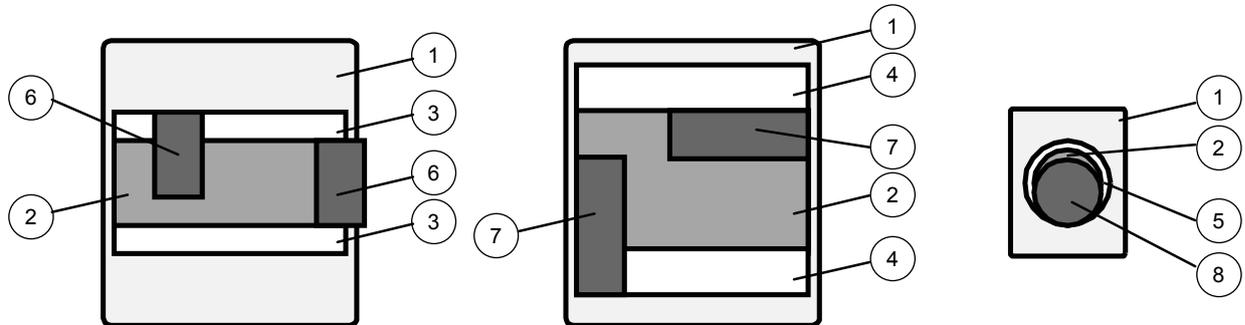
IEC 048/08

Key

- 1 AOPDDR (front view)
- 2 Transmitter and receiver beam area of the optical window
- 3 Curved optical window
- 4 Flat optical window
- 5 Optical window of similar size to receiver beam
- 6 45° foil
- 7 25 % foil
- 8 Minimum foil

NOTE Figure 13b shows the positioning of the foil used to simulate homogeneous pollution.

Figure 13b – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows – Examples of correct positions of the foil



IEC 049/08

Key

- 1 AOPDDR (front view)
- 2 Transmitter and receiver beam area of the optical window
- 3 Curved optical window
- 4 Flat optical window
- 5 Optical window of similar size to receiver beam
- 6 45° foil at incorrect position
- 7 25 % foil at incorrect position
- 8 Minimum foil at incorrect position

Figure 13c – Examples of different designs of AOPDDR housings and optical windows – Examples of incorrect positions of the foil

Figure 13 – Test of homogeneous pollution

5.4.8 Background interference

If the measurements within the detection zone can be influenced by the background, the supplier shall identify the worst-case conditions regarding background interference.

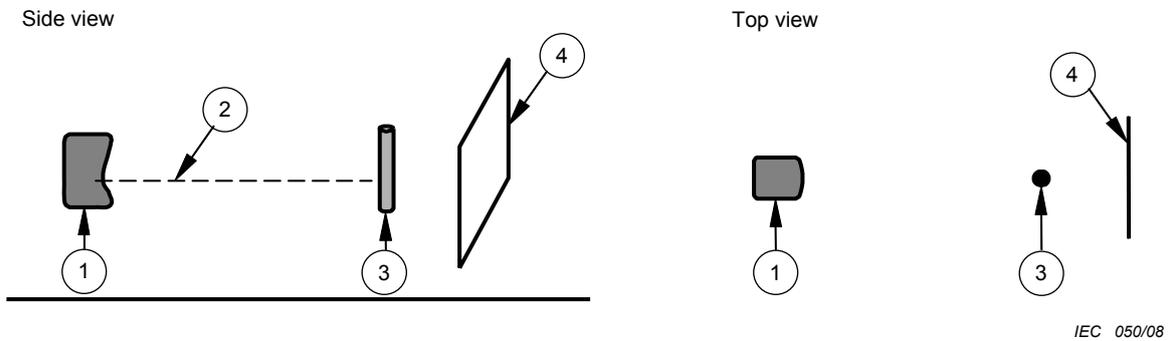
The test covering background interference on the detection capability shall be carried out according to 5.2.1.2 and table 1, using the following background:

- a) a corner cube reflector with a coefficient of reflection $\geq 3\ 300\ \text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$;
- b) a diffuse reflector with a coefficient of reflection of 1,8 % to 5 %;
- c) other relevant background material having a reflectivity between a) and b), if such a background is expected to have a greater influence on the detection capability.

The worst-case distance between test piece and background shall be determined by measurement.

If the supplier specifies the maximum reflectivity that is monitored by the AOPDDR, a test shall be carried out to verify that the reflectivity of a background that exceeds the specified maximum reflectivity leads to an OFF-state of the OSSDs within the specified response time. In this case, the background interference test according to a) above shall be carried out with the specified maximum reflectivity with the OSSDs remaining in the ON-state when the detection zone is not penetrated, instead of testing with a corner cube reflector.

NOTE Figure 14 shows a possible configuration for the tests of 5.4.8.



Key

- 1 AOPDDR
- 2 Detection plane
- 3 Test piece
- 4 Background (size determined by worst-case conditions)

Figure 14 – Influence on detection capability by background

5.4.9 Manual interference

5.4.9.1 Tests with opaque test spots

Immunity against manual interference shall be tested as follows:

- Spot-like manual interference shall be simulated by using two circular opaque test spots of 15 mm diameter. The first shall have a coefficient of diffuse reflection from 18 % to 22 % at

the emitter beam wavelength. The second shall be a corner cube reflector with a coefficient of reflection $\geq 3 \text{ 300 cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.

- During both tests the spots shall be placed on the optical window and, where appropriate, within the zone(s) with limited detection capability at any position relevant to the detection capability of the AOPDDR (see 4.1.4).
- Tests shall be carried out to verify that simulated manual interference either leads to an OFF-state of the OSSDs within a time period of 5 s or the stated response time for application according to Clause A.12 or Clause A.13 or does not reduce the stated detection capability.
- Tests shall be carried out to verify that when simulated manual interference leads to an OFF-state of the OSSDs, actuation of the restart interlock (if applicable) or a new power-up does not lead to an ON-state of the OSSDs. If a restart interlock is fitted, the OSSDs shall stay in the OFF-state when the simulated manual interference is removed.

The second test shall be carried out with a test spot of lower reflectivity if the device is designed as described in the last paragraph of 5.4.8. The test spot shall have the maximum reflectance with the AOPDDR remaining in normal operation.

NOTE 1 These tests simulate manual interference by small objects such as adhesive tape or cigarette lighters.

NOTE 2 The test for pollution interference with the opaque test spot according to 5.4.7.2 also serves to test for immunity against manual interference.

5.4.9.2 Manual interference test with AOPDDR covered

Tests for immunity against coverage shall be performed as follows:

- The materials used for coverage shall have a reflectivity as defined for the black test piece, the white test piece and the retro-reflective test piece (see 4.2.13).
- The test shall be performed using the materials defined above within the zone(s) with limited detection capability (see 4.1.4) by covering either:
 - 90° arc of the optical window of the housing for an AOPDDR having a curved optical window; or
 - 50 % of the optical window of the housing for an AOPDDR having an optical window with a flat characteristic, providing that at least one receiver beam is covered.
- The test shall be performed in the following sequence:
 - a) AOPDDR in normal operation.
 - b) Switch off the AOPDDR. Introduce the materials used for the coverage. Restore power. Reset start interlock if fitted.
 - c) The OSSDs shall stay in the OFF-state at least until the coverage is removed.
 - d) Remove the coverage. Reset start interlock if fitted.
 - e) Introduce the materials used for the coverage.
 - f) Verify that the OSSDs go to the OFF-state within a time period of 5 s or the stated response time for application according to A.12 or A.13 and remain in the OFF-state.
- Additional tests by covering greater angles or areas than those defined above shall be carried out if it is likely that such coverage may not be detected.

5.4.10 Optical shadowing within the detection zone

Immunity against optical shadowing within the detection zone shall be tested as follows:

- The object used for simulating optical shadowing shall be a cylinder with a minimum effective length of 0,3 m. The surface of the test piece shall have a coefficient of diffuse reflection from 18 % to 22 % at the emitter beam wavelength.

- During the test the shadowing object shall be used normal to the plane of the AOPDDR detection zone.
- The diameter of the shadowing object shall be 5 mm unless determined otherwise by the analysis of 4.3.9.
- The detection zone shall be set to maximum, when applicable.
- The test shall be carried out by placing the shadowing object in the detection zone as near as possible to the AOPDDR with the OSSDs in the ON-state.
- The black test piece (see 4.2.13.2) shall be used for the B-tests to be performed.
- B-tests shall be performed to verify that the stated detection capability is maintained in the presence of optical shadowing. The black test piece shall be moved through the optical shadow of the shadowing object as close as possible to the shadowing object and at the stated maximum detection distance.
- Additional tests shall be carried out when the analysis of 4.3.9 shows that the following can affect the immunity to optical shadowing:
 - distances between the AOPDDR and the shadowing object other than those stated above;
 - dimensions of the detection zone other than the maximum;
 - other distances between the shadowing object and the test piece;
 - different diameters of the shadowing object at different distances from the AOPDDR;
 - different positions of the shadowing object in front of the AOPDDR (for example, different angles); and/or
 - more than one shadowing object.

6 Marking for identification and for safe use

6.1 General

Addition:

- k) indication of the plane of detection;
- l) indication of the axis of the detection zone origin.

The markings required by 6.1 b), c) and d) of IEC 61496-1 and 6.1 l) may alternatively be given in the accompanying documents.

7 Accompanying documents

The clause of part 1 is applicable except as follows:

Addition:

The accompanying documents shall contain the following information where applicable:

- aaa) Application examples showing the tolerance zone(s).
- bbb) Dimensions of maximum and minimum detection zone(s) and tolerance zone(s) together with information about the detection zone origin (see also Figure 1) for the determination of the detection range.
- ccc) Information about the minimum required distance between the border of a detection zone and the surrounding environment without detecting, for example, walls or parts of machines in order to guarantee reliability in operation.
- ddd) Instructions for setting the detection zone(s) including consideration of the tolerance zone(s) and details on other optional functions of the AOPDDR, described in Annex A of this part if these options are available. A clear statement shall be given when a zone(s)

- is described, whether its description is related to the detection zone(s) as defined in 3.4 or the combination of the detection zone(s) and the tolerance zone(s).
- eee) Instructions that the AOPDDR shall not be used as a trip device using whole-body detection in applications where the angle of the approach exceeds $\pm 30^\circ$ to the detection plane if the requirements of Clause A.12 are not met, and shall not be used for the detection of parts of a body in applications where the angle of the approach exceeds $\pm 30^\circ$ to the detection plane if the requirements of Clause A.13 are not met.
 - fff) Information about the behaviour of the AOPDDR in the presence of smoke and specular reflections.
 - ggg) Information on how the detection capability may be affected if the AOPDDR is used within an additional housing. For example, additional housings may have an influence on the detection capability and the detection zone.
 - hhh) If appropriate for the application(s), an indication on the floor of the detection zone should be recommended.
 - iii) Instructions on how to document on paper the setting of the detection zone(s) together with date, serial number of the AOPDDR and identification of the person responsible.
 - jjj) Mounting restrictions according to 4.3.5 and 5.4.6.7.2 if the AOPDDR can be influenced during normal operation by an AOPDDR of identical design.
 - kkk) Information concerning external influences which may not be covered by this standard and which may decrease the stated detection capability. Examples may include weld splatter, infra-red remote control devices, different fluorescent and stroboscopic light sources, snow, rain, pollution and thermal convection.
 - lll) Information concerning the need to check periodically the optical window(s) for damage (depending on the application).
 - mmm) Information concerning the need to check periodically the mounting of the AOPDDR for correctness and to check for possible misalignment of the detection zone(s) (depending on the application).
 - nnn) Information regarding the measures to be taken to avoid possible effects from laser radiation, if applicable.
 - ooo) Information as required by 4.1.4 if the AOPDDR possesses a zone(s) with limited detection capability.
 - ppp) Information regarding the avoidance of interference by incandescent light sources when required by 5.4.6.4.1 b). This information shall contain examples of light sources which may affect the AOPDDR in use and appropriate distances between the AOPDDR and these light sources.
 - qqq) Information regarding the maximum speed in the worst-case direction within the detection zone of the AOPDDR of an object having the minimum detectable size (see 4.2.12.3).
 - rrr) Information that an AOPDDR having a stated detection capability greater than 117 mm shall not be used for direction of approach parallel to the detection zone according to ISO 13855 (EN 999), 6.2.

Annex A (normative)

Optional functions of the ESPE

Annex A of part 1 applies except as follows.

Deletion:

Clause A.8 does not apply.

Additional optional functions:

A.9 Setting the detection zone and/or other safety-related parameters

A.9.1 Functional requirements

The setting of the detection zone and/or other safety-related parameters shall not be possible without using a tool. This tool can be for example a password protected software configuration program.

If the setting is carried out using a personal computer or equivalent fitted with untested dedicated hardware and/or software, a special procedure shall be used for setting the detection zone. This procedure shall be in accordance with corresponding computer standards (see also 4.2.11 of IEC 61496-1). It shall only be possible to configure a detection zone by using software supplied by the supplier of the AOPDDR.

The procedure shall include confirmation of input parameters to the AOPDDR by retransmitting these input parameters to the configuration unit (for example, a personal computer) and subsequent confirmation by the user.

This configuration procedure shall be used for all safety-related settings, for example, the setting of the response time.

NOTE The setting of safety-related parameters should only be performed by qualified persons.

A.9.2 Verification

The setting of a detection zone or other safety-relevant parameter(s) shall be verified as follows:

- a) verification of the correct setting function(s) for each configuration parameter (minimum, maximum and representative values);

NOTE The possibility of differences between the detection zone as displayed on the screen of a configuration tool (for example, a personal computer) and the actual detection zone of the AOPDDR should be taken into account.

- b) verification that the configuration parameters are checked for plausibility, for example by use of invalid values, etc.;
- c) verification that the access to, and methods of, configuration by the user are in accordance with the requirements of corresponding standards (see, for example, 4.2.11 of IEC 61496-1, or other relevant standards);

- d) verification in the case of detection zones that can be varied in size during operation, that the data/signals for determining the size of a detection zone are generated and processed in such a way that a single fault shall not lead to a loss of the safety function. Verification that such a single fault is detected and causes the OSSDs to remain in the OFF-state or to go to the OFF-state within the response time of the AOPDDR.

A.10 Selection of multiple detection zones

A.10.1 Functional requirements

If an AOPDDR has more than one safety-related detection zone, a single fault shall not lead to an unintended change from one selected zone to another zone. In cases where a single fault which does not cause a failure to danger of the AOPDDR is not detected, the occurrence of further faults internal to the AOPDDR shall not cause a failure to danger.

NOTE 1 Where the input signals are derived from device(s) external to the AOPDDR, this device(s) should meet the relevant requirements of other appropriate standards (for example ISO 13849-1, IEC 61508, IEC 62061).

Single faults that prevent an intended change from one selected zone to another or prevent the activation of an additional safety-related detection zone shall cause the AOPDDR to go to a lock-out condition when a demand requires an activation of another zone or an activation of an additional zone. The specified response time(s) shall be maintained in this case.

NOTE 2 It is possible that each zone has a different response time as specified by the manufacturer.

If a detection zone is changed in size on-line for example by external inputs, the same requirement applies.

The activation of the detection zones shall be monitored by the AOPDDR. The user shall have the possibility to configure the sequence of activation of the detection zones which is monitored by the AOPDDR. If an incorrect sequence of activation of the detection zones is detected, the AOPDDR shall respond by going to a lock-out condition.

NOTE 3 The automatic selection of safety-related detection zones is not a muting function (as described in Clause A.7 of IEC 61496-1).

A.10.2 Verification

The functional requirements for the selection of multiple detection zones shall be verified as follows.

- a) Verification that a single fault does not lead to an unintended change from one selected zone to another zone. Verification that a single fault does not prevent an intended change from one selected zone to another or prevent the activation of an additional safety-related detection zone. Verification that further faults will not lead to a failure to danger shall be carried out according to 5.3.4.
- b) Verification that common-mode failures cannot lead to a deactivation or variation of the detection zones.
- c) Verification that the specified response time of the AOPDDR is maintained in the case of switching between different detection zones.
- d) Verification that the user has the possibility to configure the sequence of activation of the detection zones which is monitored by the AOPDDR.
- e) Verification that the AOPDDR goes to the lock-out condition when the sequence of activation differs from that configured by the user.

NOTE It is necessary to consider that persons may already be within the detection zone at the moment of switching between different detection zones.

A.11 Automatic setting of detection zones

A.11.1 Functional requirements

If the AOPDDR has the possibility to automatically set the detection zone(s), the setting of the detection zone shall be valid only after being verified by penetrating all segments of the detection zone at least once in a corridor with a maximum width of 0,75 m along the border of the detection zone. The corridor shall be inside the detection zone.

The automatic setting of a detection zone shall not be possible without using a tool. This tool can be, for example, a password protected software configuration program.

When determining the ranging accuracy of an automatically set detection zone, all conditions as listed in this part shall be taken into account, especially environmental interferences.

A.11.2 Verification

The functional requirements for automatically setting a detection zone shall be verified by the following tests:

- a) tests according to A.9.2 a), b) and c);
- b) test whether the requirements for an automatically set detection zone are met by penetrating all segments of the detection zone at least once in a corridor with a maximum of 0,75 m along the border of the detection zone;
- c) verification that a tool (for example, a password protected software configuration program) is necessary to enable automatic setting of a detection zone.

A.12 AOPDDR for use as trip device using whole-body detection with normal approach

A.12.1 Functional requirements

If the AOPDDR is to be used in applications where the angle of the approach exceeds $\pm 30^\circ$ to the detection plane, the AOPDDR shall have a facility for reference boundary monitoring.

NOTE 1 Reference boundary monitoring requires a comparison of the reference distance and the distance measured by the AOPDDR. The reference distance is the real distance between the AOPDDR and a boundary (for example a wall). To stay in the ON-state the AOPDDR measurement values have to be in the range of the boundary plus/minus the value of the tolerance zone, see also Figure BB.6.

The OSSDs shall go to the OFF-state if the distance measurement value exceeds the sum of the distance to the reference boundary and the value of the tolerance zone.

AOPDDRs intended for use as a whole-body trip device with normal approach shall have a stated detection capability not exceeding 200 mm. If the reference boundary is the edge of the safeguarded aperture as shown in Figure A.1, the tolerance zone shall not exceed 100 mm, see also dimension "a" in Figure A.1. The value of "b" shown in Figure A.1 shall be small enough to guarantee detection of the test piece.

If the tolerance zone exceeds 100 mm an overlap "o" as shown in Figure A.2 is necessary. The dimension of "o" shall be calculated as follows:

$$o \geq (2 \times TZ) - d$$

where

TZ is the value of the tolerance zone;

d is the stated detection capability ($d \leq 200$ mm).

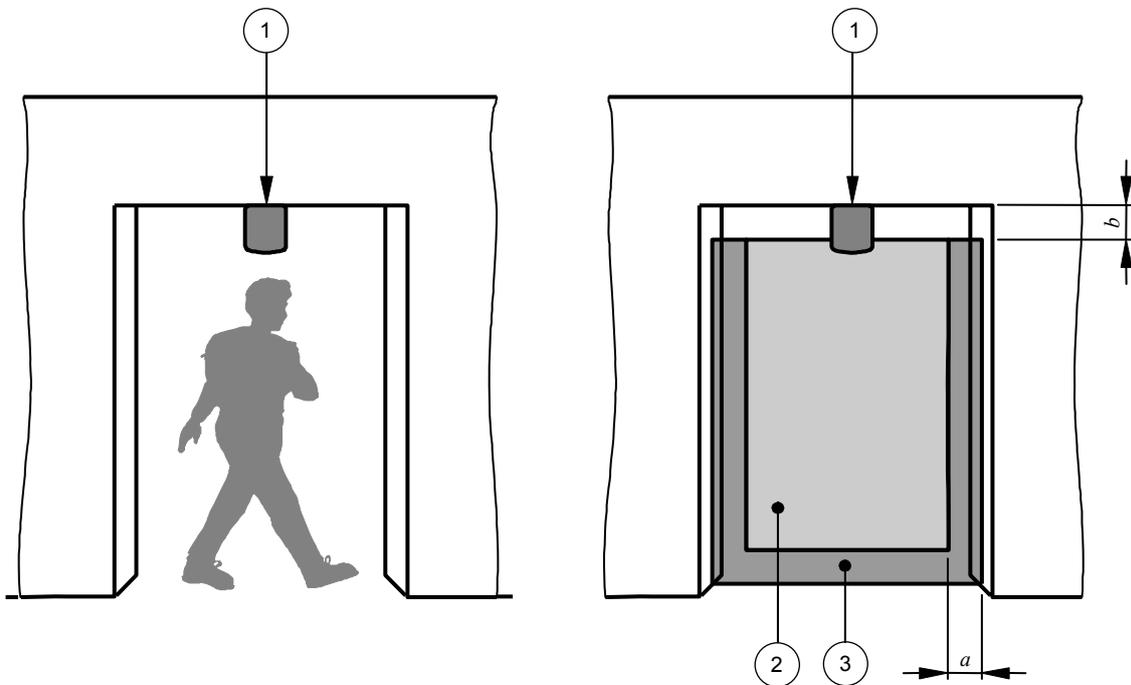
NOTE 2 The purpose of this requirement is to ensure that persons cannot pass undetected through the edge of the detection zone.

The sensing device of an AOPDDR shall be actuated and the OSSDs shall go to the OFF-state when a test piece in accordance with 4.2.13 is moving through the detection zone such that the direction of movement and the axis of the cylinder are normal to the plane of the detection zone, at a speed of 1,6 m/s. Where the supplier states that an AOPDDR can be used to detect objects moving at speeds greater than 1,6 m/s, this requirement shall be met at the stated maximum speed.

NOTE 3 The purpose of this requirement is to ensure that the OSSDs go to the OFF-state when a person or part of a person passes through the detection zone.

When the OSSD(s) go to the OFF-state, they shall remain in the OFF-state while the test piece is present in the detection zone or for at least 80 ms, whichever is greater.

NOTE 4 The purpose of this requirement is to ensure that when the OSSDs go to the OFF-state they remain off long enough that a restart interlock can take place.

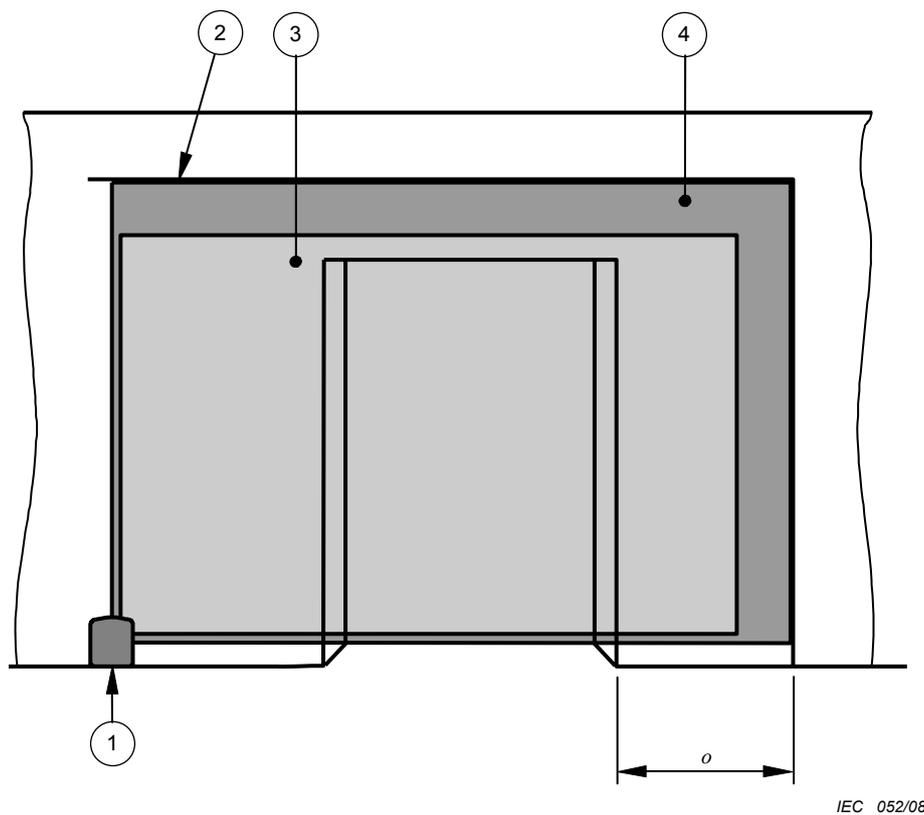


IEC 051/08

Key

- 1 AOPDDR
- 2 Detection zone
- 3 Tolerance zone

Figure A.1 – Use of an AOPDDR as a whole-body trip device – Example 1



IEC 052/08

Key

- 1 AOPDDR
- 2 Reference boundary
- 3 Detection zone
- 4 Tolerance zone

Figure A.2 – Use of an AOPDDR as a whole-body trip device – Example 2

A.12.2 Verification

Verify that:

- a) the accompanying documents contain the information necessary to enable compliance of the installation to the requirements of A.12.1;
- b) the OSSDs go to the OFF-state if the distance measurement value exceeds the sum of the distance to the reference boundary and the value of the tolerance zone;
- c) the stated detection capability does not exceed 200 mm;
- d) the accompanying documents contain the information necessary to ensure that persons cannot pass undetected through the edge of the detection zone if the tolerance zone exceeds 100 mm;
- e) when a test piece(s) (having a length of 150 mm) is moved through the detection zone at 1,6 m/s such that the direction of movement and the axis of the test piece are normal to the detection plane, at the extremities of the detection zone (for example at each corner) and in any other position that is considered critical as a result of the analysis in 5.2.1.2.1 the OSSDs go to the OFF-state. When the OSSDs go to the OFF-state they shall remain in the OFF-state while the test piece is present in the detection zone or for at least 80 ms which ever is greater.

A.13 AOPDDR used for the detection of parts of a body with normal approach

A.13.1 Functional requirements

If the AOPDDR is to be used in applications where the angle of the approach exceeds $\pm 30^\circ$ to the detection plane, the AOPDDR shall have a facility for reference boundary monitoring. It shall not be possible to access the hazardous zone unless the detection zone is continuously penetrated.

NOTE 1 Reference boundary monitoring requires a comparison of the reference distance and the distance measured by the AOPDDR. The reference distance is the real distance between the AOPDDR and a boundary (for example a wall). To stay in the ON-state the AOPDDR measurement values have to be in the range of the boundary plus/minus the value of the tolerance zone.

The OSSDs shall go to the OFF-state if the distance measurement value exceeds the sum of the distance to the reference boundary and the value of the tolerance zone.

AOPDDRs intended for the detection of parts of a body with normal approach shall have a stated detection capability in the range from 30 mm to 70 mm. If the reference boundary is the edge of the safeguarded aperture as shown in Figure A.3, the tolerance zone should not exceed half of the stated detection capability, see also dimension "a" in Figure A.3. The value of "b" shown in Figure A.3 shall be small enough to guarantee detection of the test piece.

If the tolerance zone exceeds half of the stated detection capability an overlap "o" as shown in Figure A.4 is necessary. The dimension of "o" shall be calculated as follows:

$$o \geq (2 \times TZ) - d$$

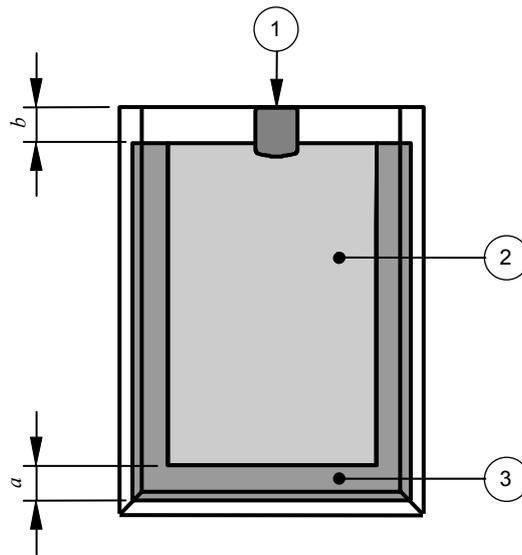
where

TZ is the value of the tolerance zone;

d is the stated detection capability ($30 \text{ mm} \leq d \leq 70 \text{ mm}$).

NOTE 2 The purpose of this requirement is to ensure that parts of a body cannot intrude undetected at the edge of the detection zone.

When the OSSD(s) go to the OFF-state, they shall remain in the OFF-state while the test piece is present in the detection zone.

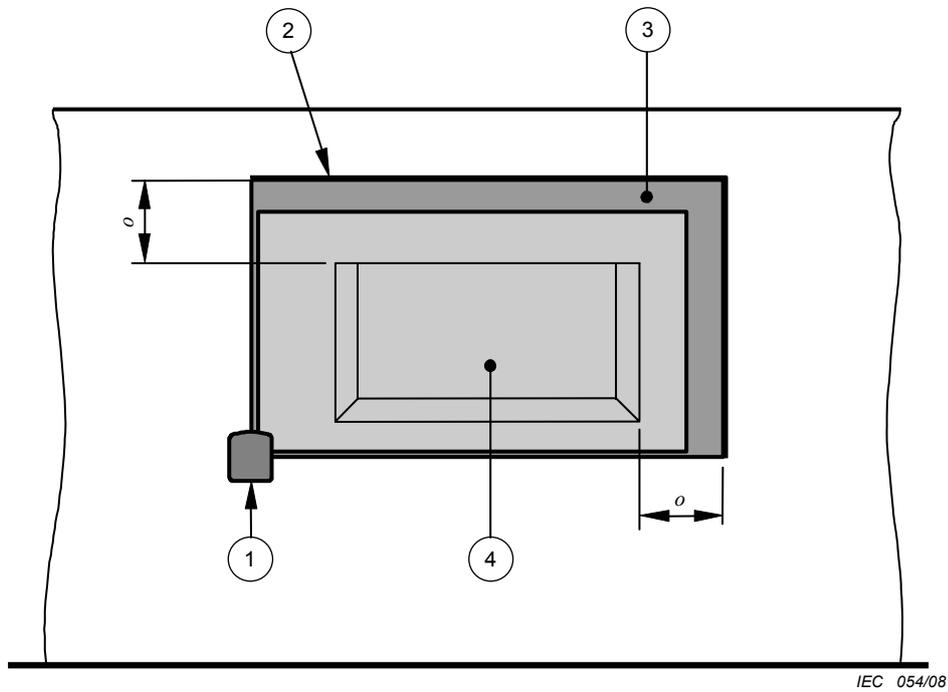


IEC 053/08

Key

- 1 AOPDDR
- 2 Detection zone
- 3 Tolerance zone

Figure A.3 – Use of an AOPDDR as parts of a body trip device – Example 1



IEC 054/08

Key

- 1 AOPDDR
- 2 Reference boundary
- 3 Tolerance zone
- 4 Detection zone

Figure A.4 – Use of an AOPDDR as parts of a body trip device – Example 2

A.13.2 Verification

Verify that:

- a) the accompanying documents contain the information necessary to enable compliance of the installation to the requirements of A.13.1;
- b) the OSSDs go to the OFF-state if the distance measurement value exceeds the sum of the distance to the reference boundary and the value of the tolerance zone;
- c) the stated detection capability is in the range from 30 mm to 70 mm;
- d) the accompanying documents contain the information necessary to ensure that parts of a body cannot intrude undetected at the edge of the detection zone if the tolerance zone exceeds half of the stated detection capability;
- e) while a test piece is present in the detection zone the OSSDs go to and remain in the OFF-state.

Annex B
(normative)

**Catalogue of single faults affecting the electrical equipment of
the ESPE, to be applied as specified in 5.3**

Annex B of part 1 is applicable.

Annex AA (informative)

Examples of the use of an AOPDDR in different applications

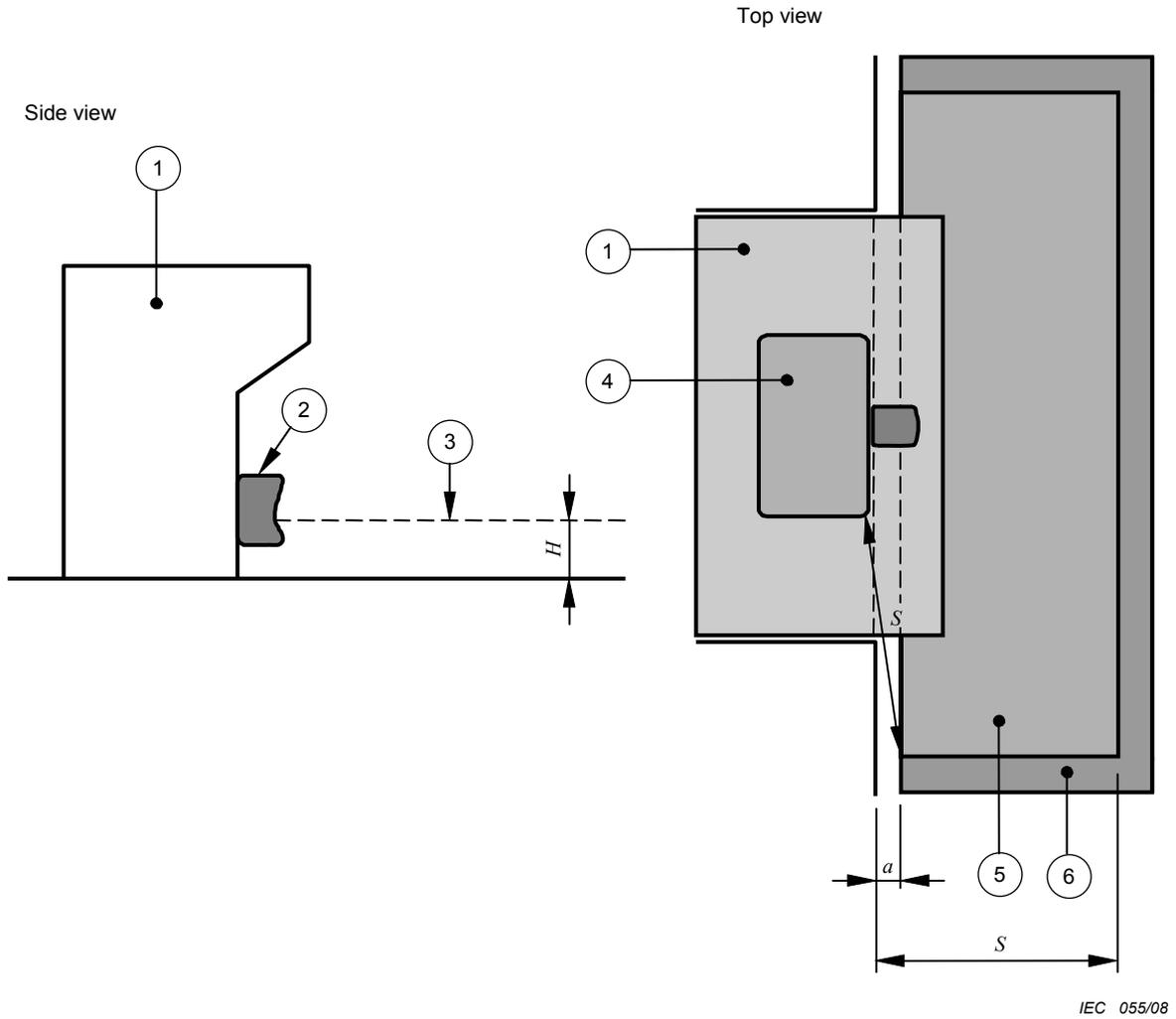
NOTE An International Standard dealing with the application of protective equipment to detect the presence of persons is being developed. IEC 62046/CDV:2006 contains in its Annex E "Additional recommendations for the application of AOPDDRs". It is foreseen that after publication of IEC 62046 as a full standard the related information of Annex AA of this standard will be removed.

AA.1 General

When using an AOPDDR the following points should be taken into account:

- a) Hazards should be identified and a risk assessment should be carried out (see ISO/TR 12100-1 and ISO 14121-1).
- b) A check should be made as to whether the AOPDDR is an appropriate protective device for the application, taking into account existing machinery standards. AOPDDRs as defined in this standard are not suitable for finger protection.
- c) The AOPDDR accompanying documents should be checked as to whether the application requirements can be fulfilled. Special attention should be given to the following:
 - environmental conditions (indoor/outdoor-use, smoke, rain, snow, temperature, etc.);
 - reflectance of objects (for example, detection of objects that generate mirror-like reflections is not guaranteed);
 - background interference;
 - speed of movement of objects or persons;
 - shadow zones (shadow zones occur behind fixed objects. Persons within a shadow zone cannot be detected by an AOPDDR.).
- d) The minimum safety distance should be calculated in accordance with the examples given in this annex and the AOPDDR accompanying documents.
- e) The final installation should be checked to ascertain that access to a hazardous zone without detection by the AOPDDR is not possible.

AA.2 Example of the use of an AOPDDR on machinery



IEC 055/08

Key

- 1 Machinery
- 2 AOPDDR
- 3 Detection plane
- 4 Hazard
- 5 Detection zone
- 6 Tolerance zone

Figure AA.1 – Example of the use of an AOPDDR on machinery

Calculation of the minimum safety distance S should be in accordance with 6.2 of ISO 13855, using the following formula:

$$S = (K \times T) + C$$

$$S = (1\,600 \text{ mm/s} \times T) + (1\,200 \text{ mm} - 0,4 H)$$

$$C_{\min} = 850 \text{ mm}$$

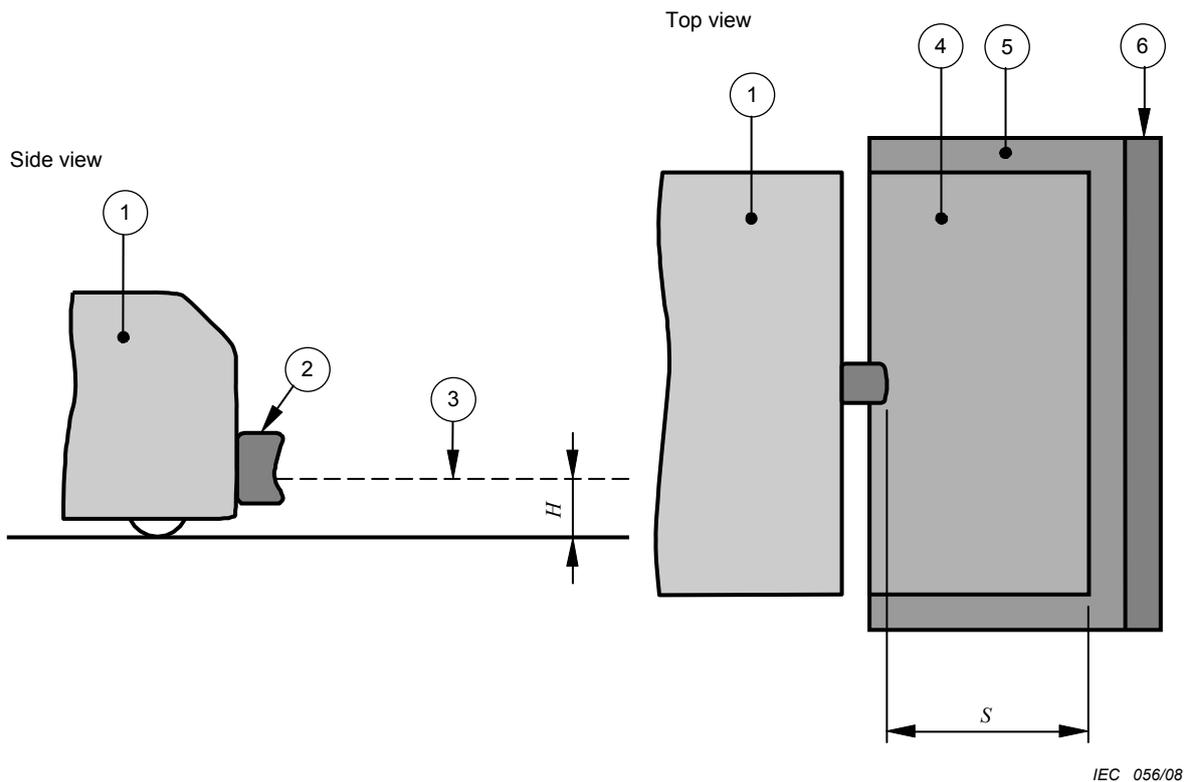
$$H_{\min} = 15 (d - 50 \text{ mm})$$

$$T = T_{\text{AOPDDR}} + T_{\text{MACHINE}}$$

When configuring the detection zone, the value of the tolerance zone should be added to the safety distance S .

The value of " a " should be small enough to guarantee detection of the test piece at distances up to and including S plus the tolerance zone. The diameter of the test piece should be in accordance with the formula $d = H/15 + 50$ mm (see formula 8 of 6.2 of ISO 13855).

AA.3 Example of the use of an AOPDDR on an automatic guided vehicle (AGV)



Key

- 1 AGV
- 2 AOPDDR
- 3 Detection plane
- 4 Detection zone
- 5 Tolerance zone
- 6 Addition to the detection zone

Figure AA.2 – Example of the use of an AOPDDR on an AGV

The determination of the minimum safety distance S should take into account, for example, the maximum speed of the AGV, the AOPDDR response time and the braking distance of the AGV.

The use of an AOPDDR as a protection device for AGVs may require an addition to the detection zone. The value of this addition should be determined by taking into account, for example, the absence of free space in front of the AGV, the speed of movement of a person or the reduced efficiency of the brakes. When setting the detection zone, the values of the

tolerance zone and the required addition to the detection zone should be added to the safety distance S .

The height of the detection plane, H , should be as near as possible to the floor and not higher than 200 mm (see H , Figure AA.2 and EN 1525).

If it is possible for a person to stand between the front of the AGV and the detection zone when the AGV is at rest, then other safety measures should be provided to prevent injury when the AGV starts.

AA.4 Examples of the use of an AOPDDR as a whole-body trip device and as parts of a body trip device

NOTE For examples see Clauses A.12 and A.13.

AA.5 Example for the calculation of the response time of an AOPDDR

Device example:

- scanning AOPDDR with rotating mirror
- mirror rotation frequency 20 Hz ($T = 50$ ms), tolerance ± 4 %
- detection criterion: detection in two consecutive 180°-scans

Calculation of response time:

– two full mirror circulations for detection:	100 ms
– maximum time to finish 180° scan (half circulation):	25 ms
– evaluation time after 180°-scan:	15 ms
– mirror rotating tolerance (4 % of 125 ms):	5 ms
– relay drop-out time of the ESPE:	15 ms
total ESPE response time:	160 ms

NOTE Faults leading to an undetected increase of the relay drop-out time are not taken into account within the calculation. The possibility of an occurrence of such an undetected increase depends on the design.

Annex BB (informative)

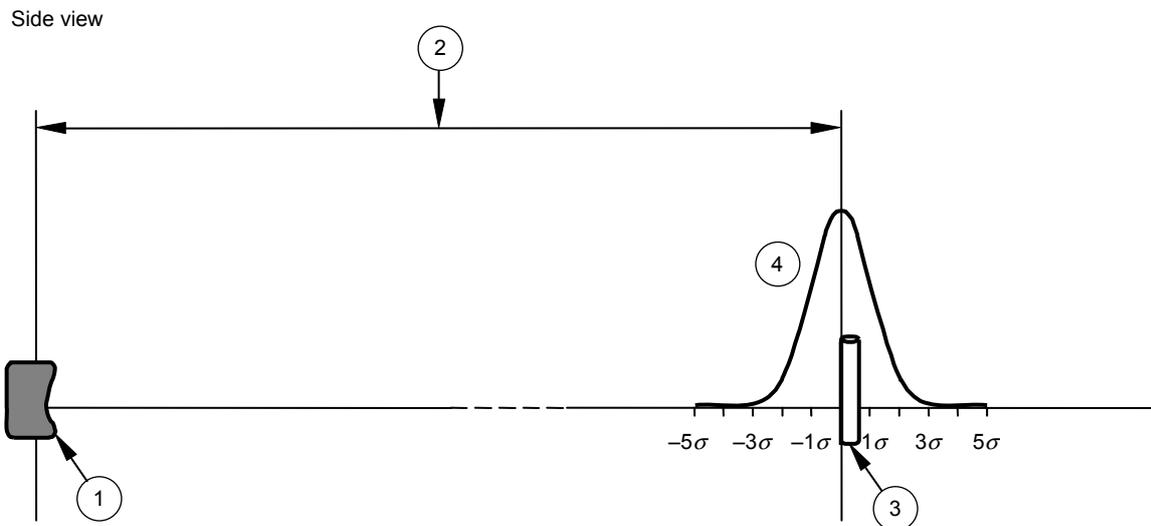
Relationship between ranging accuracy and probability of detection

Probability of detection (POD) as used in this standard is determined by the accuracy of measurement and is not related to the probability of faults. The probability that a test piece placed at the border of the detection zone is measured as being inside the detection zone can be calculated by using the standardized distribution function as follows:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$F = 0,5$$

This calculation is based on the assumption that the measurement values follow a normal (Gaussian) distribution. Figure BB.1 shows the relationship between ranging accuracy and detection zone.



IEC 057/08

Key

- 1 AOPDDR
- 2 Detection zone
- 3 Test piece
- 4 Standardized normal distribution of the measurement values

Figure BB.1 – Relationship between ranging accuracy and detection zone

Without any addition to the detection zone, the probability of detection would be unacceptably low. It is a requirement of this standard that the supplier states this addition which is called the tolerance zone. Figure BB.2, Figure BB.4 and Figure BB.5 show how the required

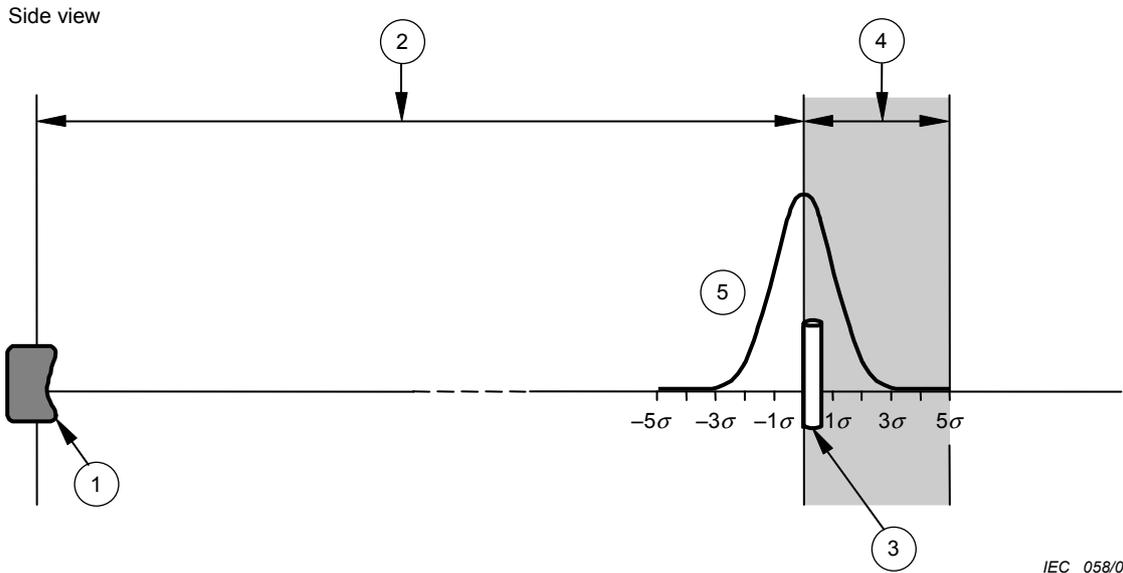
probability of detection is achieved by the addition of this zone. Several different influences contribute to the tolerance zone as defined in this standard. Figure BB.4 and Figure BB.5 show the complete tolerance zone. Figure BB.2 shows only the part that is related to probability. The remainder of the tolerance zone in Figure BB.4 and Figure BB.5 takes into account systematic interferences, etc.

The probability that a test piece placed at the border of the detection zone is measured as being inside the detection zone or in the supplement of 5σ (tolerance zone in Figure BB.2) can be calculated by using the standardized distribution function (i.e. $\sigma = 1$) as follows:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5\sigma} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$F = 1 - 2,9 \times 10^{-7}$$

This calculation is based on the assumption that the measurement values follow a normal (Gaussian) distribution. Figure BB.2 shows the relationship between ranging accuracy, detection zone and that part of the tolerance zone which is related to probability. The test piece as shown in the figure will be measured as inside the detection zone with a probability of 0,5. When configuring the AOPDDR zone, the value of the tolerance zone should be added to the calculated safety distance (detection zone). Then the probability that it will be measured as inside the detection zone or the tolerance zone is $1 - 2,9 \times 10^{-7}$.



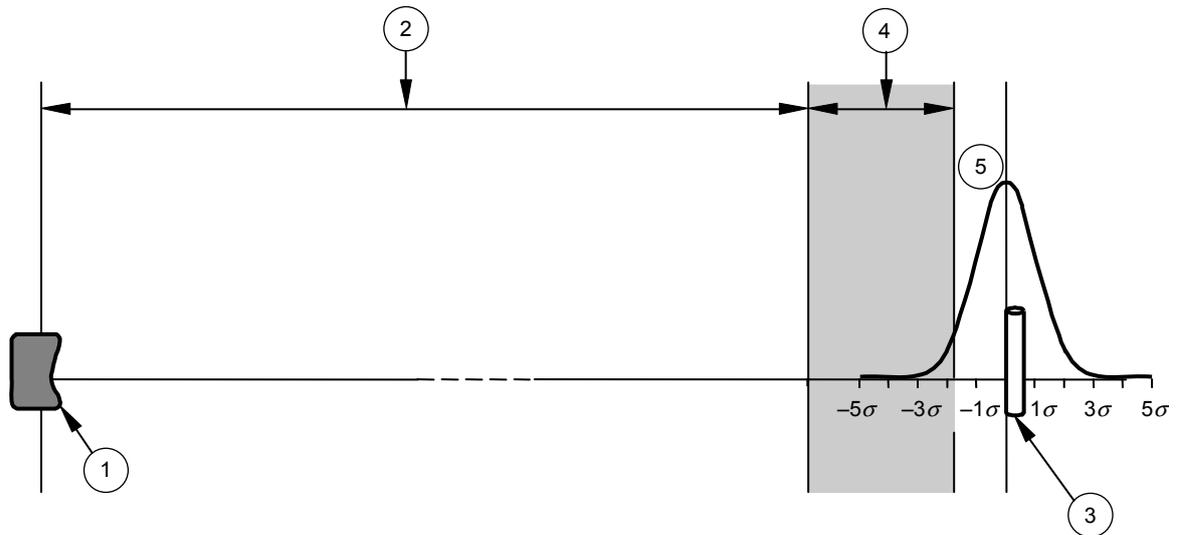
IEC 058/08

Key

- 1 AOPDDR
- 2 Detection zone
- 3 Test piece
- 4 Tolerance zone; this part of the tolerance zone is related to probability
- 5 Standardized normal distribution of the measurement values

Figure BB.2 – Relationship between ranging accuracy, detection zone and the probabilistic part of the tolerance zone – Example 1

Side view



IEC 059/08

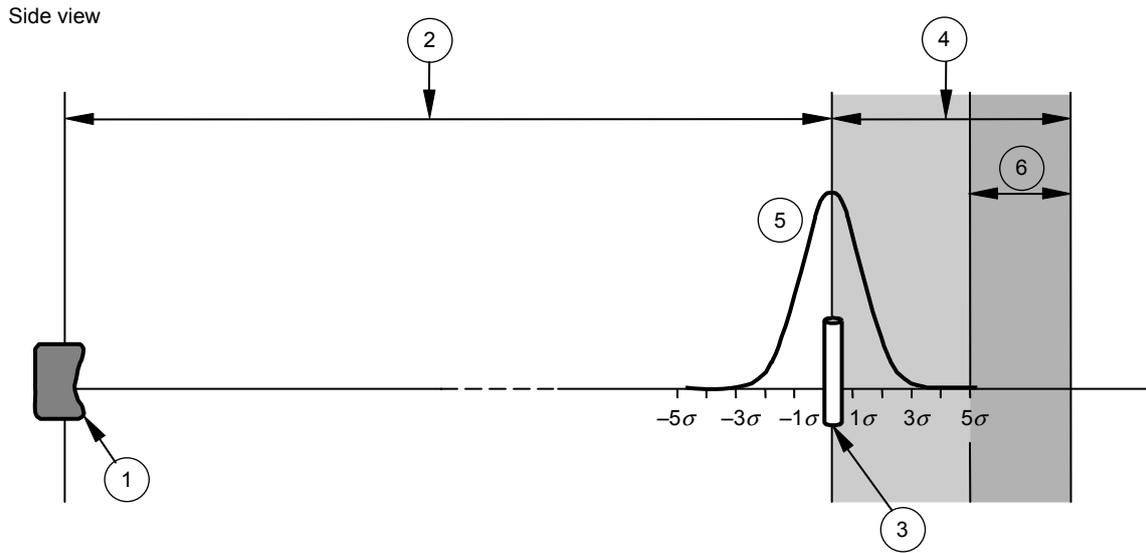
Key

- 1 AOPDDR
- 2 Detection zone
- 3 Test piece
- 4 Tolerance zone; this part of the tolerance zone is related to probability
- 5 Standardized normal distribution of the measurement values

Figure BB.3 – Relationship between ranging accuracy, detection zone and the probabilistic part of the tolerance zone – Example 2

Figure BB.3 shows that a test piece outside the tolerance zone may be measured as inside the tolerance zone. At a position shown in Figure BB.3 the probability that it will be measured as inside the detection zone or the tolerance zone is 0,0228. Due to this, when configuring the detection zone and the tolerance zone, it has to be observed that reliability in operation can only be guaranteed if the outer border of the tolerance zone is far enough away from the surrounding environment, for example walls or machine parts (see also Clause 7 ccc).

The tolerance zone is also affected by influences that are not probabilistic, such as background interference. This part of the tolerance zone should be verified by the tests of 5.3 and 5.4. Figure BB.4 and Figure BB.5 illustrate the complete tolerance zone and show different values for the probabilistic part of the tolerance zone. The value of 5σ depends on the design of the AOPDDR.

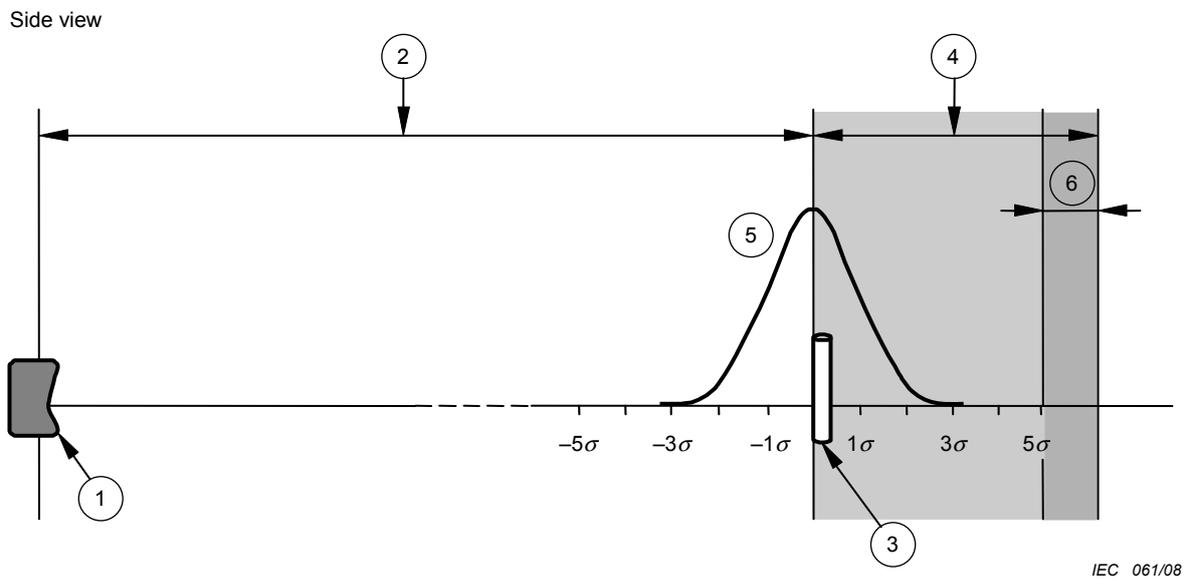


IEC 060/08

Key

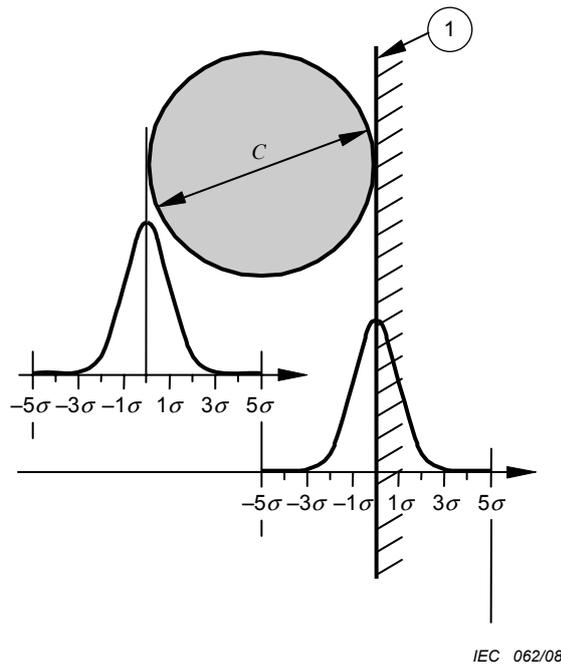
- 1 AOPDDR
- 2 Detection zone
- 3 Test piece
- 4 Tolerance zone
- 5 Standardized normal distribution of the measurement values
- 6 This part of the tolerance zone is related to systematic interferences, measurement resolution, etc.

Figure BB.4 – Relationship between ranging accuracy, detection zone and tolerance zone – Example 1

**Key**

- | | |
|---|--|
| 1 | AOPDDR |
| 2 | Detection zone |
| 3 | Test piece |
| 4 | Tolerance zone |
| 5 | Standardized normal distribution of the measurement values |
| 6 | This part of the tolerance zone is related to systematic interferences, measurement resolution, etc. |

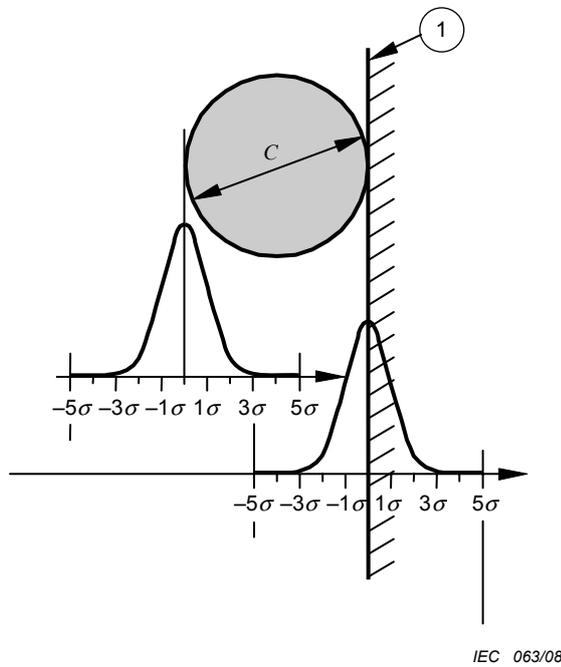
Figure BB.5 – Relationship between ranging accuracy, detection zone and tolerance zone – Example 2



Key

- 1 Reference boundary

Figure BB.6 – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values – Example 1



Key

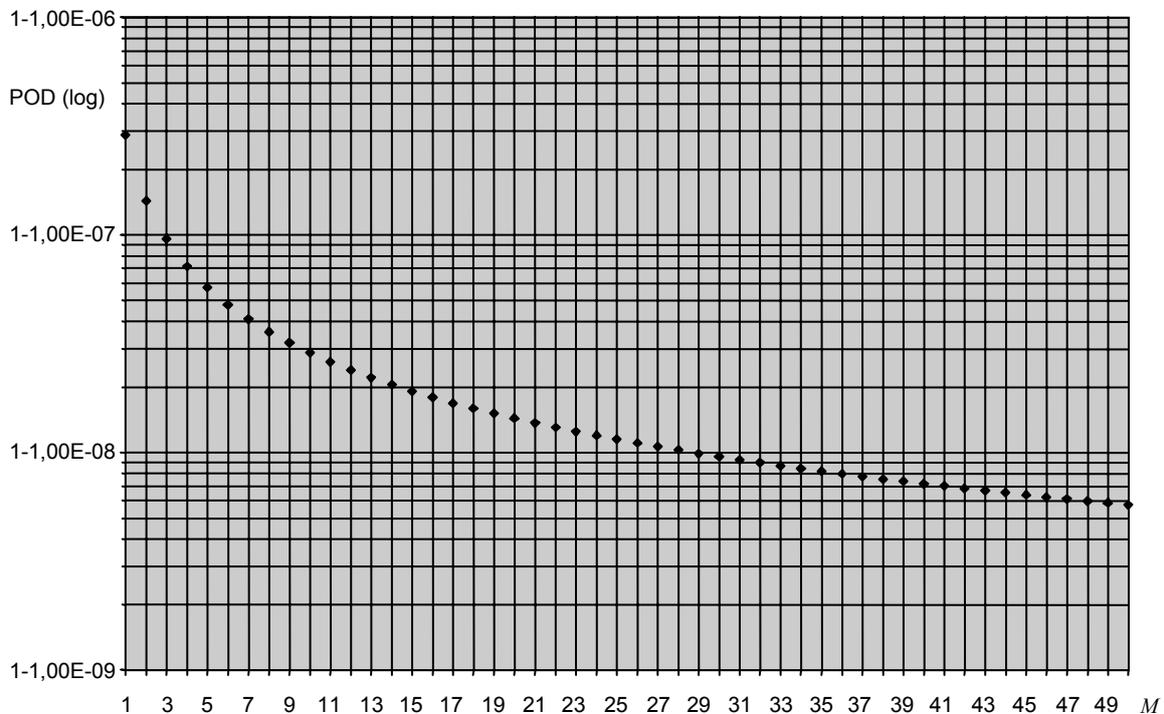
- 1 Reference boundary

Figure BB.7 – Reference boundary monitoring – Distribution of measurement values – Example 2

Subclause A.12.1 describes the use of an AOPDDR as a whole-body trip device and requires that the OSSDs shall go to the OFF-state either if the detection zone is penetrated or if the measurement value exceeds the sum of the distance to the reference boundary and the value of the tolerance zone. Figure BB.6 shows the distribution of measurement values on a reference boundary, for example a wall, and the distribution of measurement values on an object to be detected. With $c \geq d$ the probability that an object is identified as part of the reference boundary is sufficiently low. For objects with $c < d$ Figure BB.7 shows that this object may be identified as part of the reference boundary and may not be detected. For simplification, Figures BB.6 and BB.7 show only the probabilistic aspects of the distribution of measurement values.

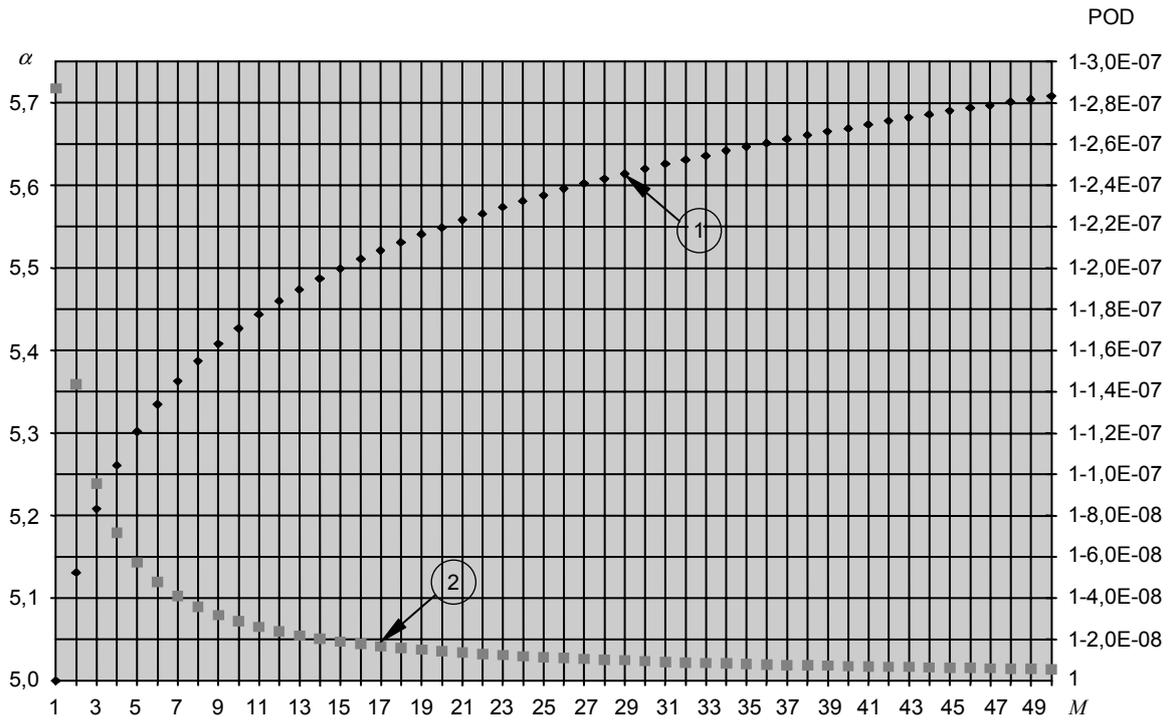
The determination of the required probability of detection is in accordance with IEC 61508-1, Table 3. Considering a factor for the frequency of penetration of the detection zone of 3/h, the probability of non-detection of the specified test pieces within the detection zone(s) is limited to $2,9 \times 10^{-7}$. As shown above, this leads to a supplement of 5σ for the calculation of the tolerance zone.

Figures BB.1 to BB.5 show a static scenario with a single measurement. If an AOPDDR uses a $MooM$ -evaluation with $M > 1$ (for example, 3 out of 3) or a $NooM$ -evaluation with $N < M$ (for example, 2 out of 3) as a detection criterion, the value given for the probability of detection has to be fulfilled. In the case where a $MooM$ -evaluation with $M > 1$ is used, the required probability of detection of a single measurement will be higher than for a 1oo1-evaluation. Figure BB.8 shows the relationship between M and POD of a single measurement in logarithmic terms. Figure BB.9 shows the probability of detection POD of a single measurement and the values for σ based on the assumption that the measurement values follow a normal (Gaussian) distribution.



IEC 064/08

Figure BB.8 – POD of a single measurement (logarithmic) for a $MooM$ -evaluation with $1 \leq M \leq 50$



IEC 065/08

Key

- 1 σ
- 2 POD

Figure BB.9 – 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

Bibliography

Bibliography of part 1 is applicable.

Addition:

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

EN 1525:1997, *Safety of industrial trucks – Driverless trucks and their systems*

NOTE EN 1525 will be replaced by ISO 3691-4-2.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	72
INTRODUCTION	74
1 Domaine d'application	75
2 Références normatives	76
3 Termes et définitions	76
4 Exigences	77
4.1 Exigences fonctionnelles	77
4.2 Exigences de conception	78
4.3 Exigences d'environnement	84
5 Essais	87
5.1 Généralités	87
5.2 Essais fonctionnels	94
5.3 Essai de performance dans des conditions de défaut	101
5.4 Essais d'environnement	101
6 Marquage d'identification de sécurité	116
6.1 Généralités	116
7 Documents d'accompagnement	116
Annexe A (normative) Fonctions optionnelles de l'ESPE	118
Annexe B (normative) Catalogue de défauts simples affectant l'équipement électrique d'un ESPE, à appliquer conformément à 5.3	126
Annexe AA (informative) Exemples de l'utilisation d'un AOPDDR dans différentes applications	127
Annexe BB (informative) Relation entre la précision des mesures et la probabilité de détection	131
Bibliographie	139
Figure 1 – Zone de détection d'un AOPDDR – Exemple 1	80
Figure 2 – Zone de détection d'un AOPDDR – Exemple 2	81
Figure 3 – Réflectivité diffuse minimale de divers matériaux	83
Figure 4 – Influence de la lumière incandescente sur la capacité de détection – Exemple 1	88
Figure 5 – Influence de la lumière incandescente sur la capacité de détection – Exemple 2	89
Figure 6 – Influence de la lumière réfléchiée par l'arrière-plan sur la capacité de détection	90
Figure 7 – Influence de la lumière stroboscopique sur la capacité de détection – Exemple 1	91
Figure 8 – Influence de la lumière stroboscopique sur la capacité de détection – Exemple 2	92
Figure 9 – Essai d'interférence lumineuse	93
Figure 10 – Interférence entre deux AOPDDR de conception identique	94
Figure 11 – Configuration pour l'essai d'endurance – Exemple 1	99

Figure 12 – Configuration pour l'essai d'endurance – Exemple 2.....	100
Figure 13a – essai de pollution homogène – Exemples de différentes conceptions de boîtiers AOPDDR et de fenêtres optiques sans feuille pour la simulation de pollution homogène.....	112
Figure 13b – Essai de pollution homogène – Exemples de différentes conceptions de boîtiers AOPDDR et de fenêtres optiques – Exemples de positions correctes de la feuille.....	112
Figure 13c – Essai de pollution homogène – Exemples de différentes conceptions de boîtiers AOPDDR et de fenêtres optiques – Exemples de positions incorrectes de la feuille.....	113
Figure 14 – Influence de l'arrière-plan sur la capacité de détection	114
Figure A.1 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour le corps entier – Exemple 1.....	121
Figure A.2 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour le corps entier – Exemple 2.....	122
Figure A.3 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour les parties d'un corps – Exemple 1	124
Figure A.4 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour les parties d'un corps – Exemple 2	124
Figure AA.1 – Exemple d'utilisation d'un AOPDDR sur une machine	128
Figure AA.2 – Exemple d'utilisation d'un AOPDDR sur un AGV.....	129
Figure BB.1 – Relation entre précision de mesure de distance et probabilité de détection 131	
Figure BB.2 – Relation entre précision de mesure de distance, zone de détection et partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité – Exemple 1.....	132
Figure BB.3 – Relation entre précision de mesure de distance, zone de détection et partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité – Exemple 2.....	133
Figure BB.4 – Relation entre précision de mesure de distance, zone de détection et zone de tolérance – Exemple 1.....	134
Figure BB.5 – Relation entre précision de mesure de distance, zone de détection et zone de tolérance – Exemple 2.....	135
Figure BB.6 – Surveillance des limites de référence – Distribution des valeurs de mesure – Exemple 1	136
Figure BB.7 – Surveillance des limites de référence – Distribution des valeurs de mesure – Exemple 2	136
Figure BB.8 – POD d'une mesure unique (échelle logarithmique) pour une évaluation $MooM$ avec $1 \leq M \leq 50$	137
Figure BB.9 – POD d'une mesure unique pour une évaluation $MooM$ avec $1 \leq M \leq 50$ en fonction de σ pour le cas d'une distribution normale	138
Tableau 1 – Essais minimaux exigés pour la vérification des exigences de capacité de détection (voir également 4.2.12.1)	96
Tableau 2 – Vue d'ensemble des essais d'interférence lumineuse	105

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

La Norme internationale CEI 61496-3 a été établie par le comité d'études 44 de la CEI: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques, en collaboration avec le comité technique CENELEC 44X: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 2001, dont elle constitue une révision technique.

Les modifications les plus importantes par rapport à la première édition de cette norme sont:

- l'extension du domaine de la capacité de détection couverte par la présente partie de la norme de 50 mm à 100 mm au domaine de 30 mm à 200 mm;
- la clarification des exigences pour le choix des zones de détection multiples (Article A.10);

- des informations plus complètes et plus détaillées relatives à l'usage d'un AOPPDR comme dispositif de déclenchement pour le corps entier par l'extension de l'Article A.12 et du nouvel Article A.13;
- une meilleure description des relations entre la précision de mesure de distance et la probabilité de détection (Annexe BB).

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec la CEI 61496-1.

Le texte de cette Norme est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
44/572/FDIS	44/578/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/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61496, présentées sous le titre général *Sécurité des machines – Equipements de protection électro-sensibles*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

Cette norme a le statut de norme dédiée à un produit et peut être utilisée comme référence normative pour une norme de produit concernant la sécurité des machines.

INTRODUCTION

Un système de protection électro-sensible (ESPE) est utilisé sur les machines présentant des risques d'accident pour les personnes. Il fournit une protection en mettant la machine en état sûr avant qu'une personne puisse se trouver dans une situation dangereuse.

Cette partie complète ou modifie les articles correspondants de la CEI 61496-1 pour définir des exigences particulières de conception, de construction et d'essais d'équipements de protection électro-sensibles (ESPE) pour la sécurité des machines, utilisant pour la fonction de détection des systèmes actifs optoélectroniques sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR).

Lorsqu'un article ou paragraphe particulier de la Partie 1 n'est pas mentionné dans la présente Partie 3, cet article ou ce paragraphe s'applique pour autant que cela soit raisonnable. Lorsque cette partie spécifie "addition", "modification" ou "remplacement", il convient d'adapter le texte correspondant de la Partie 1 en conséquence.

Les annexes complémentaires sont appelées AA, BB, etc.

Chaque type de machine présente ses propres risques (phénomènes dangereux) et l'objectif de cette norme n'est pas de recommander la méthode d'application de l'ESPE à une machine particulière. Il convient que l'application de l'ESPE fasse 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 textes internationaux concernés, par exemple l'ISO/TR 12100.

En raison de la complexité des technologies, il existe de nombreuses questions qui dépendent dans une large mesure de l'analyse et de l'expertise dans des techniques d'essais et de mesures spécifiques. Afin de fournir un niveau de confiance élevé, une revue indépendante par une expertise appropriée est recommandée.

SÉCURITE 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

Remplacement:

La présente partie de la CEI 61496 définit les exigences complémentaires de conception, de construction et d'essai d'équipements de protection électrosensibles (ESPE) sans contact conçus spécialement pour détecter des personnes, comme partie d'un système relatif à la sécurité, utilisant pour la fonction de détection des systèmes actifs optoélectroniques sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR). Une attention particulière est portée aux spécifications assurant qu'une performance appropriée liée à la sécurité est atteinte. Un ESPE peut comporter des fonctions optionnelles relatives à la sécurité; les exigences pour ces fonctions sont énumérées à l'Annexe A de cette partie et l'Annexe de la CEI 61496-1.

Cette partie 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 de protection électro-sensibles qui ont une zone de détection bidimensionnelle dans laquelle le rayonnement dans le champ proche infrarouge est émis par un ou des émetteurs. Quand 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 le ou les éléments récepteurs permettant la détection de l'objet.

NOTE 1 Dans certains cas, il est nécessaire de prendre en compte les limites du capteur par rapport à son utilisation. Par exemple:

- Les objets qui génèrent des réflexions de type miroir (spéculaire) peuvent ne pas être détectés si la valeur de la réflectance diffuse est inférieure à celle spécifiée pour l'éprouvette d'essai noire.
- La détermination des facteurs de réflexion minimaux pour la détection d'obstacles est fondée sur les vêtements de la personne. Des objets ayant une réflectivité inférieure à celle qui est considérée dans cette partie peuvent ne pas être détectés.

Les AOPDDR utilisant des longueurs d'ondes hors de la plage de 820 nm à 946 nm ainsi que ceux dont le rayonnement est autre que celui généré par l'AOPDDR lui-même sont exclus de cette partie. Cette partie peut servir de guide pour les dispositifs de détection qui utilisent des longueurs d'ondes hors de cette plage. Cette partie est appropriée pour les AOPDDR disposant d'une capacité de détection établie dans la plage comprise entre 30 mm et 200 mm. Les AOPDDR destinés à être utilisés comme dispositifs de déclenchement utilisant une détection du corps entier avec une approche normale à la zone de détection et disposant d'une capacité de détection établie ne dépassant pas 200 mm doivent satisfaire aux exigences de l'Article A.12. Les AOPDDR prévus pour une direction d'approche perpendiculaire à la zone de détection et disposant d'une capacité de détection établie dans la plage comprise entre 30 mm et 70 mm doivent satisfaire aux exigences de l'Article A.13.

NOTE 2 Selon l'ISO 13855 (EN 999), 6.3, il convient de considérer comme des approches normales des angles prévisibles d'approche supérieurs à 30° et comme approches parallèles des angles prévisibles d'approche inférieurs à 30°.

NOTE 3 Selon l'ISO 13855 (EN 999), 6.2, lorsque des équipements de protection électrosensibles utilisant des systèmes protecteurs actifs optoélectroniques sont utilisés pour le sens d'approche parallèle à la zone de détection, il convient que le dispositif ait une capacité de détection dans la plage comprise entre 50 mm et 117 mm.

Cette partie peut se révéler appropriée 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 nécessaires, par exemple dans le cas où les matériaux qui ont à être reconnus par le dispositif de détection possèdent des propriétés différentes de celles des personnes et de leurs vêtements.

Cette partie ne traite pas des exigences relatives à l'émission concernant la compatibilité électromagnétique (CEM).

Les équipements optoélectroniques qui réalisent des mesures de distances unidimensionnelles ponctuelles, par exemple les détecteurs de proximité, ne sont pas couverts par la présente partie.

2 Références normatives

Addition:

CEI 60068-2-14:1984, *Essais fondamentaux climatiques – Partie 2: Part 2: Essais – Essai N: Variations de températures*

Amendement 1(1986)

CEI 60068-2-75:1997, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais aux marteaux*

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels, exigences et guide de l'utilisateur*

CEI 61496-1:2004, *Sécurité des machines – Equipements de protection électro-sensibles – Partie 1: Exigences générales et essais*

CEI 62046 :2008, *Sécurité des machines – Application des équipements de protection à la détection de la présence de personnes*

ISO 13855:2002, *Sécurité des machines – Positionnement des dispositifs de protection par rapport à la vitesse d'approche des parties du corps*

EN 471:2003-09, *Vêtements de signalisation à haute visibilité à usage professionnel – Méthodes d'essai et exigences d'essai*

3 Termes et définitions

Remplacement:

3.4

zone de détection

zone dans laquelle les éprouvettes d'essai spécifiées (voir 4.2.13) sont détectées par l'AOPDDR avec une probabilité de détection minimale requise (voir 4.2.12.2)

NOTE Une zone de tolérance est nécessaire pour obtenir la probabilité exigée de détection des éprouvettes d'essai spécifiées dans la zone de détection.

Addition:

3.301**dispositif protecteur optoélectronique actif sensible aux réflexions diffuses
AOPDDR**

dispositif dont la fonction de détection est réalisée par des émetteurs et récepteurs optoélectroniques détectant la réflexion diffuse du rayonnement optique généré, à l'intérieur du dispositif, par un objet présent dans la zone de détection spécifiée à deux dimensions

3.302**capacité de détection de l'AOPDDR**

capacité à détecter des éprouvettes d'essai spécifiées (voir 4.2.13) à l'intérieur de la zone de détection

NOTE Une liste des influences pouvant affecter la capacité de détection de l'AOPDDR est indiquée en 4.2.12.1.

3.303**zone de tolérance**

zone à l'extérieur et voisine de la zone de détection dans laquelle les éprouvettes d'essai spécifiées (voir 4.2.13) sont détectées avec une probabilité de détection inférieure à la probabilité exigée à l'intérieur de la zone de détection. La zone de tolérance est nécessaire pour obtenir la probabilité exigée de détection des éprouvettes d'essai spécifiées dans la zone de détection.

NOTE Se reporter à l'Annexe BB pour des explications de la notion de probabilité de détection et de la zone de tolérance.

4 Exigences

L'article correspondant de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes:

4.1 Exigences de fonctionnement**4.1.3 Types d'ESPE***Remplacement:*

Dans la présente partie de la CEI 61496, seul un ESPE de type 3 est pris en compte. Il incombe au fournisseur de la machine et/ou à l'utilisateur de vérifier que ce type convient à l'application particulière.

L'ESPE de type 3 doit satisfaire aux exigences de détection des défauts de 4.2.2.4 de la présente partie. En fonctionnement normal, chacun des circuits de sortie d'au moins deux dispositifs de commutation du signal de sortie (OSSD) de l'ESPE de type 3 doit passer à l'état INACTIF lorsque le dispositif de détection est actionné ou lorsque l'alimentation du dispositif est retirée.

*Exigences de fonctionnement complémentaires:***4.1.4 Zone(s) à capacité de détection limitée**

Une zone entre la fenêtre optique et le commencement de la zone de détection se définit comme une zone à capacité de détection limitée. De façon à s'assurer qu'aucun danger ne peut survenir dans une application particulière en raison de la présence de cette (ces) zone(s) entre la fenêtre optique et la zone de détection, ses dimensions et une information d'utilisation appropriée doivent être données par le fournisseur.

Une zone à capacité de détection limitée ne doit pas dépasser de plus de 50 mm de la fenêtre optique dans le plan de détection.

4.2 Exigences de conception

4.2.2 Exigences de détection des défauts

4.2.2.2 Exigences particulières pour un ESPE de type 1

Ce paragraphe de la Partie 1 n'est pas applicable.

4.2.2.3 Exigences particulières pour un ESPE de type 2

Ce paragraphe de la Partie 1 n'est pas applicable.

4.2.2.4 Exigences particulières pour un ESPE de type 3

Remplacement:

Un défaut unique dans le dispositif de détection donnant lieu à une perte complète de la capacité de détection spécifiée de l'AOPDDR doit provoquer le passage de l'ESPE à l'état de blocage à l'arrêt dans le temps de réponse spécifié.

NOTE 1 En ce qui concerne les AOPDDR utilisant des miroirs rotatifs pour balayer la zone de détection, cette exigence peut être satisfaite en balayant un objet de référence défini situé à l'extérieur de la zone de détection et de la zone de tolérance.

Un défaut unique donnant lieu à une détérioration de la capacité de détection spécifiée de l'AOPDDR doit provoquer le passage de l'ESPE à l'état de blocage à l'arrêt en moins de 5 s consécutivement à l'apparition de ce défaut.

NOTE 2 La détérioration de la capacité de détection de l'AOPDDR comprend par exemple:

- d'une augmentation de la taille du plus petit objet détecté;
- d'une augmentation de la réflectance minimale détectable;
- d'une baisse de la précision de mesure.

Un défaut unique ayant pour conséquence un accroissement du temps de réponse au-delà de la valeur spécifiée ou empêchant au moins un OSSD de passer à l'état INACTIF doit provoquer immédiatement le passage de l'ESPE à un état de blocage à l'arrêt, c'est-à-dire dans les limites du temps de réponse spécifié, ou immédiatement après l'apparition de l'un des événements requête suivants si la détection de défaut exige un changement d'état:

- activation du dispositif de détection;
- mise hors/sous tension;
- réinitialisation de verrouillage au démarrage ou de verrouillage au redémarrage, si disponible (voir Articles A.5 et A.6 de la CEI 61496-1);
- application d'un signal d'essai externe, si disponible.

NOTE 3 Un signal d'essai externe peut être requis quand, par exemple, dans une application particulière, il est prévisible que la fréquence d'activation de la fonction de détection sera faible et que les OSSD ne seront surveillés que lors du changement d'état.

Un ESPE ne doit pas pouvoir réaliser une réinitialisation à partir d'un état de blocage à l'arrêt, par exemple, par coupure et rétablissement de l'alimentation réseau ou de n'importe quelle autre façon, quand le défaut ayant entraîné l'état de blocage à l'arrêt est encore présent.

Dans les cas où un défaut unique, qui ne provoque pas de défaillance dangereuse de l'ESPE, n'est pas détecté, l'apparition d'autres défauts ultérieurs ne doit pas causer de défaillance dangereuse. Pour la vérification de cette exigence, voir 5.3.4.

4.2.2.5 Exigences particulières pour un ESPE de type 4

Ce paragraphe de la Partie 1 n'est pas applicable.

Exigences de conception complémentaires:

4.2.12 Intégrité de la capacité de détection de l'AOPDDR

4.2.12.1 Généralités

La conception de l'AOPDDR doit assurer que la capacité de détection n'est pas réduite en dessous des limites spécifiées par le fournisseur et dans la présente norme par aucun des facteurs ci-dessous, mais sans s'y limiter:

- vieillissement des composants;
- tolérances des composants (par exemple: sensibilité spectrale de l'élément récepteur);
- variations de sensibilité relatives à la distance, liées par exemple aux optiques;
- limites de réglage;
- fixation non sûre de composants optiques et mécaniques internes à l'AOPDDR;
- interférences de l'environnement, en particulier:
 - a) bruit du système;
 - b) interférence électrique selon 4.3.2 de la CEI 61496-1;
 - c) pollution sur la surface de la fenêtre optique du boîtier;
 - d) condensation sur la surface de la fenêtre optique du boîtier;
 - e) température ambiante;
 - f) lumière ambiante;
 - g) arrière-plan (par exemple contraste entre objet et arrière-plan);
 - h) vibrations et chocs;
 - i) humidité;
 - j) variations et interruptions des tensions d'alimentation;
 - k) réflexions de la(des) lumière(s) émises par des parties de l'environnement en particulier pour des dispositifs comportant plusieurs éléments émetteurs et/ou éléments récepteurs.

Si un défaut unique (tel que spécifié dans l'Annexe B de la CEI 61496-1), qui dans des conditions normales de fonctionnement (voir 5.1.2.1 de la CEI 61496-1), ne provoque pas une perte de capacité de détection de l'AOPDDR, mais qui, en cas de combinaison des conditions ci-dessus, occasionne une telle perte, ce défaut conjointement à cette combinaison de conditions doivent être considérés comme un défaut unique et l'AOPDDR doit répondre à ce défaut unique comme spécifié en 4.2.2.4.

NOTE La technique de balayage d'un objet de référence permet de satisfaire à l'exigence relative au vieillissement des composants. D'autres techniques donnant le même niveau de garantie peuvent être utilisées.

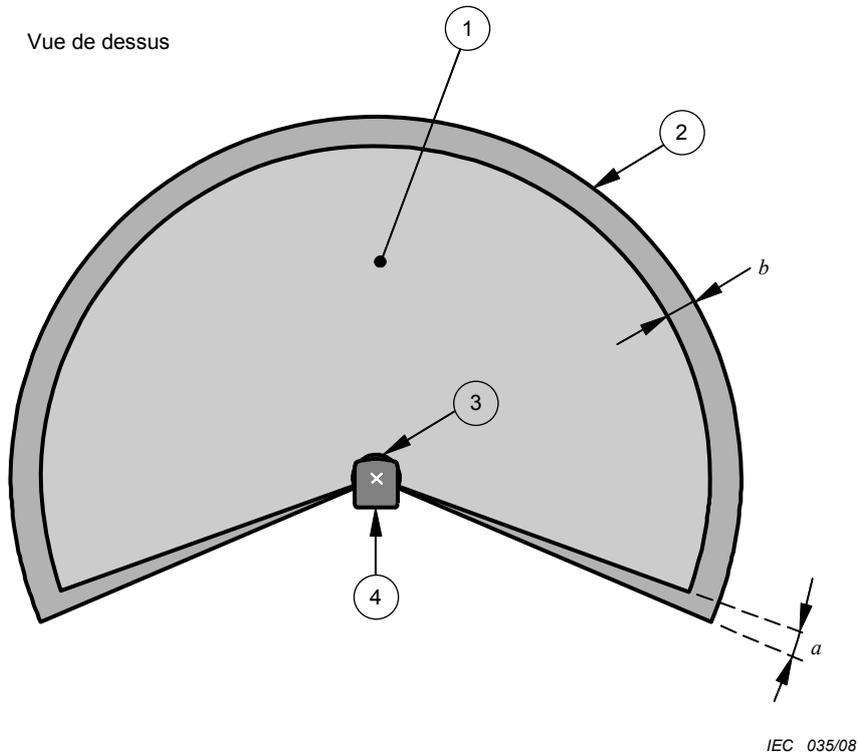
4.2.12.2 Zone(s) de détection et zone(s) de tolérance

Le fournisseur doit spécifier la ou les zones de tolérance.

Le fournisseur doit prendre en compte les conditions les plus défavorables y compris, par exemple, le rapport signal/bruit S/N et l'écart type σ en considérant toutes les influences listées dans la présente norme ainsi que toutes les influences complémentaires spécifiées par le fournisseur (l'influence de l'environnement, les défauts des composants, etc.).

La zone de tolérance dépend des interférences systématiques, des erreurs de mesure, de la résolution des valeurs de mesure, etc., et est nécessaire pour assurer la probabilité de

détection exigée dans la zone de détection. Les Figures 1 et 2 illustrent des exemples de zones de tolérance.



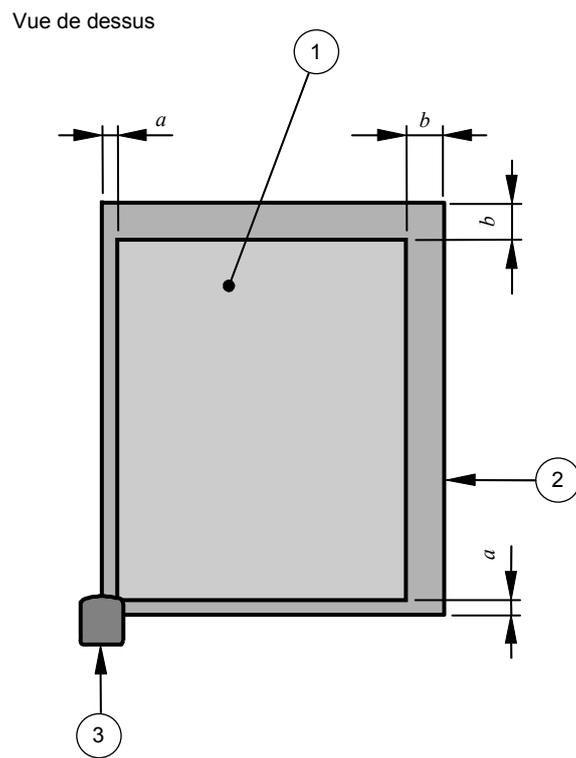
Légende

- 1 Zone de détection dans laquelle la ou les éprouvettes d'essai spécifiées sont détectées par l'AOPDDR avec la probabilité de détection minimale exigée.
- 2 Zone de tolérance (détection non assurée).
- 3 Zone à capacité de détection restreinte (détection non assurée).
- 4 AOPDDR

NOTE 1 Pour certaines applications de l'AOPDDR, il peut être nécessaire de prendre en compte le fait que les dimensions de certaines parties de la zone de tolérance peuvent être liées, par exemple, au diamètre de l'éprouvette d'essai et à la position du faisceau (voir valeur de "a"). La valeur de "b" correspond, par exemple, à la précision de mesure de la distance.

NOTE 2 Le début de la zone de détection est marqué par une croix.

Figure 1 – Zone de détection d'un AOPDDR – Exemple 1



Légende

- 1 Zone de détection
- 2 Zone de tolérance
- 3 AOPDDR

NOTE La valeur de "a" correspond, par exemple, au diamètre de l'éprouvette d'essai et à la position du faisceau. La valeur de "b" correspond, par exemple, à la précision de mesure de la distance.

Figure 2 – Zone de détection d'un AOPDDR – Exemple 2

Les éprouvettes d'essai (voir 4.2.13) doivent être détectées avec une probabilité de détection minimale de $1 - 2,9 \times 10^{-7}$ à l'intérieur de la ou des zones de détection. Pour obtenir cette probabilité de détection minimale, la zone de tolérance est ajoutée à la zone de détection (voir Figure BB.2). Même si une valeur de distance mesurée d'une éprouvette concorde avec une zone de tolérance, cette éprouvette sera définie comme détectée et les OSSD doivent passer à l'état INACTIF ou demeurer à l'état INACTIF.

NOTE 1 La zone de tolérance n'est pas comprise dans la zone de détection.

NOTE 2 La probabilité de détection utilisée dans cette partie n'est pas liée à la probabilité des défauts.

NOTE 3 Une attention particulière peut être nécessaire quand la zone de détection de l'AOPDDR est réalisée à partir de plusieurs éléments émetteurs et/ou éléments récepteurs pour s'assurer que la capacité de détection de l'AOPDDR n'est pas affectée entre les champs de vision de ces éléments.

Lorsqu'une éprouvette est placée à la frontière entre la zone de détection et la zone de tolérance (c'est-à-dire à la limite de la zone de détection), les valeurs de distance mesurées de cette éprouvette doivent être le point médian de la distribution des valeurs de mesure déterminées en utilisant une éprouvette avec une réflectivité d'une valeur quelconque comprise entre celle de l'éprouvette d'essai "noire" et celle de l'éprouvette d'essai "blanche". Le fournisseur doit mentionner la réflectivité de l'éprouvette d'essai ainsi que les calculs utilisés. Cette exigence peut être vérifiée par examen de la documentation du fournisseur.

NOTE 4 La valeur pour la précision des mesures de distance et la zone de tolérance n'est pas nécessairement une constante. Elle peut être, par exemple, fonction de la distance de mesure.

NOTE 5 Si l'AOPDDR a la possibilité de déterminer automatiquement sa ou ses zones de détection, l'erreur de mesure de distance est prise en compte lors de la détermination de la zone de tolérance (voir Article A.11).

NOTE 6 L'Annexe BB donne des renseignements complémentaires sur la relation entre la précision des mesures de distance et la probabilité de détection.

4.2.12.3 Géométrie du balayage, fréquence du balayage et temps de réponse

Le fournisseur doit spécifier les paramètres appropriés de la ou des zones de détection notamment la portée et l'angle de balayage. La géométrie de balayage et/ou la fréquence de balayage doivent être suffisantes pour assurer qu'une éprouvette d'essai d'un diamètre correspondant au plus petit objet détectable spécifié est détectée à la portée maximale de la(des) zone(s) de détection. Le fournisseur doit spécifier des valeurs comprises entre 30 mm et 200 mm comme plus petit objet détectable par l'AOPDDR. La dimension du plus petit objet détectable peut être dépendante de la distance.

NOTE 1 La restriction de la dimension du plus petit objet détectable à une plage de 30 mm à 200 mm est fondée sur les applications actuelles. Des exigences complémentaires peuvent être nécessaires pour des AOPDDR disposant de capacités de détection en dehors de cette plage.

Les objets de la dimension du plus petit objet détectable, qu'ils soient immobiles ou qu'ils se déplacent dans la zone de détection à une vitesse pouvant aller jusqu'à 1,6 m/s, doivent être détectés par l'ESPE dans la limite du temps de réponse spécifié. Le temps de réponse doit être calculé par le fournisseur en prenant en compte les conditions les plus défavorables, particulièrement en ce qui concerne la fréquence du balayage et le mouvement des objets. Lorsque le fournisseur stipule qu'un AOPDDR peut être utilisé pour la détection d'objets se déplaçant à des vitesses supérieures à 1,6 m/s, les exigences doivent être satisfaites pour toute vitesse inférieure ou égale à cette (ces) vitesse(s) maximale(s) spécifiée(s).

NOTE 2 La capacité de détection peut être déterminée par la géométrie optique de l'AOPDDR de sorte qu'un faisceau complet rencontrera les éprouvettes d'essai spécifiées en portée maximale de la zone de détection et de la zone de tolérance pour une conception particulière. Dans ce cas, la distance entre le centre de deux faisceaux émetteurs adjacents (à l'exception du premier et du dernier) ne dépassera pas la moitié du diamètre des éprouvettes d'essai. Pour d'autres conceptions, il peut être plus difficile de procéder à la vérification selon 5.2.1.2 et 5.2.11, notamment quand il faut prendre en compte le mouvement des objets comme demandé ci-dessus.

NOTE 3 L'Article AA.5 donne un exemple du calcul du temps de réponse.

Tous les points sur un chemin allant de tout point de la bordure de la zone de détection au(aux) élément(s) récepteur(s) de l'AOPDDR doivent être dans la zone de détection (voir 4.2.12.2) ou dans la zone à capacité de détection limitée (voir 4.1.4).

4.2.13 Eprouvettes d'essai pour essai de type

4.2.13.1 Généralités

Les éprouvettes d'essai font partie de l'AOPDDR et par conséquent doivent être délivrées par le fournisseur pour être utilisées dans les essais de type de l'Article 5. Elles doivent porter une marque de référence de type et l'identification de l'AOPDDR avec lequel elles sont prévues d'être utilisées.

Les éprouvettes d'essai doivent avoir un diamètre égal à la capacité de détection maximale spécifiée (diamètre minimal). D'autres diamètres dans la plage de 30 mm à 200 mm peuvent être exigés pour les essais selon la capacité de détection de l'AOPDDR.

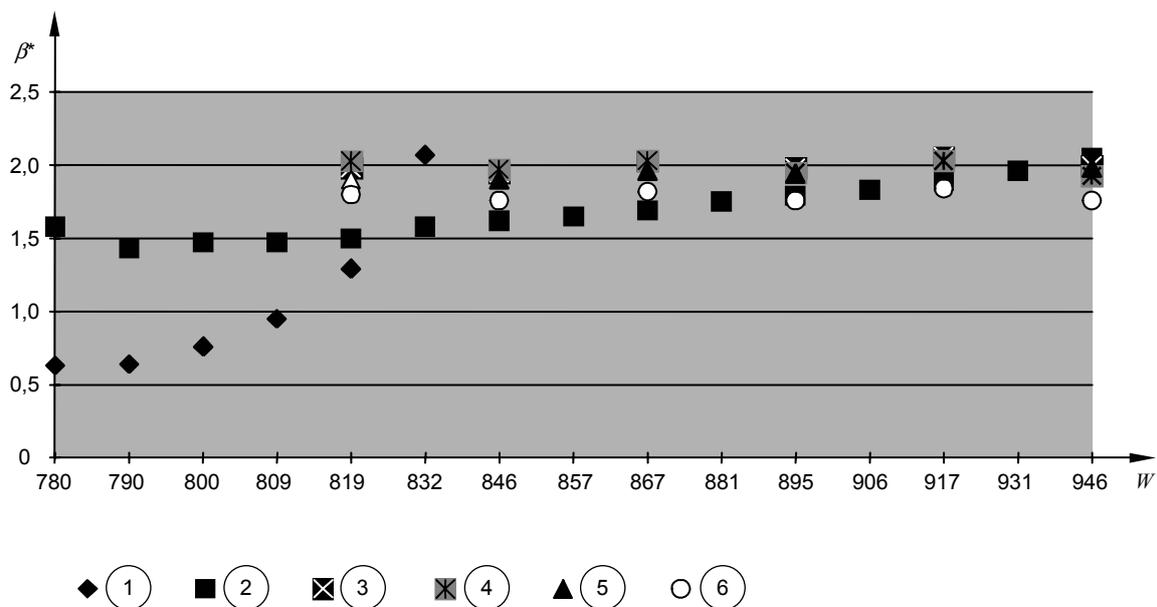
NOTE La longueur effective minimale des éprouvettes d'essai a été choisie pour des commodités d'usage.

4.2.13.2 Eprouvette d'essai noire

L'éprouvette d'essai noire doit être un cylindre d'une longueur effective minimale de 0,3 m. La surface de l'éprouvette d'essai doit avoir un coefficient de réflexion diffuse dans la plage

de 1,6 % à 2,0 % incluant la précision de mesure, à la longueur d'onde de l'émetteur et dans des conditions normales. Cette valeur doit être vérifiée par des mesures. Quand la valeur de réflectance est utilisée pour le calcul la valeur nominale de 1,8 % doit être utilisée.

NOTE La Figure 3 illustre les résultats d'une recherche pour déterminer la réflectance de l'éprouvette d'essai noire (réalisée par le Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit, 53754 Sankt Augustin, Allemagne).



IEC 037/08

Légende

- 1 Velours noir MG 20/5
- 2 Velours à côtes larges MG 0/5
- 3 Mousse plastique noire MG 0/5
- 4 Caoutchouc botte noir MG 20/5
- 5 Matériau synthétique noir MG 20/5
- 6 Cuir de chaussure noir MG 20/5
- W Longueur d'onde [nm]
- β^* Coefficient de réflexion diffuse [%]

NOTE Une géométrie de mesure (MG), par exemple, de 0/5 est représentée par un angle d'entrée de 0° et un angle d'observation de 5°. L'angle d'entrée caractérise la position angulaire du matériau essayé par rapport à la direction de la lumière incidente. L'angle d'observation est l'angle entre la direction d'observation du matériau essayé et la direction de la lumière incidente.

Figure 3 – Réflectivité diffuse minimale de divers matériaux

4.2.13.3 Eprouvette d'essai blanche

L'éprouvette d'essai blanche doit être un cylindre d'une longueur effective minimale de 0,3 m. La surface de l'éprouvette d'essai doit avoir un facteur de réflexion diffuse dans la plage de 80 % à 90 %, à la longueur d'onde de l'émetteur.

4.2.13.4 Epreuve d'essai rétro-réflexive

L'épreuve d'essai rétro-réflexive doit être cylindrique, d'une longueur effective minimale de 0,3 m. La surface de l'épreuve d'essai doit être en matériau rétro-réflexif. Le matériau doit être en conformité avec les exigences relatives à la rétro-réflexion de l'EN 471, classe 2 ou équivalente.

NOTE Le Tableau 5 de l'EN 471 définit le coefficient minimal de rétro-réflexion pour les matériaux de la classe 2 comme étant $330 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ avec un angle de projection de 5° et un angle d'observation de $0,2^\circ$ ($12'$).

4.2.14 Longueur d'onde

Les AOPDDR doivent fonctionner à une longueur d'ondes comprise entre 820 nm et 946 nm.

NOTE Cette plage de longueurs d'ondes est fondée sur la capacité usuelle des composants et sur des travaux de recherche qui ont démontré qu'elle est appropriée à une gamme de matériaux représentatifs des vêtements d'une personne.

4.2.15 Intensité du rayonnement

L'intensité du rayonnement généré et émis par l'AOPDDR ne doit en aucun cas dépasser, même en présence d'une défaillance de composant, les niveaux maximaux de puissance ou d'énergie d'un laser de la classe 1M, conformément à la CEI 60825-1. Le marquage laser de la classe 1 doit être effectué conformément à 5.2 de la CEI 60825-1.

4.2.16 Construction mécanique

Quand la capacité de détection peut être réduite en dessous de la limite spécifiée par le fournisseur comme conséquence d'un changement de position de composants, la fixation de ces composants ne doit pas seulement reposer sur la friction.

NOTE L'utilisation de trous de fixation oblongs sans moyens complémentaires peut provoquer, par exemple, un changement de position de la zone de détection sous l'effet d'une interférence mécanique tel qu'un choc.

4.3 Exigences relatives aux conditions ambiantes

Addition:

NOTE Ces exigences peuvent ne pas satisfaire aux besoins de certaines applications (par exemple: utilisation sur des véhicules, y compris les véhicules autoguidés (AGV), les chariots élévateurs, les machines mobiles, etc.).

4.3.1 Plage de températures ambiantes de l'air et humidité

Addition:

L'ESPE ne doit pas présenter de défaillance dangereuse quand il est soumis à une variation rapide de température et d'humidité pouvant entraîner de la condensation sur la fenêtre optique.

Cette exigence est vérifiée par l'essai de condensation de 5.4.2.

4.3.3 Environnement mécanique

Exigences mécaniques complémentaires:

4.3.3.3 Variation de température

L'ESPE ne doit pas présenter de dommage, y compris des déplacements et/ou fêlures de la fenêtre optique, consécutifs aux essais de 5.4.4.3 et doit pouvoir continuer à fonctionner normalement.

4.3.3.4 Résistance aux chocs

4.3.3.4.1 Fonctionnement normal

L'ESPE ne doit pas présenter de dommage, y compris des déplacements et/ou fêlures de la fenêtre optique, consécutifs aux essais de 5.4.4.4.2 et doit pouvoir continuer à fonctionner normalement.

4.3.3.4.2 Défaillance dangereuse

L'ESPE ne doit pas présenter de défaillance dangereuse après les essais de 5.4.4.4.3.

4.3.4 Enveloppes

Addition:

Les moyens d'assurer la fixation de l'enveloppe ou des enveloppes doivent être fournis.

Les enveloppes de l'AOPDDR contenant des éléments optiques doivent apporter un degré de protection d'au moins IP65 (voir la CEI 60529) lorsque montées comme spécifié par le fournisseur.

Exigences de conditions ambiantes complémentaires:

4.3.5 Interférences lumineuses sur les éléments récepteurs de l'AOPDDR et sur d'autres composants optiques

L'ESPE doit continuer à fonctionner normalement lorsqu'il est soumis à:

- une lumière incandescente;
- une lumière fluorescente produite par une alimentation électronique à haute fréquence;
- un rayonnement issu d'un AOPDDR de conception identique si aucune limitation de montage liée à des interférences potentielles n'a été donnée par le fournisseur de l'AOPDDR.

Il ne doit pas y avoir de défaillance dangereuse de l'ESPE lorsqu'il est soumis à:

- une lumière incandescente de haute intensité (simulation de la lumière du jour à l'aide d'une lampe à quartz);
- une lumière fluorescente produite à sa puissance assignée et à alimentation électronique de haute fréquence;
- une lumière stroboscopique;
- un rayonnement issu d'un AOPDDR de conception identique.
- un feu clignotant.

Ces exigences sont vérifiées par les essais de 5.2.1.2 et 5.4.6.

4.3.6 Interférence due à la pollution

Le fournisseur doit spécifier le niveau maximal de pollution homogène exprimé en pourcentage de transmission pour lequel il n'y a pas de détérioration de la capacité de détection spécifiée.

L'AOPDDR doit continuer à fonctionner normalement lorsque l'énergie reçue du signal du système de détection lui-même est réduite jusqu'à 30 % par la pollution homogène.

La pollution entre le ou les éléments émetteur(s)/récepteur(s) et le début de la ou des zones de détection (y compris les composants optiques) de l'AOPDDR, donnant lieu à une diminution de la capacité de détection établie, doit entraîner le passage des OSSD à l'état INACTIF.

Ces exigences sont vérifiées par les essais de 5.4.7.

NOTE Les essais énumérés en 5.4.7 peuvent ne pas couvrir toutes les formes possibles de pollution, par exemple l'huile, la graisse et les matériaux usinés.

Tous les moyens de surveillance de la pollution utilisés pour détecter une perte de la capacité de détection spécifiée doivent être conformes à toutes les exigences applicables de cette norme.

4.3.7 Interférence de l'arrière-plan

La zone de tolérance spécifiée ne doit pas être étendue du fait d'interférences de l'arrière-plan. Cette exigence est vérifiée par les essais de 5.4.8.

NOTE 1 Le fournisseur peut préciser pour l'AOPDDR une valeur de réflectance maximale qui est surveillée par l'AOPDDR lui-même et qui fait passer les OSSD à l'état INACTIF si la valeur de réflectance maximale spécifiée est dépassée. L'interférence d'arrière-plan causée par des matériaux ayant de plus hautes valeurs de réflectance peut alors être exclue.

NOTE 2 Les arrière-plans qui peuvent perturber les résultats de mesures comprennent les réflecteurs coins cubiques, les dalles, les plaques en métal, le papier blanc, etc.

NOTE 3 Les rétro-réflecteurs sont considérés comme un arrière-plan dans le cadre des essais de capacité de détection et de précision de mesures (voir 5.4.8). Si les rétro-réflecteurs dans l'arrière-plan entraînent des défauts de mesures, il peut être possible, dans des applications spécifiques, d'utiliser d'autres mesures plutôt qu'une extension de la zone de tolérance.

4.3.8 Interférence manuelle

Il ne doit pas être possible de réduire la capacité de détection spécifiée en couvrant la fenêtre optique du boîtier de l'AOPDDR ou d'autres parties (si applicable), ou en plaçant des objets dans une zone à capacité de détection limitée (voir 4.1.4). Dans de tels cas, les OSSD doivent passer à l'état INACTIF en moins de 5 s et les OSSD doivent rester à l'état INACTIF tant que l'interférence manuelle subsiste.

Les AOPDDR destinés à être utilisés comme dispositifs de déclenchement utilisant une détection du corps entier avec une approche normale (A.12) et les AOPDDR utilisés pour la détection des parties du corps avec une approche normale (A.13) doivent être conçus de manière à ce que les OSSD passent à l'état INACTIF dans la limite du temps de réponse spécifié lorsque l'interférence manuelle est commise et les OSSD doivent rester à l'état INACTIF jusqu'à ce que l'interférence manuelle ait cessé. Ces exigences sont vérifiées par les essais de 5.4.9.

4.3.9 Ombrage optique dans la zone de détection

La capacité de détection de l'AOPDDR doit être maintenue quand des petits objets sont présents dans la zone de détection. Cela doit être vérifié par analyse et par un essai conformément à 5.4.10. L'analyse doit comprendre l'examen de tous les algorithmes de filtrage logiciel délivrés.

NOTE Des algorithmes de filtrage logiciel peuvent être fournis pour ignorer de petits objets, par exemple pour améliorer la fiabilité de fonctionnement.

4.3.10 Vieillesse des composants

La dérive ou le vieillissement des composants, qui pourraient réduire la capacité de détection en dessous de la valeur spécifiée, ne doivent pas provoquer de défaillance dangereuse de l'ESPE, doivent être détectés en moins de 5 s et doivent entraîner un état de blocage à l'arrêt.

Si un objet de référence est utilisé pour surveiller le vieillissement et la dérive de composants, des variations de ses propriétés (par exemple, la réflectance) ne doivent pas provoquer de défaillance dangereuse de l'ESPE. Si un objet de référence est utilisé pour surveiller le vieillissement et la dérive de composants, il doit être considéré comme faisant partie de l'AOPDDR et doit être délivré par le fournisseur de l'AOPDDR.

5 Essais

L'article correspondant de la Partie 1 s'applique avec les exceptions suivantes:

5.1 Généralités

5.1.1.2 Conditions de fonctionnement

Addition:

Sauf spécification contraire dans cette partie et si la possibilité est laissée de configurer la zone de détection, la zone utilisée pour les essais doit être configurée comme suit:

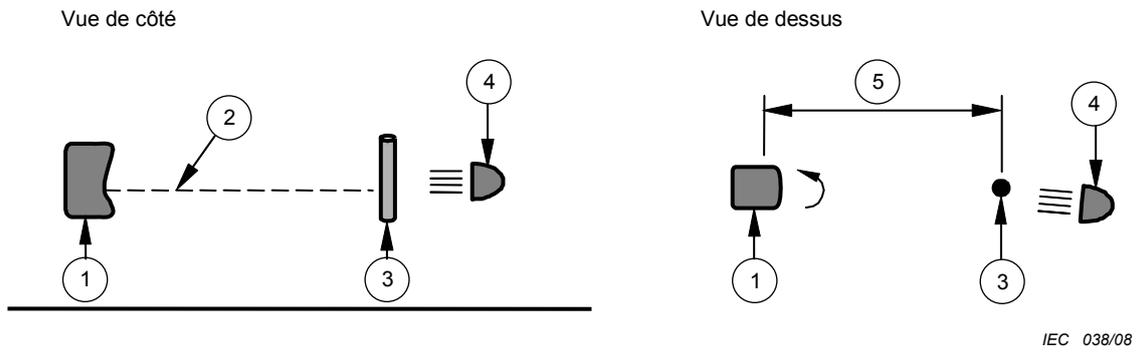
- rayon respectivement largeur et longueur (ou valeurs équivalentes) de la zone de détection de 1,0 m;
- ajouter la valeur de la zone de tolérance spécifiée.

NOTE Par exemple, une zone de détection de 1,0 m et une zone de tolérance de 0,2 m donnent lieu à une zone utilisée pour les essais de 1,2 m.

Pour un AOPDDR qui a une distance maximale de détection spécifiée à moins de 1,0 m, cette distance doit être utilisée quand 1,0 m est spécifié dans l'Article 5.

Pour un AOPDDR sans possibilité de configurer la zone de détection, la zone de détection fixe doit être utilisée pour tous les tests.

Pendant les essais, l'éprouvette ou les éprouvettes d'essai doivent être utilisées perpendiculairement au plan de la zone de détection de l'AOPDDR. Les Figures 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 illustrent différentes configurations possibles pour les essais particuliers sur l'intégrité de la capacité de détection et l'interférence lumineuse.

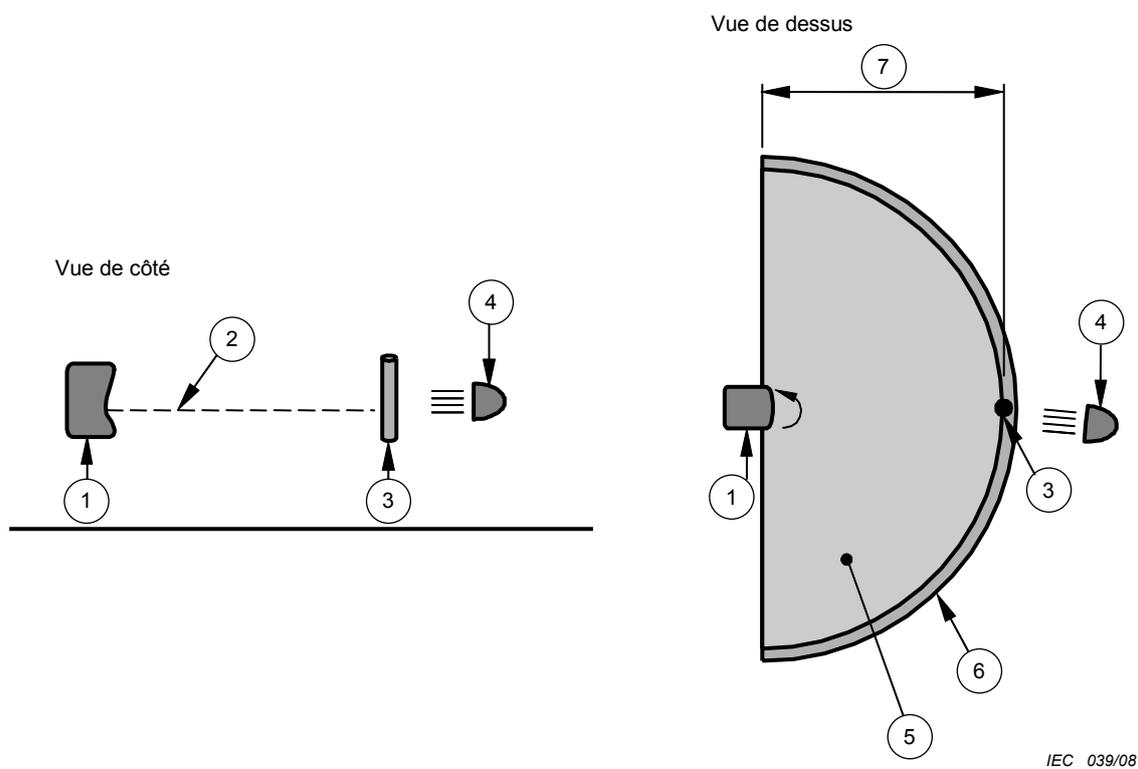


Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Plan de détection
- 3 Epreuve d'essai
- 4 Source lumineuse
- 5 1,0 m et distance maximale

NOTE La Figure 4 illustre une configuration possible pour un essai selon 5.2.1.2.2.

Figure 4 – Influence de la lumière incandescente sur la capacité de détection – Exemple 1

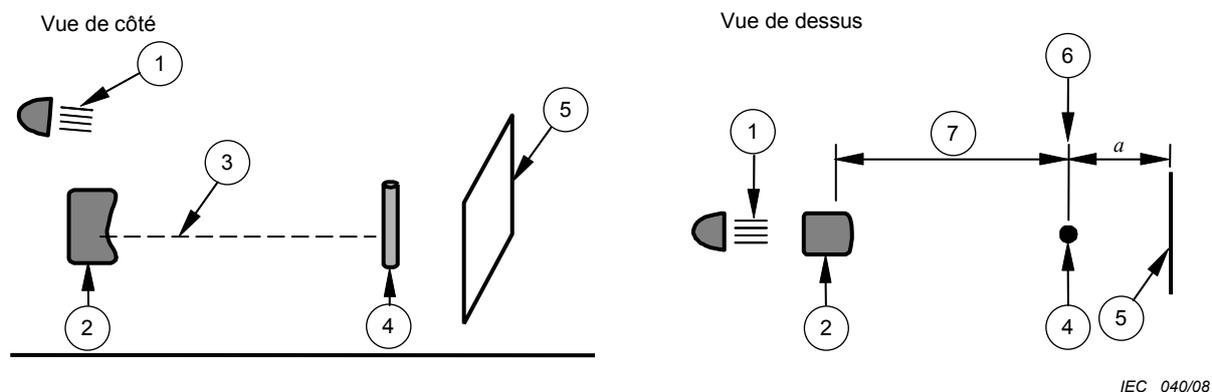


Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Plan de détection
- 3 Epreuve d'essai
- 4 Source lumineuse
- 5 Zone de détection
- 6 Zone de tolérance en relation avec l'interférence lumineuse
- 7 1,0 m et distance maximale

NOTE La Figure 5 illustre une configuration possible pour un essai selon 5.2.1.2.2.

Figure 5 – Influence de la lumière incandescente sur la capacité de détection – Exemple 2



Légende

- 1 Source lumineuse
- 2 AOPDDR
- 3 Plan de détection
- 4 Epreuve d'essai
- 5 Arrière-plan (surface à réflexion diffuse de 0,5 m x 0,5 m)
- 6 Mesure de l'intensité de la lumière réfléchie dans le plan de détection sans l'épreuve d'essai
- 7 1,0 m et distance maximale

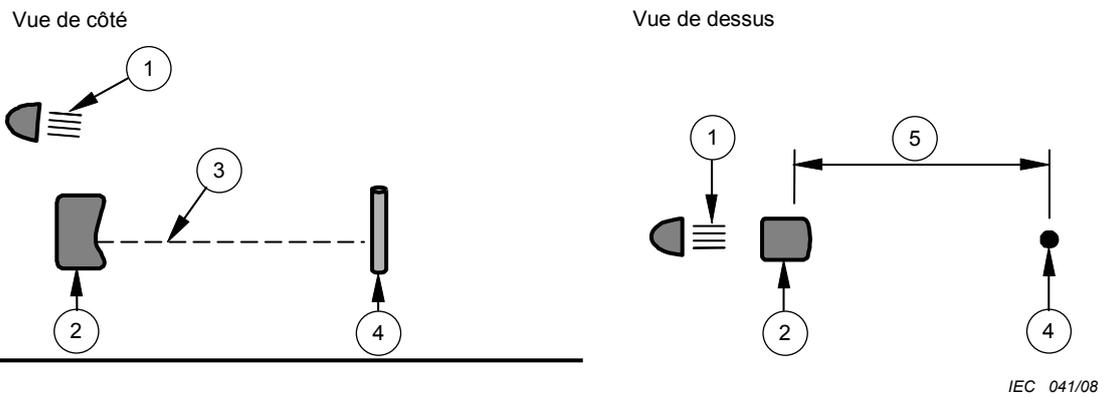
NOTE 1 La Figure 6 illustre une configuration possible pour un essai selon 5.2.1.2.3.

NOTE 2 "a" = 0,4 m, mais au moins assez large pour que l'arrière-plan ne soit pas détecté comme un objet.

NOTE 3 La Figure 6 ne montre aucune zone de détection, car dans ce cas c'est l'influence sur la précision des mesures qui est essayée.

NOTE 4 Le coefficient de réflexion de l'arrière-plan utilisé pour cet essai ne doit pas varier dans la plage des longueurs d'ondes utilisée par l'AOPDDR lui-même et utilisée pour la mesure de l'intensité.

Figure 6 – Influence de la lumière réfléchie par l'arrière-plan sur la capacité de détection

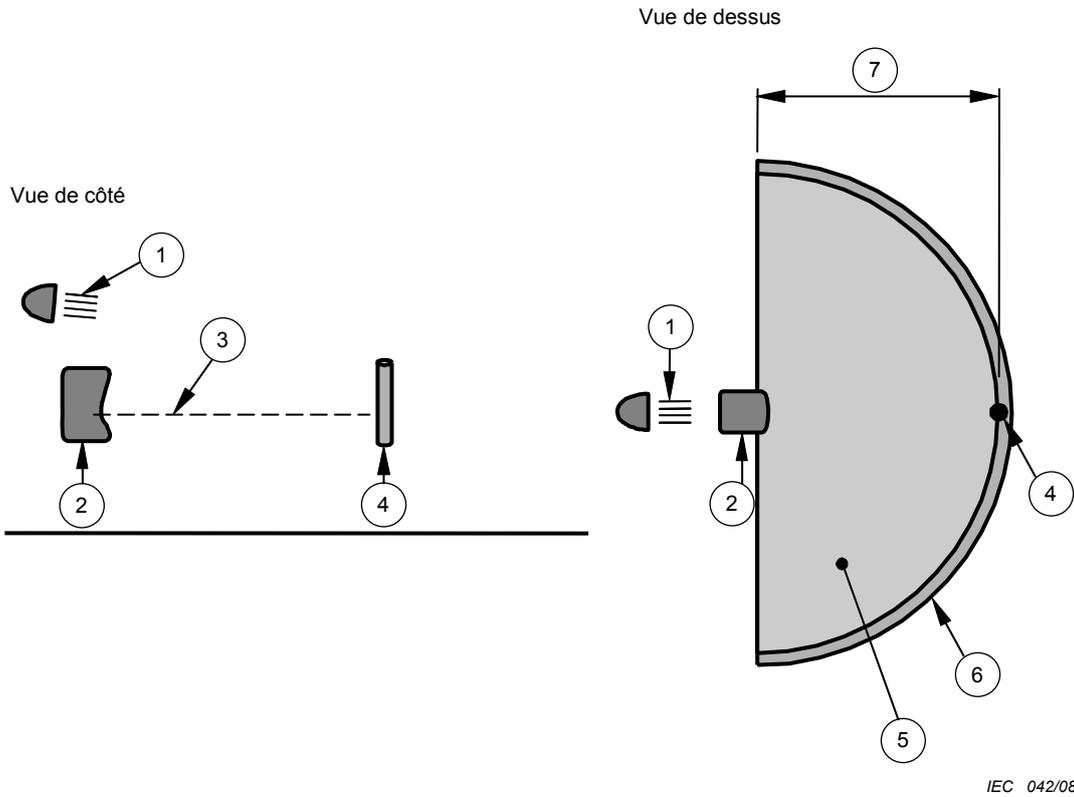


Légende

- 1 Source lumineuse
- 2 AOPDDR
- 3 Plan de détection
- 4 Epreuve d'essai
- 5 1,0 m et distance maximale

NOTE La Figure 7 illustre une configuration possible pour un essai selon 5.2.1.2.4.

Figure 7 – Influence de la lumière stroboscopique sur la capacité de détection – Exemple 1

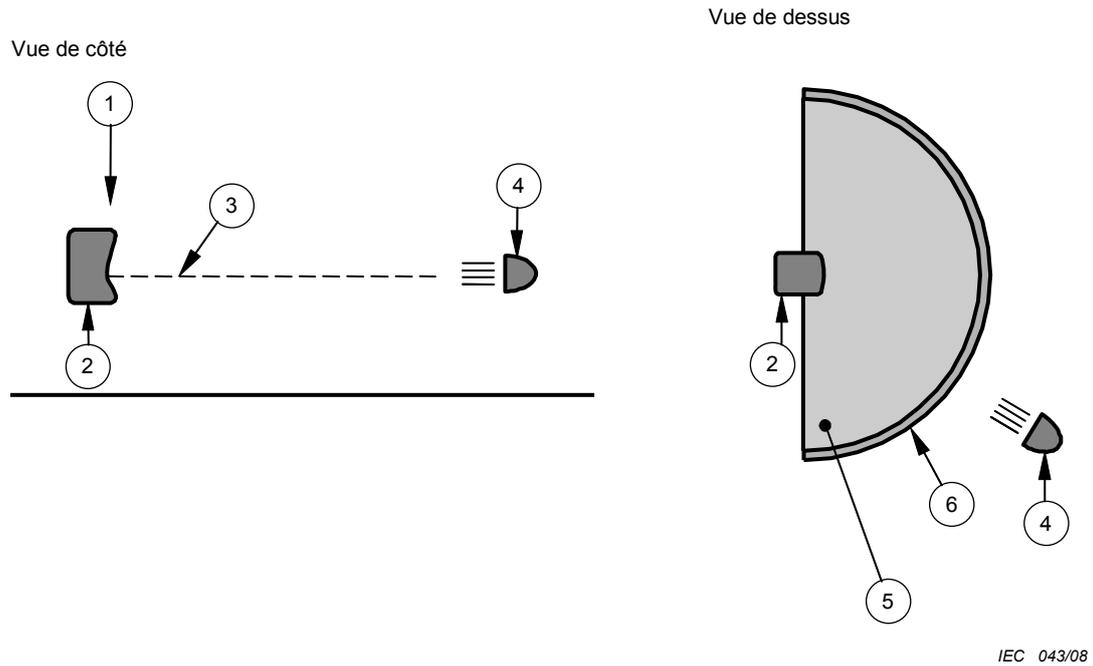


Légende

- 1 Source lumineuse
- 2 AOPDDR
- 3 Plan de détection
- 4 Epreuve d'essai
- 5 Zone de détection
- 6 Zone de tolérance en relation avec l'interférence lumineuse
- 7 1,0 m et distance maximale

NOTE La Figure 8 illustre une configuration possible pour un essai selon 5.2.1.2.4.

Figure 8 – Influence de la lumière stroboscopique sur la capacité de détection – Exemple 2



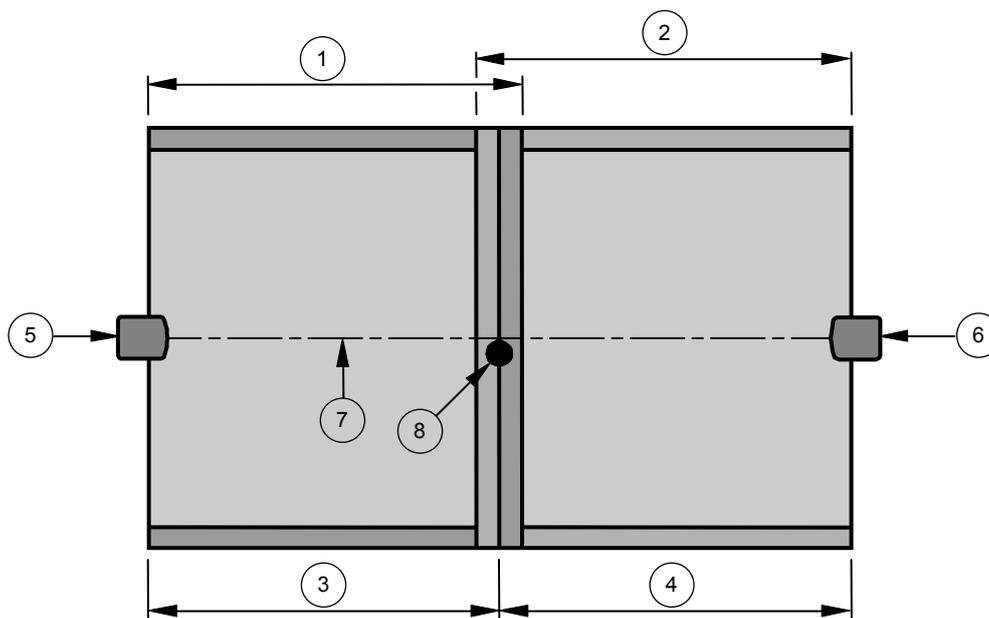
Légende

- 1 Mesure de l'intensité lumineuse dans le plan du boîtier
- 2 AOPDDR
- 3 Plan de détection
- 4 Source lumineuse
- 5 Zone de détection
- 6 Zone de tolérance

NOTE La Figure 9 illustre une configuration possible pour les essais de 5.4.6.4.1, 5.4.6.4.2, 5.4.6.5.2, 5.4.6.5.3, 5.4.6.6.2 et 5.4.6.8.2.

Figure 9 – Essai d'interférence lumineuse

Vue de dessus



IEC 044/08

Légende

- 1 Zone de détection de l'AOPDDR "A" + zone de tolérance. Pour cet essai, la zone de tolérance doit être conforme à l'environnement des essais.
- 2 Zone de détection de l'AOPDDR "B" + zone de tolérance. Pour cet essai, la zone de tolérance doit être conforme à l'environnement des essais.
- 3 Zone de détection de l'AOPDDR "A"
- 4 Zone de détection de l'AOPDDR "B"
- 5 AOPDDR "A"
- 6 AOPDDR "B"
- 7 Lignes centrales du faisceau
- 8 Epreuve d'essai; l'épreuve d'essai est dans la zone de détection des deux AOPDDR.

NOTE La Figure 10 illustre une configuration possible pour les essais de 5.4.6.7.2 (sans éprouvette d'essai) et 5.4.6.7.3.

Figure 10 – Interférence entre deux AOPDDR de conception identique

5.1.2.2 Précision de mesure

Addition au premier alinéa:

- pour la mesure de l'intensité lumineuse: ± 10 %.

5.2 Essais de fonctionnement

5.2.1 Fonction de détection

Remplacement:

5.2.1.1 Généralités

La fonction de détection et l'intégrité de la capacité de détection doivent être essayées comme spécifié en tenant compte des points suivants:

- l'analyse systématique exigée en 5.2.1.2.1;
- les essais doivent vérifier que les éprouvettes d'essai spécifiées sont détectées quand l'axe de l'éprouvette d'essai est placé à l'intérieur de la ou des zones de détection spécifiées;
- les essais doivent vérifier la(les) dimension(s) de la zone de tolérance (c'est-à-dire la précision des mesures de distance) indiquée(s) par le fournisseur;
- le nombre, la sélection et les conditions des essais individuels doivent être tels qu'ils vérifient les exigences de 4.2.12.1.

Le Tableau 1 présente une vue d'ensemble des essais minimaux requis pour la vérification des exigences de capacité de détection.

Tableau 1 – Essais minimaux exigés pour la vérification des exigences de capacité de détection (voir également 4.2.12.1)

	Essai	Conditions	Distance entre le début de la zone de détection (voir aussi la Figure 1) côté AOPDDR et l'axe de l'éprouvette d'essai					
			Distance minimale possible (MPD) ^{6) 7)}	MPD + 0,1 m ^{6) 7)}	0,5 m	1,0 m	Chaque 1,0 m	Portée max.
a	Réflectance	Eprouvette d'essai noire (voir 4.2.13.2)	X	X	X	X	X	X
b	Réflectance	Eprouvette d'essai blanche (voir 4.2.13.3)	X	X	X	X	X	X
c	Réflectance	Eprouvette d'essai rétro-réfléchissante (voir 4.2.13.4)	X	X	X	X	X	X
d	Vieillessement des composants	¹⁾				X		
e	Défauts des composants non détectés	¹⁾				X		
f	Perturbations électriques excepté les variations de tension d'alimentation et coupures de la tension d'alimentation	4.3.2, 5.2.3.1 et 5.4.3 de la CEI 61496-1 sont applicables				X		
g	Variations de tension/ coupures de la tension d'alimentation	Eprouvette d'essai noire (voir 4.2.13.2)						X
h	Pollution sur la surface de la fenêtre optique du boîtier	¹⁾				X		
i	Variation de température ambiante	50 °C ou maximum ²⁾						X
j	Variation de température ambiante	0° ou minimale, sans condensation ³⁾						X
k	Humidité	5.4.2 est applicable				X		
l	Interférences lumineuses	Voir Tableau 2				X		
m	Interférence de l'arrière-plan	Distance du cas le plus défavorable entre l'éprouvette d'essai noire et l'arrière-plan conformément à la conception ⁴⁾ : Réflectance de l'arrière-plan: a) réflecteur cubique de coin ⁵⁾ b) de 1,8 % à 5 % c) autres réflectivités pertinentes entre a) et b)						X X X
n	Vibrations et chocs	5.4.4 s'applique				X		

Tableau 1 (suite)

<p>1) Il convient de traiter les effets de vieillissement des composants, les défauts de composants non détectés et la pollution sur la surface de la fenêtre optique du boîtier pendant les essais d'endurance, dans le cas contraire des essais complémentaires peuvent être nécessaires.</p> <p>2) AOPDDR dans l'enceinte d'essai – enceinte d'essai ouverte – commencer les essais en moins d'1 min.</p> <p>3) AOPDDR dans l'enceinte d'essai – enceinte d'essai ouverte – essai sans condensation.</p> <p>4) L'arrière-plan doit être disposé comme indiqué à la Figure 14.</p> <p>5) Voir également la note 1 de 4.3.7 et 5.4.8.</p> <p>6) L'éprouvette d'essai doit être placée aussi près que possible du début de la zone de détection.</p> <p>7) Pour l'éprouvette d'essai noire, la dimension de la zone à capacité de détection limitée doit être ajoutée.</p>
--

5.2.1.2 Intégrité de la capacité de détection

5.2.1.2.1 Généralités

On doit vérifier que la capacité de détection de l'AOPDDR indiquée est maintenue ou que l'ESPE ne présente pas de défaillance dangereuse, par une analyse systématique de la conception de l'AOPDDR, en utilisant des essais si besoin est, en prenant en compte toutes les combinaisons de conditions spécifiées en 4.2.12.1 ainsi que les défauts spécifiés en 5.3.4. Les résultats de cette analyse systématique doivent identifier quels essais de l'Article 5 nécessitent, en complément, une mesure du temps de réponse.

Les conditions et le nombre de mesures exigées pour déterminer l'intégrité de la capacité de détection doivent prendre en compte les objectifs de 5.2.1.1. Les séries de mesures répertoriées dans le Tableau 1 et le Tableau 2 doivent être réalisées au moins à chaque endroit nécessaire à la vérification de l'intégrité de la capacité de détection dans la zone de détection. En ce qui concerne les AOPDDR disposant de plus d'un élément émetteur et/ou un élément récepteur, il peut se révéler nécessaire de procéder à des mesures pour chaque élément. Lorsque des valeurs de mesure sont exigées pour la vérification, chaque résultat d'essai doit être basé sur un minimum de 1 000 mesures individuelles à chaque position de l'éprouvette d'essai.

NOTE 1 L'utilisation d'outils spéciaux fournis par le fabricant peut se révéler nécessaire pour réaliser certains essais impliquant l'enregistrement et l'analyse des valeurs de mesure.

Les dispositions adoptées pour les essais de 5.2.1.2.2, 5.2.1.2.3 et 5.2.1.2.4 doivent être compatibles avec les caractéristiques de l'AOPDDR soumis à essai. Les essais d'interférence lumineuse doivent être réalisés avec l'éprouvette d'essai noire (voir 4.2.13.2) avec une distance minimale de 1,0 m entre l'AOPDDR et l'éprouvette d'essai et à la distance de détection maximale. La séquence d'essais d'interférence lumineuse doit être la suivante:

- l'éprouvette d'essai doit être située à la distance exigée avant le début de l'essai qui, pour les essais selon les Figures 5 ou 8, est le seuil de la zone de détection;
- le dispositif d'interverrouillage pour le démarrage et le redémarrage ne doit pas être en fonction pendant le déroulement des essais selon les Figures 5 ou 8;
- l'AOPDDR doit être en fonctionnement normal et les OSSD à l'état INACTIF pendant que les essais selon les Figures 5 ou 8 sont réalisés;
- la source de lumière perturbatrice doit ensuite être activée;
- l'essai doit continuer pendant une durée de 3 min.

NOTE 2 Etant donné la conception inhérente de l'AOPDDR, par exemple sa construction opto-mécanique, il peut s'avérer nécessaire de procéder à d'autres séries de mesures à des distances supplémentaires.

NOTE 3 Les outils de diagnostic et de configuration (par exemple les logiciels) qui appartiennent à l'AOPDDR peuvent également être utilisés pour ces mesures.

5.2.1.2.2 Influence de la lumière incandescente

L'influence de la lumière incandescente sur l'intégrité de la capacité de détection doit être essayée en utilisant la configuration illustrée aux Figures 4 ou 5. Lors de l'essai selon la Figure

4, des valeurs de mesure sont nécessaires pour vérifier l'intégrité de la capacité de détection. Lors de l'essai selon la Figure 5, l'ESPE doit rester à l'état INACTIF pendant la séquence de l'essai.

La mesure de l'intensité lumineuse doit être effectuée au niveau de la fenêtre optique de l'AOPDDR quand l'essai est effectué à une distance de fonctionnement de 1,0 m. Lorsque l'essai est effectué à la distance de fonctionnement maximale, la mesure de l'intensité lumineuse doit être effectuée dans le plan de détection à une distance de 1,0 m de l'éprouvette d'essai en direction de l'AOPDDR. La lumière perturbatrice doit être dirigée directement le long de l'axe optique du ou des récepteurs. L'essai de l'influence de la lumière incandescente sur l'intégrité de la capacité de détection (précision de mesure) doit être effectué comme suit:

- L'intensité lumineuse doit être la plus proche possible de la valeur maximale de 3 000 lx avec l'AOPDDR restant en fonctionnement normal.
- Si le plus haut niveau d'éclairage direct pour lequel l'AOPDDR demeure en fonctionnement normal est inférieur à 1 500 lx, un essai complémentaire doit être réalisé avec la source lumineuse réfléchi sur l'AOPDDR par un objet de taille 0,5 m × 0,5 m ayant une surface de réflexion diffuse. L'objet doit être placé en dehors de la zone de détection et de la zone de tolérance. Le coefficient de réflexion diffuse de l'objet utilisé pour cet essai doit être supérieur à 80 % pour les longueurs d'ondes utilisées par l'AOPDDR et doit être dans la plage utilisée pour la mesure de l'intensité. L'intensité lumineuse pour cet essai complémentaire doit être la plus proche possible de la valeur maximale de 3 000 lx avec l'AOPDDR restant en fonctionnement normal.

NOTE La position relative de la source de lumière interférente, de l'éprouvette d'essai et de l'AOPDDR peut affecter la capacité de détection. Par exemple, une perte de capacité de détection due à l'existence d'un temps de récupération peut être révélée quand l'éprouvette d'essai est placée dans le cycle de balayage immédiatement après la source lumineuse d'interférence (voir Figures 4 et 5).

5.2.1.2.3 Influence de la lumière incandescente réfléchi par l'arrière plan

L'influence de la lumière incandescente réfléchi par l'arrière-plan sur l'intégrité de la capacité de détection doit être vérifiée en utilisant la configuration illustrée à la Figure 6. L'essai doit être conduit au niveau d'intensité maximale pour lequel l'AOPDDR reste en fonctionnement normal. Ce niveau d'intensité doit être au minimum de 1 500 lx. Quand l'AOPDDR demeure en fonctionnement normal au-dessus de 3 000 lx, le niveau d'essai doit être de 3 000 lx. La mesure de l'intensité de la lumière réfléchi doit être réalisée dans le plan de détection sur l'axe de l'éprouvette d'essai.

Les deux essais de l'influence de la lumière incandescente sur l'intégrité de la capacité de détection (précision de mesure) doivent être réalisés dans les conditions suivantes:

- la lumière doit être générée par une source de lumière incandescente comme décrit en 5.4.6.2;
- la source de lumière doit être située à l'extérieur de la zone de détection et de la zone de tolérance;
- la source de lumière doit être orientée aussi près que possible du plan de détection.

5.2.1.2.4 Influence de la lumière stroboscopique

L'influence de la lumière stroboscopique sur l'intégrité de la capacité de détection doit être essayée en utilisant la configuration illustrée aux Figures 7 ou 8. Lors de l'essai selon la Figure 7, des valeurs de mesure sont nécessaires pour vérifier l'intégrité de la capacité de détection. Lors de l'essai selon la Figure 8, l'ESPE doit rester à l'état INACTIF pendant la séquence de l'essai. Les essais doivent être effectués à la fréquence du flash de la source stroboscopique augmentée linéairement de 5 Hz à 200 Hz sur une période de 3 min. La position du flash doit être fixe pendant la durée des essais.

L'essai de l'influence de la lumière stroboscopique sur l'intégrité de la capacité de détection doit être effectué dans les conditions suivantes:

- la lumière perturbatrice doit être générée par la source de lumière stroboscopique décrite en 5.4.6.2;
- la source de lumière doit être placée à 3,0 m de l'éprouvette d'essai comme illustré aux Figures 7 et 8. Si l'AOPDDR ne reste pas en condition de fonctionnement normal, la source de lumière doit être encore éloignée jusqu'à la reprise du fonctionnement normal;
- la source de lumière doit être située à l'extérieur de la zone de détection et de la zone de tolérance;
- la source de lumière doit être orientée aussi près que possible du plan de détection.

5.2.1.3 Essai d'endurance de la capacité de détection

Il doit être vérifié que la capacité de détection est maintenue en effectuant un essai d'endurance comme présenté ci-après. Les résultats des analyses et des essais selon 5.2.1.2 doivent être utilisés pour déterminer les conditions du cas le plus défavorable et l'éprouvette d'essai appropriée (voir 4.2.13) à utiliser pour cet essai.

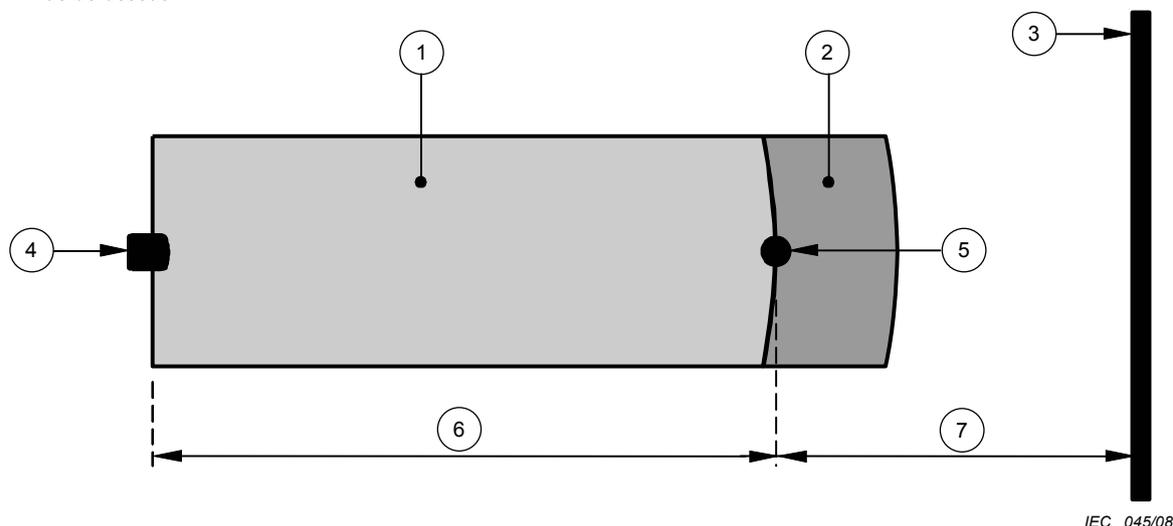
Un essai de fonctionnement limité B (essai B) selon 5.2.3.3 de la CEI 61496-1 doit être conduit avec l'ESPE en fonctionnement continu dans les conditions du cas le plus défavorable déterminé. L'éprouvette d'essai doit être placée dans la position du cas le plus défavorable et maintenue dans cette position pour une période de 150 h.

S'il existe plusieurs positions de cas les plus défavorables, l'essai doit être réalisé pour chaque position de l'éprouvette d'essai. L'existence possible de zone(s) à capacité de détection limitée doit être prise en compte.

NOTE 1 Il est permis de modifier le matériel ou le logiciel (si applicable) lors de la simulation des conditions du cas le plus défavorable.

NOTE 2 Des exemples de configuration d'essai sont illustrés aux Figures 11 et 12.

Vue de dessus

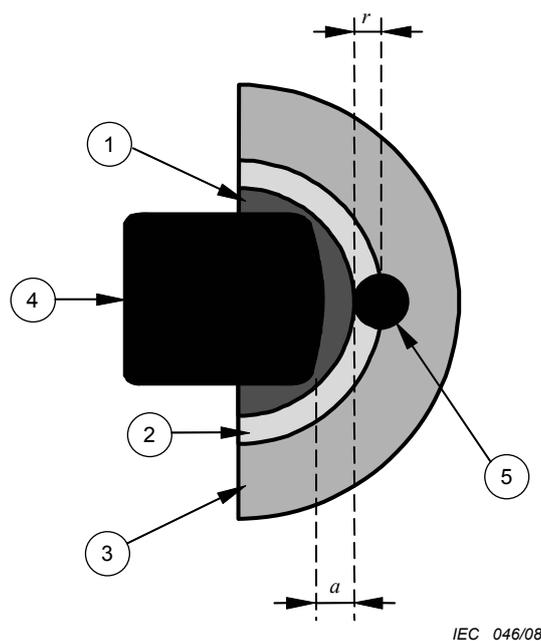


IEC 045/08

Légende

- 1 Zone de détection configurée
- 2 Zone de tolérance
- 3 Arrière-plan avec réflectance du cas le plus défavorable (si l'arrière-plan modifie les valeurs mesurées).
- 4 AOPDDR avec un exemple donné de pollution homogène et de pollution ponctuelle maximales non détectées sur la fenêtre optique et de détérioration maximale par vieillissement des composants, etc.
- 5 Eprouvette d'essai; l'éprouvette d'essai noire conduira à un plus petit rapport signal sur bruit (S/N) que l'éprouvette d'essai blanche.
- 6 Portée maximale de la zone de détection
- 7 Dépend de la conception de l'AOPDDR

Figure 11 – Configuration pour l'essai d'endurance – Exemple 1



Légende

- 1 Zone à capacité de détection restreinte
- 2 Zone de détection configurée
- 3 Zone de tolérance
- 4 AOPDDR avec un exemple donné de pollution homogène et de pollution ponctuelle maximales non détectées sur la fenêtre optique et de détérioration maximale par vieillissement des composants, etc.
- 5 Epreuve d'essai; l'épreuve d'essai noire conduira à un plus petit rapport signal sur bruit (S/N) que l'épreuve d'essai blanche.

NOTE 1 $a \leq 50$ mm selon 4.1.4

NOTE 2 r = rayon de l'épreuve d'essai

Figure 12 – Configuration pour l'essai d'endurance – Exemple 2

5.2.3 Essais de fonctionnement limités

5.2.3.1 Généralités

Addition:

Sauf spécification contraire dans cette partie, l'une ou l'autre des épreuves d'essai spécifiées en 4.2.13.2 ou en 4.2.13.3 doit être utilisée pour les essais de fonctionnement limité.

Essais de fonctionnement complémentaires:

5.2.9 Epreuves d'essai pour essai de type

Les valeurs de réflectivité spécifiées des épreuves d'essai doivent être vérifiées par examen de la déclaration du fournisseur (fondée sur des résultats d'essai) ou par des mesures. D'autres épreuves d'essai peuvent être utilisées pour effectuer ces essais dans la mesure où elles satisfont aux exigences de la présente norme.

5.2.10 Précision des mesures de distance

La justesse et la validité des calculs du fournisseur destinés à déterminer la précision des mesures de distance ainsi que la zone de tolérance doivent être vérifiées par comparaison avec les résultats des mesures de la capacité de détection, conformément à 5.2.1.

5.2.11 Géométrie du balayage, fréquence du balayage et temps de réponse

Le respect des exigences relatives à la géométrie du balayage et à la fréquence du balayage doit être vérifié par des analyses et/ou des mesures. Le calcul du temps de réponse doit être vérifié par des analyses comprenant la vitesse, la direction dans le cas le plus défavorable et le principe de balayage. Des mesures statiques et dynamiques complémentaires doivent être effectuées, si nécessaire.

5.2.12 Longueur d'ondes

La longueur d'ondes de l'émetteur doit être vérifiée par examen de la fiche des caractéristiques du dispositif ou par des mesures.

5.2.13 Intensité du rayonnement

L'intensité du rayonnement doit être vérifiée par des mesures conformément à la CEI 60825-1 et par examen de la déclaration du fournisseur. La justesse du marquage laser de classe 1 doit également être vérifiée.

5.2.14 Construction mécanique

Le respect des exigences de 4.2.16 doit être vérifié par examen.

5.3 Essai de performance dans des conditions de défaut

5.3.2 ESPE de type 1

Ce paragraphe de la Partie 1 n'est pas applicable.

5.3.3 ESPE de type 2

Ce paragraphe de la Partie 1 n'est pas applicable.

5.3.4 ESPE de type 3

Addition:

Il doit être vérifié que la dérive ou le vieillissement des composants qui influencent la capacité de détection entraînent le passage des OSSD à l'état INACTIF en moins de 5 s, conformément à 4.3.10.

5.3.5 ESPE de type 4

Ce paragraphe de la Partie 1 n'est pas applicable.

5.4 Essais d'environnement

5.4.2 Variation de la température ambiante et humidité

Addition:

L'ESPE doit être soumis à l'essai de condensation suivant:

- l'ESPE doit être alimenté à sa tension assignée et stocké dans une enceinte d'essai à une température ambiante de 5 °C pendant 1 h;

- la température ambiante et l'humidité doivent être modifiées dans un délai inférieur ou égal à 2 min pour atteindre une température de (25 ± 5) °C et une humidité relative de (70 ± 5) %;
- une séquence d'essai C doit être menée pendant une période de 10 min avec l'éprouvette d'essai noire (voir 4.2.13.2);
- la fonction de verrouillage au redémarrage, si elle existe, ne doit pas être activée pendant la séquence d'essai C;
- pour vérifier la capacité de détection spécifiée de l'ESPE pendant la séquence d'essai C, il faut que:
 - a) soit l'ESPE fonctionne avec une zone de détection configurée comme décrit en 5.1.1.2 et une distance entre l'AOPDDR et l'éprouvette d'essai de 1,0 m;
 - b) soit des valeurs mesurées soient prises pour vérification.

5.4.4.1 Vibrations

Addition:

A la fin des essais, on doit examiner l'AOPDDR pour vérifier l'absence de dommage lié à un déplacement et/ou à des fissures de la fenêtre optique. Il doit être vérifié par un essai que l'orientation, la taille ou la position du plan de détection n'ont pas varié.

5.4.4.2 Chocs

Addition:

A la fin des essais, on doit examiner l'AOPDDR pour vérifier l'absence de dommage lié à un déplacement et/ou à des fissures de la fenêtre optique. Il doit être vérifié par un essai que l'orientation, la taille ou la position du plan de détection n'ont pas varié.

Essais d'environnement complémentaires:

5.4.4.3 Variation de température

L'ESPE doit être soumis à un essai Na conformément à la CEI 60068-2-14 utilisant les valeurs et conditions suivantes:

- température basse T_A : -25 °C;
- température haute T_B : 70 °C;
- quatre cycles;
- l'ESPE ne doit pas être sous tension pendant les cycles de température;
- durée t_1 : 60 min;
- à la fin des essais, on doit examiner l'AOPDDR pour vérifier l'absence de dommage lié à un déplacement et/ou à des fissures de la fenêtre optique;
- une séquence d'essai B doit être conduite dans les conditions d'environnement conformes à 5.1.2.1 de la CEI 61496-1 afin de vérifier que l'ESPE est capable de continuer à fonctionner normalement.

5.4.4.4 Essais aux marteaux

5.4.4.4.1 Généralités

L'ESPE doit être soumis à des essais conformément à la CEI 60068-2-75 utilisant les valeurs et conditions suivantes:

- trois impacts;
- montage avec ses moyens de fixation normaux sur un support rigide plan;
- pas de mesure initiale;
- position telle que les impacts sont dirigés au centre de la fenêtre optique dans le plan de détection;
- ESPE non alimenté pendant les impacts.

L'essai de 5.4.4.4.2 doit être effectué après que les essais de variation de température de 5.4.4.3 ont été réalisés et avant les essais de 5.4.5. L'essai de 5.4.4.4.3 doit être effectué à l'issue de l'essai de 5.4.5.

5.4.4.4.2 Fonctionnement normal

Pour vérifier que l'ESPE continue à fonctionner normalement après les impacts conformément à la CEI 60068-2-75, les valeurs et les conditions suivantes doivent être utilisées:

- énergie d'impact de 0,5 J;
- à la fin des essais, on doit examiner l'AOPDDR pour vérifier l'absence de dommage lié à un déplacement et/ou à des fissures de la fenêtre optique;
- une séquence d'essai B doit être effectuée en plaçant l'éprouvette d'essai dans toutes les positions où la capacité de détection spécifiée peut être réduite par les impacts.

5.4.4.4.3 Défaillance dangereuse

Pour vérifier que l'ESPE ne connaîtra pas de défaillance dangereuse après les impacts conformément à la CEI 60068-2-75, les valeurs et les conditions suivantes doivent être utilisées:

- énergie d'impact de 2,0 J;
- à la fin des essais, on doit examiner l'AOPDDR pour vérifier l'absence de dommage lié à un déplacement et/ou à des fissures de la fenêtre optique;
- une séquence d'essai C doit être menée en plaçant l'éprouvette d'essai dans toutes les positions où la capacité de détection spécifiée peut être réduite par les impacts.

5.4.5 Enveloppes

Remplacement:

Le respect des exigences de 4.3.4 de la présente norme sur les degrés de protection doit être vérifié conformément à la CEI 60529 après la réalisation des essais de 5.4.4 (hormis l'essai de 5.4.4.4.3). Le respect des exigences restantes doit être vérifié par examen.

Essais d'environnement complémentaires:

5.4.6 Interférence lumineuse sur les éléments récepteurs d'un AOPDDR et les autres composants optiques

5.4.6.1 Généralités

Sauf spécification contraire, les essais relatifs aux effets de l'interférence lumineuse sur les éléments récepteurs d'un AOPDDR et les autres composants optiques décrits en 5.4.6.4, 5.4.6.5 et 5.4.6.6 doivent être réalisés dans les conditions générales suivantes:

- la source de lumière doit être située à l'extérieur de la zone de détection et de la zone de tolérance;
- la source de lumière doit être dirigée aussi près que possible du plan de détection;

- la lumière perturbatrice doit être dirigée selon l'axe optique d'un ou de plusieurs éléments récepteurs;
- la mesure de l'intensité lumineuse doit être réalisée dans le plan du boîtier de l'AOPDDR.

Le dispositif d'essai utilisé doit être compatible avec les caractéristiques de l'AOPDDR soumis à essai. Un dispositif d'essai approprié à l'essai d'interférence lumineuse sur les éléments récepteurs d'un AOPDDR est illustré à la Figure 9. Tous les essais doivent être réalisés avec l'éprouvette d'essai noire (voir 4.2.13.2). Pendant les séquences d'essai B et C, l'éprouvette d'essai doit être introduite dans la zone de détection de manière à ce que la lumière perturbatrice ne soit pas interrompue. L'éprouvette d'essai doit alors être déplacée à une vitesse voisine de 0,1 m/s à travers toute la zone de détection à une distance uniforme de l'AOPDDR.

Les essais décrits en 5.4.6.4.3, 5.4.6.4.4, 5.4.6.5.4, 5.4.6.5.5 et 5.4.6.6.3 ne doivent être effectués que si l'AOPDDR contient des composants optiques autres que ceux nécessaires à la fonction de détection ou à la mesure des distances et qui peuvent être influencés par la lumière perturbatrice. Les essais doivent être réalisés en utilisant une configuration d'essai comparable à celle de la Figure 9. L'analyse des caractéristiques et de la fonction prévue des autres composants optiques doit être effectuée pour déterminer si des compléments à ou des combinaisons de conditions d'essais sont nécessaires pour la détection de possibles défaillances dangereuses de l'ESPE (par exemple, pour vérifier l'absence de défaillance dangereuse de l'ESPE en raison des moyens de surveillance de la pollution en présence de lumière perturbatrice).

NOTE D'autres composants optiques peuvent inclure par exemple: des émetteurs, récepteurs, réflecteurs, lentilles, etc., fournis avec l'AOPDDR.

Le Tableau 2 donne une vision générale des essais d'interférences lumineuses.

Tableau 2 – Vue d'ensemble des essais d'interférence lumineuse

Paragraphe	Essai relatif à	Source de lumière	Valeur d'intensité lux	Position de mesure	Figure	Séquence d'essai	Remarques
5.2.1.2.2	Précision de mesure	Incandescente	$E \leq 3\,000$ ¹⁾	Voir 5.2.1.2.2	4 ou 5	–	La Figure 4 peut être utilisée pour un AOPDDR qui donne des valeurs de mesure; des essais complémentaires avec une lumière réfléchie peuvent s'avérer nécessaires (voir 5.2.1.2.2)
5.2.1.2.3			$1\,500 \leq E \leq 3\,000$ ¹⁾	Dans le plan de l'éprouvette d'essai	6	–	Lumière réfléchie par l'arrière-plan
5.2.1.2.4		Stroboscopique	–		7 ou 8	–	La Figure 7 peut être utilisée pour un AOPDDR qui fournit des valeurs de mesure
5.4.6.4.1	Fonctionnement normal	Incandescente	1 500	Devant le récepteur de l'AOPDDR	9	1	Les essais complémentaires a) et b) de 5.4.6.4.1 peuvent être nécessaires
5.4.6.4.2	Défaillance dangereuse		3 000			2	Les essais complémentaires a) et b) de 5.4.6.4.2 peuvent être nécessaires
5.4.6.4.3	Fonctionnement normal		1 500	Devant l'autre récepteur	–	1	2)
5.4.6.4.4	Défaillance dangereuse		3 000		–	2	2)
5.4.6.5.2	Fonctionnement normal	Fluorescente	–	–	9	1	Zone de détection minimale, Zone de détection + zone de tolérance $\geq 0,2$ m
5.4.6.5.3	Défaillance dangereuse		–	–		2	Éprouvette d'essai placée à la distance de la zone de détection maximale
5.4.6.5.4	Fonctionnement normal		–	–	–	1	2) Zone de détection minimale, zone de détection + zone de tolérance $\geq 0,2$ m
5.4.6.5.5	Défaillance dangereuse		–	–	–	2	2) Éprouvette d'essai à la distance de la zone de détection maximale
5.4.6.6.2	Défaillance dangereuse	Stroboscopique	–	–	9	3	2)
5.4.6.6.3					–		
5.4.6.7.2	Fonctionnement normal	AOPDDR identique	–	–	10	–	Pas nécessaire en cas de restrictions de montage/essai A- sans éprouvette d'essai
5.4.6.7.3	Défaillance dangereuse		–	–		–	Aucun OSSD à l'état ACTIF
5.4.6.8.2	Défaillance dangereuse	Feu clignotant	–	–	9	3	2)
5.4.6.8.3					–		
1) Intensité maximale à laquelle l'AOPDDR reste en fonctionnement normal.							
2) Essai d'interférence sur d'autres composants optiques.							

5.4.6.2 Sources de lumière

Les sources de lumière doivent être les suivantes.

a) **Source de lumière incandescente:** une lampe halogène (quartz) à filament en tungstène linéaire avec les caractéristiques suivantes:

- température de couleur: 3 000 K à 3 200 K;
- puissance d'entrée assignée: 500 W à 1 kW;
- tension assignée: toute valeur de la plage 100 V à 250 V;
- tension d'alimentation: tension assignée ± 2 %, courant alternatif sinusoïdal de 48 Hz à 62 Hz;
- longueur nominale: 150 mm à 250 mm.

La lampe doit être montée sur un réflecteur parabolique de dimensions minimales 200 mm \times 150 mm, ayant une surface à réflexion diffuse et une réflectance uniforme à ± 5 % sur toute la plage de longueurs d'ondes de 400 nm à 1 500 nm.

NOTE 1 Cette source produit un faisceau d'une intensité presque uniforme avec une diffusion spectrale connue et une modulation prévisible à deux fois la fréquence d'alimentation. Elle est utilisée pour simuler à la fois la lumière du soleil et l'éclairage incandescent d'un poste de travail.

b) **Source de lumière fluorescente:** un tube fluorescent linéaire avec les caractéristiques suivantes:

- taille: T8 \times 1 200 mm (diamètre nominal de 25 mm);
- puissance assignée: 30 W à 40 W;
- température de couleur: 5 000 K à 6 000 K;

utilisé en combinaison avec un ballast électronique ayant les caractéristiques suivantes:

- fréquence de fonctionnement: 30 kHz à 40 kHz;
- puissance assignée correspondant au tube;

et fonctionnant sous sa tension d'alimentation assignée ± 2 %, sans réflecteur ni diffuseur.

NOTE 2 D'autres sources de lumière fluorescentes, par exemple des ballasts électroniques avec une fréquence de fonctionnement autre que celle spécifiée, peuvent aboutir à des résultats d'essais différents. Par conséquent, il convient d'envisager pour la réalisation des essais d'utiliser d'autres types de sources de lumière fluorescente ou un générateur de source de lumière simulant les effets de ces différentes sources de lumière.

c) **Source de lumière à feu clignotant:** une source de lumière utilisant un tube à éclair au xénon (sans enveloppe, réflecteur ou filtre) disposant des caractéristiques suivantes:

- durée de l'éclair: de 40 μ s à 120 μ s (mesuré au point d'intensité moitié);
- fréquence de l'éclair: 0,5 Hz à 2 Hz;
- énergie d'entrée par éclair: 3 J à 5 J;

d) **Source de lumière stroboscopique:** un stroboscope utilisant un tube à éclair au xénon (sans enveloppe, réflecteur ou filtre) disposant des caractéristiques suivantes:

- durée de l'éclair: de 5 μ s à 30 μ s (mesuré au point d'intensité moitié);
- fréquence de l'éclair: 5 Hz à 200 Hz (plage réglable);
- énergie d'entrée par éclair: 0,05 J (à 200 Hz) à 0,5 J (à 5 Hz).

5.4.6.3 Séquences d'essais

Séquence d'essai 1:

- a) ESPE en fonctionnement normal

- b) Mise en marche de la lumière interférente
- c) Essai B
- d) Coupure de l'ESPE pendant une période de 5 s. Rétablissement de l'alimentation. Réinitialiser le verrouillage de démarrage le cas échéant.
- e) Essai B
- f) Coupure de la lumière interférente
- g) Essai B

Séquence d'essai 2:

- a) ESPE en fonctionnement normal
- b) Mise en marche de la lumière interférente
- c) Essais C à répétition pendant une période de 1 min
- d) Coupure de l'AOPDDR pendant une période de 5 s. Rétablissement de l'alimentation. Réinitialiser le verrouillage de démarrage le cas échéant.
- e) Essais C à répétition pendant une période de 1 min
- f) Coupure de la lumière interférente
- g) Essais C à répétition pendant une période de 1 min

Séquence d'essai 3:

- a) ESPE en fonctionnement normal
- b) Mise en marche de la lumière interférente
- c) Essais C à répétition pendant une période de 3 min

5.4.6.4 Interférence lumineuse – Lumière incandescente

5.4.6.4.1 Fonctionnement normal – Interférence sur les éléments récepteurs de l'AOPDDR

L'ESPE doit être soumis à un essai utilisant la séquence d'essai 1 de 5.4.6.3 avec la source de lumière incandescente de 5.4.6.2 produisant une lumière d'intensité de $1\ 500\ \text{lx} \pm 10\ %$. L'ESPE ne doit pas passer à l'état ACTIF quand la séquence d'essai exige qu'il soit à l'état INACTIF. Si l'ESPE passe à l'état INACTIF quand la séquence d'essai exige qu'il soit à l'état ACTIF les essais complémentaires a) et b) doivent être réalisés.

- a) L'ESPE doit continuer à fonctionner normalement pendant la séquence d'essai 1 de 5.4.6.3 utilisant la source de lumière incandescente de 5.4.6.2. La source de lumière doit être aussi près que possible du plan de détection sans être détectée par l'ESPE et la distance entre l'ESPE et la source de lumière doit être la distance minimale à laquelle l'ESPE est capable de satisfaire à l'essai A. Si l'intensité mesurée devant le récepteur de l'AOPDDR est inférieure à $1\ 500\ \text{lx}$, alors les documents d'accompagnement doivent contenir des informations sur la façon d'éviter l'interférence par des sources de lumière incandescente (voir l'Article 7, point ppp)).
- b) L'ESPE doit continuer à fonctionner normalement pendant la séquence d'essai 1 de 5.4.6.3 utilisant la source de lumière incandescente de 5.4.6.2. La source de lumière doit être située dans le plan de détection et la distance entre l'ESPE et la source de lumière doit être la distance minimale à laquelle l'ESPE est capable de satisfaire à l'essai A. Si l'intensité mesurée devant le récepteur de l'AOPDDR est inférieure à $1\ 500\ \text{lx}$, alors les documents d'accompagnement doivent contenir des informations sur la façon d'éviter l'interférence par des sources de lumière incandescente (voir l'Article 7, point ppp)).

5.4.6.4.2 Défaillance dangereuse – Interférence sur les éléments récepteurs de l'AOPDDR

Il ne doit se produire aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 2 décrite en 5.4.6.3, utilisant la source de lumière incandescente de 5.4.6.2 produisant une intensité lumineuse de $3\,000\text{ lx} \pm 10\%$. Si la source lumineuse est à l'intérieur de la zone de détection ou de la zone de tolérance pour cet essai, les essais additionnels a) et b) doivent être réalisés.

- a) Il ne doit se produire aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 2 décrite en 5.4.6.3, utilisant la source de lumière incandescente de 5.4.6.2 produisant une intensité lumineuse de $3\,000\text{ lx} \pm 10\%$. La source de lumière doit être située aussi proche que possible du plan de détection sans être détectée par l'ESPE.
- b) Il ne doit pas y avoir de défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essai 2 de 5.4.6.3 utilisant la source de lumière incandescente de 5.4.6.2. La source de lumière doit être située dans le plan de détection en dehors de la zone de détection et de la zone de tolérance, mais proche du bord de la zone de tolérance. Les essais C doivent être effectués avec l'axe de l'éprouvette d'essai placé sur le bord le plus lointain de la zone de détection.

5.4.6.4.3 Fonctionnement normal – Interférence sur les autres composants optiques

L'ESPE doit continuer à fonctionner normalement pendant la séquence d'essais 1 de 5.4.6.3, utilisant la source de lumière incandescente de 5.4.6.2 qui produit une intensité lumineuse de $1\,500\text{ lx} \pm 10\%$.

5.4.6.4.4 Défaillance dangereuse – Interférence sur les autres composants optiques

Il ne doit se produire aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 2 décrite en 5.4.6.3, utilisant la source de lumière incandescente de 5.4.6.2 produisant une intensité lumineuse de $3\,000\text{ lx} \pm 10\%$.

5.4.6.5 Interférence lumineuse – Lumière fluorescente

5.4.6.5.1 Généralités

Cet essai doit être effectué selon trois variantes, en utilisant la lumière venant du centre puis celle venant de chacune des extrémités (anode et cathode) du tube.

NOTE Un des objectifs de l'essai utilisant une source de lumière fluorescente est de vérifier la sensibilité de l'AOPDDR à des fréquences de rayonnement optique élevées.

5.4.6.5.2 Fonctionnement normal – Interférence sur les éléments récepteurs de l'AOPDDR

L'essai doit être effectué avec la zone de détection minimum possible mais la somme de la zone de détection et de la zone de tolérance doit être $\geq 0,2\text{ m}$. L'ESPE doit continuer à fonctionner normalement pendant la séquence d'essais 1 décrite en 5.4.6.3, utilisant une source de lumière fluorescente décrite en 5.4.6.2, placée en dehors de la zone de détection et de la zone de tolérance, mais proche des limites de la zone de tolérance.

5.4.6.5.3 Défaillance dangereuse – Interférence sur les éléments récepteurs de l'AOPDDR

L'essai doit être effectué avec la zone de détection maximum possible. Il ne doit y avoir aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 2 décrite en 5.4.6.3, utilisant une source de lumière fluorescente décrite en 5.4.6.2 située à une distance de $0,2\text{ m}$ du boîtier de l'AOPDDR dans le ou les plans de détection. Les essais C doivent être effectués avec l'axe de l'éprouvette d'essai placé sur le bord le plus lointain de la zone de détection.

NOTE Le corps de la lampe peut être détecté en tant qu'objet pendant cet essai.

5.4.6.5.4 Fonctionnement normal – Interférence sur les autres composants optiques

L'essai doit être effectué avec la zone de détection minimale mais la somme de la zone de détection et de la zone de tolérance doit être $\geq 0,2$ m. L'ESPE doit continuer à fonctionner normalement pendant la séquence d'essais 1 décrite en 5.4.6.3, utilisant une source de lumière fluorescente décrite en 5.4.6.2 placée à une distance de 0,2 m du boîtier de l'AOPDDR dans le ou les plans où il peut y avoir interférence lumineuse sur d'autres composants optiques. Si ce plan coïncide avec le plan de détection de l'AOPDDR ou le rencontre, la source de lumière fluorescente doit être placée à la distance la plus proche possible, mais $\geq 0,2$ m, de façon à ce que le corps de la lampe ne soit pas détecté.

5.4.6.5.5 Défaillance dangereuse – Interférence sur les autres composants optiques

L'essai doit être effectué avec la zone de détection maximale. Il ne doit se produire aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 2 décrite en 5.4.6.3, utilisant la source de lumière fluorescente décrite en 5.4.6.2, placée à une distance de 0,2 m du boîtier de l'AOPDDR dans le ou les plans où il peut y avoir interférence lumineuse avec d'autres composants optiques. Les essais C doivent être effectués avec l'axe de l'éprouvette d'essai placé sur le bord le plus lointain de la zone de détection.

NOTE Le corps de la lampe peut être détecté en tant qu'objet pendant cet essai.

5.4.6.6 Interférence lumineuse – Lumière stroboscopique

5.4.6.6.1 Généralités

Pendant les essais, la fréquence de l'éclair de la source stroboscopique doit être augmentée linéairement de 5 Hz à 200 Hz sur une période de 3 min. Les essais C requis doivent être répétés en continu pendant cette période. Les essais C doivent être effectués avec l'axe de l'éprouvette d'essai placé sur le bord le plus lointain de la zone de détection. La position de la source stroboscopique doit être fixe pendant la durée des essais.

5.4.6.6.2 Défaillance dangereuse – Interférence sur les éléments récepteurs de l'AOPDDR

Il ne doit y avoir aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 3 décrite en 5.4.6.3, utilisant une source de lumière stroboscopique décrite en 5.4.6.2 localisée à une distance de 3,0 m du boîtier de l'AOPDDR dans le ou les plans de détection.

5.4.6.6.3 Défaillance dangereuse – Interférence sur les autres composants optiques

Il ne doit se produire aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 3 décrite en 5.4.6.3, utilisant la source de lumière stroboscopique décrite en 5.4.6.2, placée à une distance de 3,0 m du boîtier de l'AOPDDR dans le ou les plans où il peut y avoir interférence lumineuse avec d'autres composants optiques.

5.4.6.7 Lumière interférente provenant d'un émetteur de conception identique

5.4.6.7.1 Généralités

Pour l'essai d'interférence entre les AOPDDR de conception identique, deux dispositifs doivent être montés à une position et dans un angle représentatifs des conditions du cas le plus défavorable déterminées par analyse. Un exemple de configuration propre à cet essai est illustré à la Figure 10.

NOTE 1 Pour l'essai de 5.4.6.7.3, les conditions du cas le plus défavorable relatives à cet essai peuvent comprendre des zones maximales de détection, des orientations de montage opposées des AOPDDR et le positionnement de l'éprouvette d'essai juste à côté des lignes médianes du faisceau comme indiqué à la Figure 10.

NOTE 2 Pour les essais de 5.4.6.7.2 et 5.4.6.7.3, le positionnement exact des dispositifs soumis à essai est exigé de sorte que le ou les faisceaux émetteurs d'un AOPDDR soit(soient) dirigé(s) exactement vers le ou les éléments récepteurs de l'autre AOPDDR. Une caméra infrarouge peut être utilisée pour obtenir un positionnement précis.

5.4.6.7.2 Fonctionnement normal

Le guide d'utilisation peut contenir des instructions concernant la manière d'éviter l'interférence de deux ou plusieurs AOPDDR de conception identique (par exemple par montage spécial). Si le fournisseur de l'AOPDDR ne donne aucune restriction de montage, les deux ESPE doivent faire l'objet d'un essai A pour une période de 4 h durant laquelle le rayonnement de l'émetteur ou des émetteurs d'un AOPDDR de conception identique est dirigé directement vers le ou les récepteurs de l'autre AOPDDR, conformément à la Figure 10, sans l'éprouvette d'essai.

5.4.6.7.3 Défaillance dangereuse

Il ne doit pas se produire de défaillance dangereuse de l'ESPE lorsque le rayonnement de l'émetteur ou des émetteurs d'un AOPDDR de conception identique est dirigé directement vers le ou les récepteurs de l'autre AOPDDR, conformément à la Figure 10. Cet essai doit être réalisé sur l'ensemble des ESPE pendant une durée de 4 h. Aucun des dispositifs en essai ne doit passer à l'état ACTIF.

5.4.6.8 Interférence lumineuse – Feu clignotant

5.4.6.8.1 Généralités

La position du feu clignotant doit être fixe pendant la durée des essais. Les essais C exigés doivent être réalisés avec l'axe de l'éprouvette d'essai placé sur le bord le plus lointain de la zone de détection.

5.4.6.8.2 Défaillance dangereuse – Interférence sur les éléments récepteurs de l'AOPDDR

Il ne doit y avoir aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 3 décrite en 5.4.6.3, utilisant le feu clignotant décrit en 5.4.6.2 placé à une distance de 3,0 m du boîtier de l'AOPDDR dans le ou les plans de détection.

5.4.6.8.3 Défaillance dangereuse – Interférence sur les autres composants optiques

Il ne doit se produire aucune défaillance dangereuse de l'ESPE pendant la séquence d'essais 3 décrite en 5.4.6.3, utilisant le feu clignotant décrit en 5.4.6.2, placé à une distance de 3,0 m du boîtier de l'AOPDDR dans le ou les plans où il peut y avoir interférence lumineuse avec d'autres composants optiques.

5.4.7 Interférence due à la pollution

5.4.7.1 Généralités

L'immunité aux interférences dues à la pollution doit être vérifiée en effectuant des essais simulant la pollution ponctuelle et la pollution homogène. Les essais mentionnés en 5.4.7.2 et 5.4.7.3 peuvent se révéler insuffisants pour couvrir toutes les conceptions possibles des moyens de mesure de la pollution. Dans de tels cas, une analyse et des essais complémentaires doivent être effectués pour vérifier la capacité de détection déclarée. Par exemple, il peut être nécessaire de considérer la variation de la réflectivité d'un objet de référence ou la capacité de transmission des composants optiques. Une attention particulière doit être portée à l'influence de la température sur les moyens de surveillance de la pollution.

5.4.7.2 Essai de pollution par points d'essai opaques

L'immunité à la pollution ponctuelle doit être vérifiée de la manière suivante:

- La pollution ponctuelle doit être simulée par l'utilisation de points circulaires d'essai opaques de trois diamètres différents:
 - le demi-diamètre du faisceau émetteur (moyenne) dans le plan du boîtier;
 - le demi-diamètre du faisceau récepteur (moyenne) dans le plan du boîtier;

- 10 mm.
- Le coefficient de réflexion diffuse des points d'essai à la longueur d'ondes du faisceau émetteur doit être compris dans la plage de 18 % à 22 %.
- Pendant l'essai, les points d'essai doivent être placés dans toute position pertinente par rapport à la capacité de détection de l'AOPDDR.
- Vérifier si la pollution ponctuelle simulée conduit à un état INACTIF des OSSD sur une période de 5 s ou qu'elle ne réduit pas la capacité de détection définie.
- Les essais doivent être réalisés pour vérifier que lorsque la pollution simulée conduit à un état INACTIF des OSSD, l'activation du verrouillage de redémarrage (le cas échéant) ou une nouvelle mise sous tension ne conduit pas à un état ACTIF des OSSD. Si un verrouillage de redémarrage est utilisé, les OSSD doivent rester à l'état INACTIF lorsque la pollution simulée est enlevée.

NOTE 1 Pour les besoins de la présente norme, le diamètre d'un faisceau laser gaussien est défini par les niveaux d'intensité $1/e^2$.

NOTE 2 Pour les besoins de la présente norme, le diamètre du faisceau récepteur est défini par l'ouverture du dispositif optique récepteur dans le plan de la fenêtre optique.

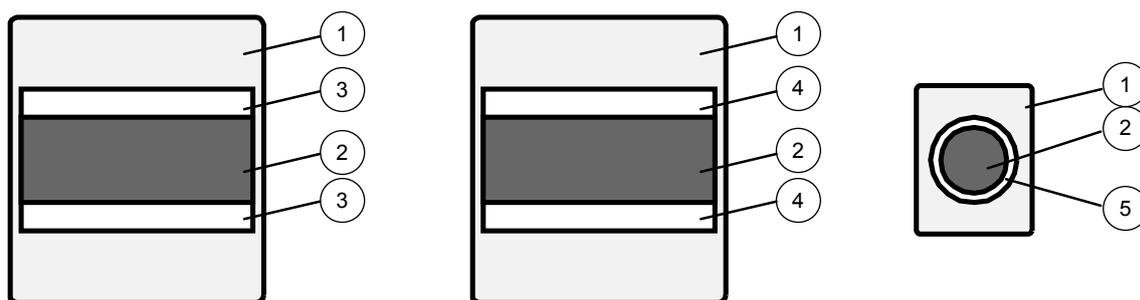
5.4.7.3 Essai de pollution homogène de la ou des zones du faisceau émetteur et récepteur

L'immunité à la pollution homogène doit être vérifiée de la manière suivante:

- La simulation de la pollution homogène doit être effectuée en utilisant une feuille métallique grise (demi-ton) ayant une fréquence de ligne supérieure à quatre lignes par millimètre. Les réflexions produites par une telle feuille métallique ne doivent avoir aucune influence sur les résultats d'essais.
- Pour un AOPDDR ayant une fenêtre optique incurvée, la feuille doit couvrir 45° de la ou des zones du faisceau émetteur et récepteur de la fenêtre optique du boîtier. En ce qui concerne les AOPDDR ayant des fenêtres optiques à caractéristiques planes, la feuille métallique doit couvrir 25 % de la ou des zones du faisceau émetteur et récepteur de la fenêtre optique du boîtier, mais doit être au minimum de la taille d'un faisceau récepteur dans le plan du boîtier.
- Pendant l'essai, la feuille métallique doit être placée dans n'importe quelle position dans la ou les zones du faisceau de l'émetteur et du récepteur qui seront pertinentes par rapport à la capacité de détection de l'AOPDDR. Voir la Figure 13b pour plus de détails.
- Vérifier si la pollution homogène simulée en dehors des limites spécifiées par le fournisseur conduit au passage des OSSD à l'état INACTIF dans une période de 5 s.
- Vérifier si l'AOPDDR continue à fonctionner normalement dans le cas où l'énergie du signal reçu est atténuée jusqu'à 30 % par la pollution homogène simulée.
- Les essais doivent être réalisés pour vérifier que lorsque la pollution simulée conduit à un état INACTIF des OSSD, l'activation du verrouillage de redémarrage (le cas échéant) ou une nouvelle mise sous tension ne conduit pas à un état ACTIF des OSSD. Si un verrouillage de redémarrage est utilisé, les OSSD doivent rester à l'état INACTIF lorsque la pollution simulée est enlevée.

NOTE 1 Des matériaux équivalents pour la simulation de la pollution homogène peuvent être utilisés, par exemple de la poudre.

NOTE 2 Dans certaines applications, par exemple en environnement poussiéreux, le taux d'accumulation de la pollution sur la fenêtre optique de l'AOPDDR peut être influencé par la position de montage et l'orientation de l'AOPDDR.

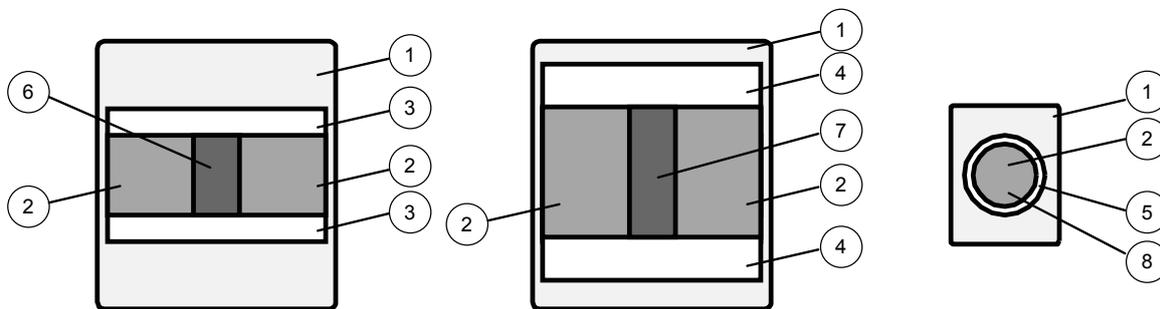


IEC 047/08

Légende

- 1 AOPDDR (vue de face)
- 2 Zone de l'émetteur et récepteur du faisceau de la fenêtre optique
- 3 Fenêtre optique incurvée
- 4 Fenêtre optique plate
- 5 Fenêtre optique de taille similaire au faisceau récepteur

Figure 13a – Exemples de différentes conceptions de boîtiers AOPDDR et de fenêtres optiques sans feuille pour la simulation de pollution homogène



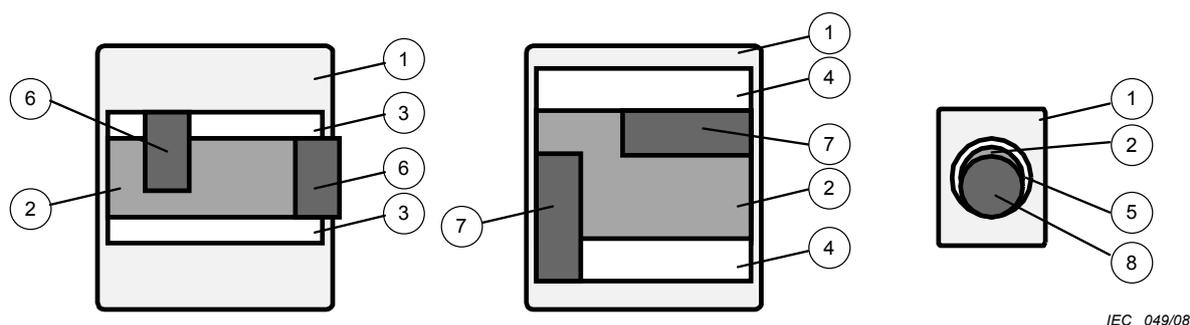
IEC 048/08

Légende

- 1 AOPDDR (vue de face)
- 2 Zone de l'émetteur et récepteur du faisceau de la fenêtre optique
- 3 Fenêtre optique incurvée
- 4 Fenêtre optique plate
- 5 Fenêtre optique de taille similaire au faisceau récepteur
- 6 Feuille à 45°
- 7 Feuille à 25 %
- 8 Feuille minimale

NOTE La Figure 13b illustre le positionnement de la feuille utilisée pour la simulation de pollution homogène.

Figure 13b – Exemples de différentes conceptions de boîtiers AOPDDR et de fenêtres optiques – Exemples de positions correctes de la feuille



IEC 049/08

Légende

- 1 AOPDDR (vue de face)
- 2 Zone de l'émetteur et récepteur du faisceau de la fenêtre optique
- 3 Fenêtre optique incurvée
- 4 Fenêtre optique plate
- 5 Fenêtre optique de taille similaire au faisceau récepteur
- 6 Feuille à 45° en position incorrecte
- 7 Feuille à 25 % en position incorrecte
- 8 Feuille minimale en position incorrecte

Figure 13c – Exemples de différentes conceptions de boîtiers AOPDDR et de fenêtres optiques – Exemples de positions incorrectes de la feuille

Figure 13 – Essai de pollution homogène

5.4.8 Interférence de l'arrière-plan

Si les mesures dans la zone de détection peuvent être influencées par l'arrière-plan, le fournisseur doit identifier les conditions du cas le plus défavorable en ce qui concerne l'interférence de l'arrière-plan.

L'essai d'interférence de l'arrière-plan sur la capacité de détection doit être réalisé selon 5.2.1.2 et le Tableau 1, avec les arrière-plans suivants:

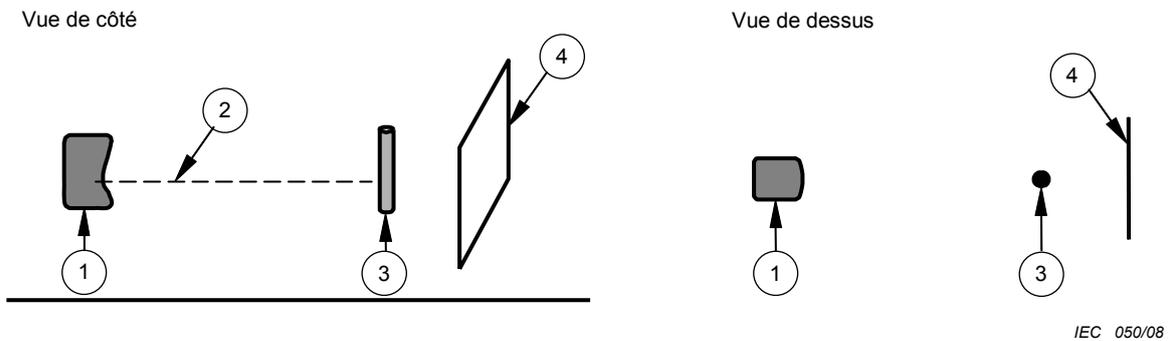
- a) un réflecteur à coins cubiques avec un coefficient de réflectivité $\geq 3\ 300\ \text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$;
- b) un réflecteur pour réflexion diffuse avec un coefficient de réflectivité de 1,8 % à 5 %;
- c) tout autre matériau d'arrière-plan approprié ayant une réflectivité comprise entre celles de a) et b), si l'on s'attend à ce que cet arrière-plan ait une plus grande influence sur la capacité de détection.

La distance du cas le plus défavorable entre l'éprouvette d'essai et l'arrière-plan doit être déterminée par des mesures.

Si le fournisseur spécifie une valeur de réflectivité maximale qui est contrôlée par l'AOPDDR, l'essai doit confirmer que les valeurs de réflectivité de l'arrière-plan qui dépassent la valeur de réflectivité maximale spécifiée conduisent les OSSD à passer à l'état INACTIF dans les limites du temps de réponse spécifié. Dans ce cas, l'essai d'interférence de l'arrière-plan conformément à a) ci-dessus doit être effectué avec un arrière-plan ayant la réflectivité maximale spécifiée avec les OSSD restant à l'état ACTIF lorsque la zone de détection n'est

pas pénétrée, au lieu d'essayer l'interférence de l'arrière-plan à l'aide d'un réflecteur à coins cubiques.

NOTE La Figure 14 illustre une configuration possible pour les essais selon 5.4.8.



Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Plan de détection
- 3 Eprouvette d'essai
- 4 Arrière-plan (taille déterminée par le cas le plus défavorable)

Figure 14 – Influence de l'arrière-plan sur la capacité de détection

5.4.9 Interférence manuelle

5.4.9.1 Essais avec points d'essai opaques

L'immunité à l'interférence manuelle doit être essayée de la manière suivante:

- L'interférence manuelle par points doit être simulée par l'utilisation de deux points d'essai opaques circulaires de 15 mm de diamètre. Le premier doit avoir un coefficient de réflexion diffuse dans la plage de 18 % à 22 % à la longueur d'ondes du faisceau émetteur. Le second doit être un réflecteur à coins cubiques ayant un coefficient de réflexion $\geq 3\ 300\ \text{cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.
- Pendant les deux essais, les points d'essai doivent être placés sur la fenêtre optique et, le cas échéant, à l'intérieur de la (des) zone(s) à capacité de détection limitée à toute position appropriée à la capacité de détection de l'AOPDDR (voir 4.1.4).

Les essais doivent être réalisés pour vérifier que l'interférence manuelle simulée conduit à – un état INACTIF des OSSD dans une période de 5 s ou dans le temps de réponse spécifié pour l'application selon l'Article A.12 ou l'Article A.13, ou ne réduit pas la capacité de détection définie.

- Les essais doivent être réalisés pour vérifier que lorsque l'interférence manuelle simulée conduit à un état INACTIF des OSSD, l'activation du verrouillage de redémarrage (le cas échéant) ou une nouvelle mise sous tension n'entraîne pas le passage à l'état ACTIF des OSSD. Si un verrouillage de redémarrage est utilisé, les OSSD doivent rester à l'état INACTIF lorsque l'interférence manuelle est enlevée.

Le second essai doit être réalisé à l'aide d'un point d'essai de réflectivité plus faible si le dispositif est conçu comme décrit au dernier alinéa de 5.4.8. Le point d'essai doit avoir la réflectance maximale avec laquelle l'AOPDDR reste en fonctionnement normal.

NOTE 1 Ces essais simulent l'interférence manuelle provoquée par de petits objets tels que rubans adhésifs ou briquets.

NOTE 2 L'essai d'interférence due à la pollution à l'aide du point d'essai opaque selon 5.4.7.2 permet de vérifier également l'immunité à l'interférence manuelle.

5.4.9.2 Essai d'interférence manuelle avec recouvrement de l'AOPDDR

Les essais d'immunité à l'interférence manuelle avec recouvrement doivent être conduits de la manière suivante:

- Les matériaux utilisés pour le recouvrement doivent avoir les réflectivités définies pour l'éprouvette d'essai noire, l'éprouvette d'essai blanche et l'éprouvette d'essai rétro-rélectrice (voir 4.2.13).
- L'essai doit être réalisé en plaçant les matériaux définis ci-dessus à l'intérieur de la(des) zone(s) à capacité de détection limitée (voir 4.1.4) en recouvrant la fenêtre optique du boîtier:
 - soit sur un arc de 90° pour un AOPDDR ayant une fenêtre optique incurvée;
 - soit sur 50 % de sa surface pour un AOPDDR ayant une fenêtre optique plane sous réserve qu'au moins un faisceau récepteur soit couvert.
- L'essai doit être réalisé selon la séquence suivante:
 - a) AOPDDR en fonctionnement normal.
 - b) Couper l'alimentation de l'AOPDDR. Introduire les matériaux utilisés pour le recouvrement. Rétablir l'alimentation. Réinitialiser le verrouillage de démarrage le cas échéant.
 - c) Les OSSD doivent rester à l'état INACTIF au moins jusqu'à ce que le recouvrement soit retiré.
 - d) Retirer le recouvrement. Réinitialiser le verrouillage de démarrage le cas échéant.
 - e) Introduire les matériaux utilisés pour le recouvrement.
 - f) Vérifier que les OSSD passent à l'état INACTIF dans une période de 5 s ou dans le temps de réponse spécifié pour l'application conformément à l'Article A.12 ou à l'Article A.13, et restent à l'état INACTIF.
- Des essais complémentaires par recouvrement d'angles ou de zones plus larges que celles définies ci-dessus doivent être menés dès lors que ce recouvrement est susceptible de ne pas pouvoir être détecté.

5.4.10 Ombrage optique dans la zone de détection

L'immunité contre l'ombrage optique dans la zone de détection doit être essayée comme suit:

- L'objet utilisé pour simuler l'ombrage optique doit être un cylindre ayant une longueur minimale effective de 0,3 m. La surface de l'éprouvette d'essai doit avoir un coefficient de réflexion diffuse entre 18 % et 22 % à la longueur d'onde du faisceau émetteur.
- Durant l'essai l'objet d'ombrage doit être utilisé perpendiculairement au plan de la zone de détection de l'AOPDDR.
- Le diamètre de l'objet d'ombrage doit être de 5 mm sauf autre valeur déterminée par l'analyse de 4.3.9.
- La zone de détection doit être configurée au maximum, si applicable.
- L'essai doit être réalisé en plaçant l'objet d'ombrage dans la zone de détection aussi près que possible de l'AOPDDR avec les OSSD restant à l'état ACTIF.
- L'éprouvette d'essai noire (voir 4.2.13.2) doit être utilisée pour effectuer les essais B.
- Les essais B doivent être effectués pour vérifier que la capacité de détection spécifiée subsiste en présence de l'ombrage optique. L'éprouvette d'essai noire doit être déplacée dans l'ombre optique de l'objet d'ombrage aussi près que possible de l'objet d'ombrage et à la distance maximale de détection spécifiée.

- Des essais complémentaires doivent être effectués quand l'analyse de 4.3.9 montre que ce qui suit peut affecter l'immunité à l'ombrage optique:
 - des distances entre l'AOPDDR et l'objet d'ombrage autres que celles spécifiées ci-dessus;
 - des dimensions de la zone de détection autres que maximales;
 - d'autres distances entre l'objet d'ombrage et l'éprouvette d'essai;
 - des diamètres différents de l'objet d'ombrage à différentes distances de l'AOPDDR;
 - des positions différentes de l'objet d'ombrage devant l'AOPDDR (par exemple d'autres angles) et/ou
 - plusieurs objets d'ombrage.

6 Marquage d'identification de sécurité

6.1 Généralités

Addition:

- k) indication du plan de détection;
- l) indication de l'axe du début de la zone de détection.

Les marquages exigés en 6.1 b), c) et d) de la CEI 61496-1 et 6.1 l) peuvent alternativement être donnés dans les documents d'accompagnement.

7 Documents d'accompagnement

L'article de la Partie 1 est applicable avec les exceptions suivantes:

Addition:

Les documents d'accompagnement doivent contenir les informations suivantes, le cas échéant:

- aaa) Des exemples d'applications montrant la ou les zones de tolérance.
- bbb) Les dimensions de la ou des zones maximale(s) et minimale(s) de détection et de tolérance accompagnées des informations sur le début de la zone de détection (voir également la Figure 1) pour la détermination du domaine de détection.
- ccc) L'information sur la distance minimale exigée entre le bord de la zone de détection et l'environnement pour ne pas détecter par exemple des murs ou des parties de machines afin de garantir la fiabilité de détection.
- ddd) Les instructions pour configurer la(les) zones de détection y compris la prise en compte de la(des) zones de tolérance et les détails sur les autres fonctions optionnelles de l'AOPDDR, décrites dans l'Annexe A de cette partie, si ces fonctions sont disponibles. Une indication claire doit être fournie lorsqu'une(des) zone(s) sont décrites, que ladite description soit liée à la (aux) zones de détection comme défini en 3.4 ou à la combinaison de la(des) zone(s) de détection et la(des) zone(s) de tolérance.
- eee) Les instructions précisant que les AOPDDR ne doivent pas être utilisés comme dispositifs de déclenchement utilisant une détection du corps entier dans des applications où l'angle d'approche dépasse $\pm 30^\circ$ par rapport au plan de détection si les exigences de l'Article A.12 ne sont pas satisfaites, et ne doivent pas être utilisées pour la détection des parties d'un corps dans des applications où l'angle d'approche dépasse $\pm 30^\circ$ par rapport au plan si les exigences de l'Article A.13 ne sont pas satisfaites.
- fff) Les informations sur le comportement de l'AOPDDR en présence de fumée et de réflexions spéculaires.
- ggg) Les informations sur la manière dont la capacité de détection peut être influencée si l'AOPDDR est utilisé à l'intérieur d'un boîtier complémentaire. Par exemple, des boîtiers complémentaires peuvent avoir un effet sur la capacité de détection et la zone de détection.

- hhh) Si cela est applicable pour la ou les application(s), il convient de recommander un marquage de la zone de détection sur le sol.
- iii) Les instructions sur la façon de fournir des renseignements sur papier concernant la configuration de la(des) zone(s) de détection, avec la date, le numéro de série de l'AOPDDR et l'identification de la personne responsable.
- jjj) Les restrictions de montage conformément à 4.3.5 et à 5.4.6.7.2 si un AOPDDR peut être influencé en fonctionnement normal par un AOPDDR de conception identique.
- kkk) Les informations concernant les influences extérieures qui peuvent ne pas être couvertes par la présente norme et qui peuvent diminuer la capacité de détection spécifiée. Ces exemples peuvent être les projections de robots de soudure, les télécommandes infrarouges, les rayonnements de différentes sources de lumière fluorescente et stroboscopique, la neige, la pluie, la pollution et les effets de la convection thermique.
- lll) Les informations sur la nécessité d'une vérification périodique de non-détérioration de la fenêtre optique (selon l'application).
- mmm) Les informations sur la nécessité d'une vérification périodique du montage de l'AOPDDR et de son exactitude ainsi que d'une vérification d'un défaut éventuel d'alignement de la(des) zone(s) de détection (selon l'application).
- nnn) Les informations concernant les mesures à prendre pour s'affranchir des effets possibles des radiations lasers, si applicable.
- ooo) Les informations exigées en 4.1.4 si l'AOPDDR possède une(des) zone(s) à capacité de détection limitée.
- ppp) Les informations relatives à l'évitement des interférences par sources lumineuses incandescentes lorsque cela est nécessaire par 5.4.6.4.1 b). Cette information doit contenir des exemples de sources lumineuses qui peuvent affecter le fonctionnement de l'AOPDDR et les distances appropriées entre l'AOPDDR et ces sources lumineuses.
- qqq) Les informations relatives à la vitesse maximale dans la direction du cas le plus défavorable au sein de la zone de détection de l'AOPDDR d'un objet ayant la plus petite dimension détectable (voir 4.2.12.3).
- rrr) Les informations précisant qu'un AOPDDR dont la capacité de détection spécifiée est supérieure à 117 mm ne doit pas être utilisée pour une direction d'approche parallèle à la zone de détection conformément à l'ISO 13855 (EN 999), 6.2.

Annexe A (normative)

Fonctions optionnelles de l'ESPE

L'Annexe A de la Partie 1 s'applique avec l'exception suivante.

Suppression:

L'Article A.8 ne s'applique pas.

Fonctions optionnelles complémentaires:

A.9 Configuration de la zone de détection et/ou des autres paramètres liés à la sécurité

A.9.1 Exigences fonctionnelles

Le réglage de la zone de détection et/ou d'autres paramètres liés à la sécurité ne doit pas être possible sans l'utilisation d'un outil. Cet outil peut être par exemple un programme de configuration logiciel protégé par un mot de passe.

Si le réglage est effectué au moyen d'un ordinateur personnel ou équivalent équipé de matériel et/ou de logiciel dédié non essayé, une procédure spécifique doit être suivie pour configurer la zone de détection. Cette procédure doit être conforme aux normes correspondantes applicables aux ordinateurs (voir également, 4.2.11 de la CEI 61496-1). Il ne doit être possible de configurer une zone de détection qu'au moyen du logiciel livré par le fournisseur de l'AOPDDR.

La procédure doit inclure la confirmation des paramètres d'entrée à l'AOPDDR en retransmettant ces paramètres d'entrée à l'unité de configuration (par exemple un ordinateur personnel), suivie de la confirmation par l'utilisateur.

Cette procédure de configuration doit être utilisée pour tous les réglages relatifs à la sécurité, par exemple le réglage du temps de réponse.

NOTE Il convient que le réglage des paramètres relatifs à la sécurité ne soit effectué que par des personnes qualifiées.

A.9.2 Vérification

La configuration de la zone de détection ou d'autres paramètres pertinents liés à la sécurité doit être vérifiée de la façon suivante:

- a) vérification de la ou des fonctions de configuration pour chaque paramètre de configuration (valeurs minimales, maximales et représentatives);

NOTE Il convient de prendre en compte l'existence possible de différences entre la zone de détection telle qu'affichée sur l'écran d'un outil de configuration (par exemple un ordinateur personnel) et la zone de détection réelle de l'AOPDDR.

- b) vérification de la vraisemblance des paramètres de configuration, par exemple par l'utilisation de valeurs erronées, etc.;
- c) vérification que l'accès à la configuration et les méthodes employées pour celle-ci par l'utilisateur sont conformes aux exigences des normes correspondantes (voir par exemple, 4.2.11 de la CEI 61496-1, ou autres normes pertinentes);

- d) vérification que dans le cas de zones de détection dont les dimensions peuvent varier pendant le fonctionnement, les données/les signaux permettant de déterminer la taille d'une zone de détection, sont générés et traités de manière à ce qu'un défaut unique ne peut conduire à une perte de la fonction de sécurité. Vérification que ce défaut unique est détecté et conduit les OSSD à rester à l'état INACTIF ou à passer à l'état INACTIF dans les limites du temps de réponse de l'AOPDDR.

A.10 Sélection de zones de détections multiples

A.10.1 Exigences fonctionnelles

Si un AOPDDR dispose de plus d'une zone de détection relative à la sécurité, un défaut unique ne doit pas conduire au passage inopiné d'une zone sélectionnée à une autre. Dans les cas où un défaut unique, qui ne provoque pas de défaillance dangereuse de l'AOPDDR, n'est pas détecté, l'apparition d'autres défauts internes à l'AOPDDR ne doit pas causer de défaillance dangereuse.

NOTE 1 Si les signaux d'entrée sont issus d'un(de) dispositif(s) externe(s) à l'AOPDDR, il convient que ce(s) dispositif(s) satisfasse(nt) aux exigences correspondantes d'autres normes appropriées (par exemple l'ISO 13849-1, la CEI 61508, la CEI 62061).

Les défauts uniques qui empêchent le changement voulu d'une zone sélectionnée à une autre ou qui empêchent l'activation d'une zone de détection complémentaire relative à la sécurité doivent entraîner le passage de l'AOPDDR à un état de blocage à l'arrêt lorsqu'une requête demande l'activation d'une autre zone ou l'activation d'une zone complémentaire. Dans ce cas, le(s) temps de réponse spécifié(s) doi(ven)t être maintenu(s).

NOTE 2 Il est possible que chaque zone comporte un temps de réponse différent spécifié par le fabricant.

Les mêmes exigences sont applicables si la taille d'une zone de détection est modifiée en ligne, par exemple par des entrées externes.

L'activation des zones de détection doit être contrôlée par l'AOPDDR. L'utilisateur doit avoir la possibilité de configurer la séquence d'activation des zones de détection qui sont contrôlées par l'AOPDDR. Si une séquence incorrecte d'activation des zones de détection est détectée, l'AOPDDR doit répondre en passant à un état de blocage à l'arrêt.

NOTE 3 La sélection automatique des zones de détection relatives à la sécurité n'est pas une fonction d'inhibition (telle qu'elle est décrite dans l'Article A.7 de la CEI 61496-1).

A.10.2 Vérification

Les exigences fonctionnelles pour la sélection des zones de détections multiples doivent être vérifiées de la manière suivante.

- a) Vérification qu'un défaut unique ne doit pas conduire au passage inopiné d'une zone sélectionnée à une autre. Vérification qu'un défaut unique n'empêche pas le changement voulu d'une zone sélectionnée à une autre ou n'empêche pas l'activation d'une zone de détection complémentaire relative à la sécurité. Vérification, conformément à 5.3.4, que l'apparition d'autres défauts internes ne doit pas causer de défaillance dangereuse.
- b) Vérification que les défaillances de mode commun ne peuvent pas entraîner une désactivation ou une modification des zones de détection.
- c) Vérification du maintien du temps de réponse spécifié de l'AOPDDR dans le cas de permutations entre les différentes zones de détection.
- d) Vérification de la possibilité pour l'utilisateur de configurer la séquence d'activation des zones de détection qui sont contrôlées par l'AOPDDR.
- e) Vérification du passage à un état de blocage à l'arrêt de l'AOPDDR quand la séquence d'activation diffère de celle configurée par l'utilisateur.

NOTE Il est nécessaire de prendre en considération la possibilité de personnes déjà présentes dans la zone de détection au moment des permutations entre les différentes zones de détection.

A.11 Configuration automatique des zones de détection

A.11.1 Exigences fonctionnelles

Si l'AOPDDR a la possibilité de configurer automatiquement la ou les zones de détection, la configuration de la zone de détection ne sera déclarée valide qu'après avoir été vérifiée, cette vérification devant alors être réalisée en pénétrant tous les segments de la zone de détection au moins une fois, dans un couloir de 0,75 m de largeur maximale le long des limites de la zone de détection. Ce couloir doit être à l'intérieur de la zone de détection.

La configuration automatique d'une zone de détection ne doit pas être possible sans l'utilisation d'un outil. Cet outil peut, par exemple, être un programme de configuration logiciel protégé par un mot de passe.

Lors de la détermination de la précision de mesure de distance d'une zone de détection configurée automatiquement, toutes les conditions, telles qu'elles sont répertoriées dans la présente partie, en particulier les interférences de l'environnement, doivent être prises en compte.

A.11.2 Vérification

Les exigences fonctionnelles pour la configuration automatique d'une zone de détection doivent être vérifiées par les essais suivants:

- a) essais selon A.9.2 a), b) et c);
- b) vérification du respect des exigences pour une zone de détection configurée automatiquement, en pénétrant tous les segments de la zone de détection au moins une fois dans un couloir de 0,75 m de largeur maximale le long des limites de la zone de détection;
- c) vérification de la nécessité d'employer un outil (par exemple un programme de configuration logiciel protégé par un mot de passe) pour autoriser la configuration automatique d'une zone de détection.

A.12 AOPDDR utilisés comme dispositifs de déclenchement utilisant une détection du corps entier avec une approche normale

A.12.1 Exigences fonctionnelles

Dans le cas où l'AOPDDR doit être utilisé dans des applications où l'angle d'approche est supérieur à $\pm 30^\circ$ par rapport au plan de détection, l'AOPDDR doit comporter une installation en vue de la surveillance des limites de référence.

NOTE 1 La surveillance des limites de référence exige une comparaison de la distance de référence et de la distance mesurée par l'AOPDDR. La distance de référence est la distance réelle entre l'AOPDDR et une frontière (par exemple une paroi). Pour rester à l'état ACTIF, il faut que les valeurs de mesure de l'AOPDDR se situent dans la plage de la frontière plus/moins la valeur de la zone de tolérance, voir également la Figure BB.6 de l'Annexe BB.

Les OSSD doivent passer à l'état INACTIF si la valeur de la mesure de la distance dépasse la somme de la distance à la limite de référence et de la valeur de la zone de tolérance.

Les AOPDDR destinés à être utilisés comme dispositifs de déclenchement pour le corps entier avec une approche normale doivent comporter une capacité de détection spécifiée qui ne soit pas supérieure à 200 mm. Si la limite de référence est le bord de l'ouverture protégée comme illustré à la Figure A.1, la zone de tolérance ne doit pas dépasser 100 mm, voir également la dimension "a" de la Figure A.1. La valeur de "b" illustrée à la Figure A.1 doit être suffisamment faible pour garantir la détection de l'éprouvette d'essai.

Si la zone de tolérance dépasse 100 mm un chevauchement "o" comme illustré à la Figure A.2 est nécessaire. La dimension "o" doit être calculée comme suit:

$$o \geq (2 \times TZ) - d$$

où

TZ est la valeur de la zone de tolérance;

d est la capacité de détection spécifiée ($d \leq 200$ mm).

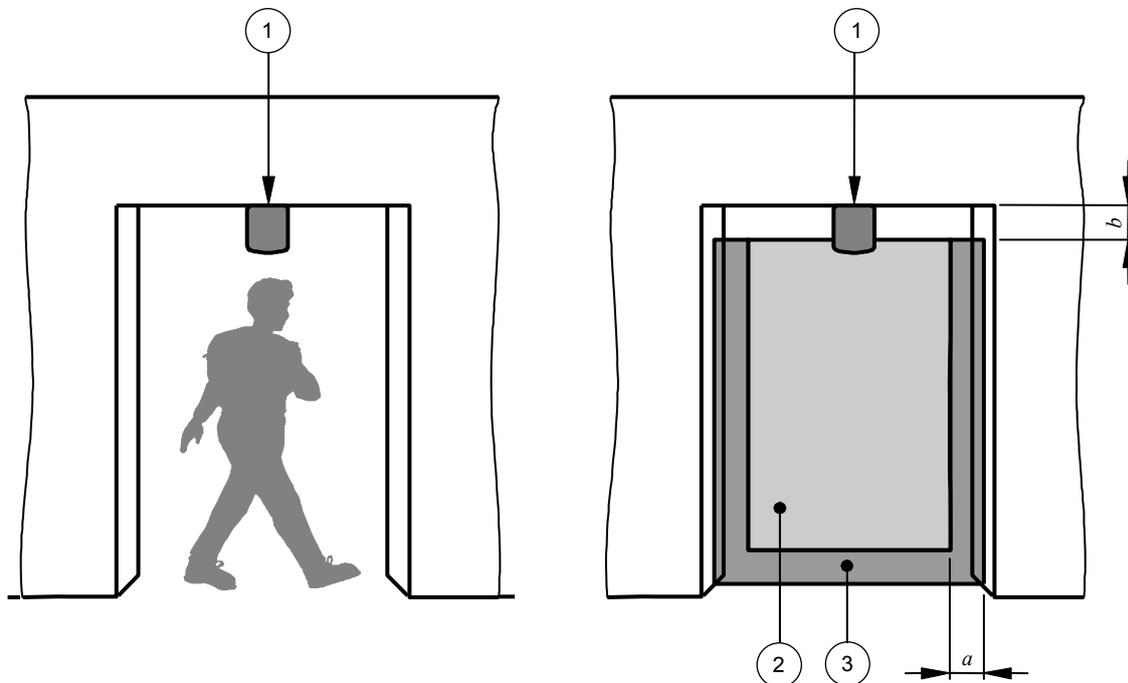
NOTE 2 L'objet de cette exigence est de s'assurer que des personnes ne peuvent pas franchir sans être détectées le bord de la zone de détection.

Le dispositif de détection d'un AOPDDR doit être activé et les OSSD doivent passer à l'état INACTIF lorsqu'une éprouvette d'essai selon 4.2.13 est déplacée à travers la zone de détection de sorte que la direction du mouvement et l'axe du cylindre soient perpendiculaires au plan de la zone de détection, à une vitesse de 1,6 m/s. Si le fournisseur stipule qu'un AOPDDR peut être utilisé pour la détection d'objets se déplaçant à des vitesses supérieures à 1,6 m/s, cette exigence doit être satisfaite à la vitesse maximale spécifiée.

NOTE 3 L'objet de la présente exigence est d'assurer que les OSSD passent à l'état INACTIF lorsqu'une personne ou une partie d'une personne passe à travers la zone de détection.

Lorsque le ou les OSSD passe(ent) à l'état INACTIF, il(s) doit(vent) rester à l'état INACTIF pendant que l'éprouvette d'essai se trouve dans la zone de détection ou pendant au moins 80 ms, selon la valeur la plus élevée.

NOTE 4 L'objet de cette exigence est de s'assurer que lorsque les OSSD passent à l'état INACTIF, ils demeurent inactifs suffisamment longtemps pour qu'un verrouillage de redémarrage puisse avoir lieu.

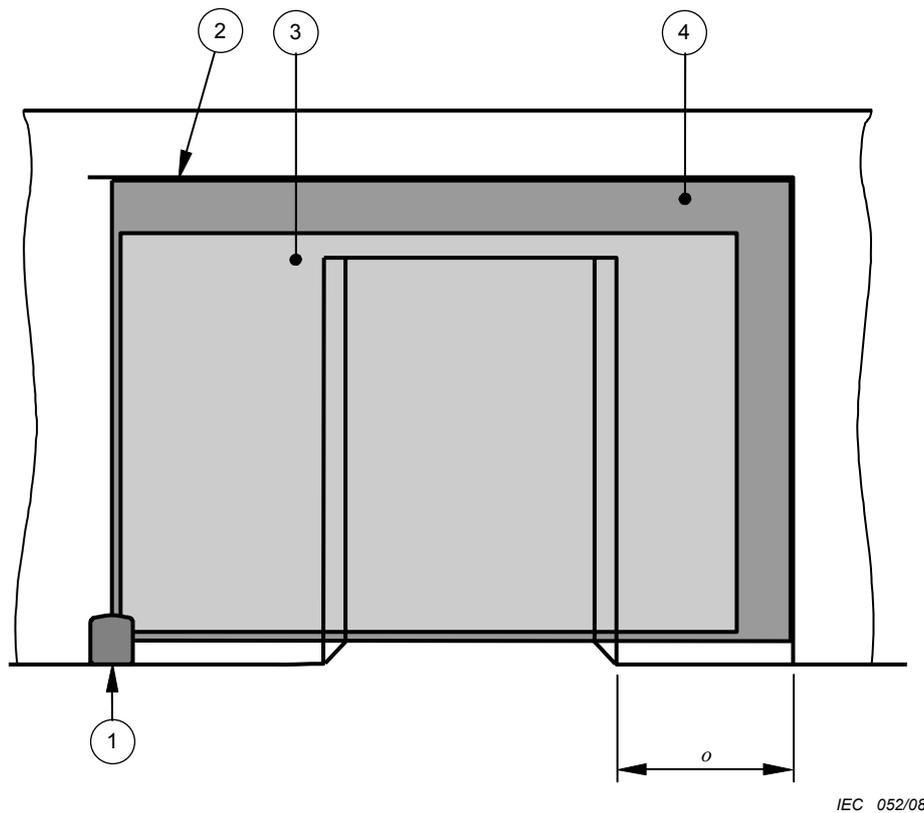


IEC 051/08

Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Zone de détection
- 3 Zone de tolérance

Figure A.1 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour le corps entier – Exemple 1



Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Limite de référence
- 3 Zone de détection
- 4 Zone de tolérance

Figure A.2 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour le corps entier – Exemple 2

A.12.2 Vérification

Vérifier :

- a) la présence dans les documents d'accompagnement des informations nécessaires pour permettre la conformité de l'installation aux exigences de A.12.1;
- b) le passage à l'état INACTIF des OSSD lorsque la valeur de la mesure de distance dépasse la somme de la valeur de distance à la limite de référence et de la valeur de la zone de tolérance;
- c) que la capacité de détection spécifiée ne dépasse pas 200 mm;
- d) la présence dans les documents d'accompagnement des informations nécessaires pour s'assurer que des personnes ne peuvent pas franchir sans être détectées le bord de la zone de détection si la zone de tolérance dépasse 100 mm;
- e) le passage à l'état INACTIF des OSSD lorsqu'une (des) éprouvette(s) d'essai (de longueur 150 mm) est(sont) déplacée(s) à travers la zone de détection à une vitesse de 1,6 m/s, de sorte que la direction du mouvement et l'axe de l'éprouvette d'essai soient perpendiculaires au plan de détection, aux extrémités de la zone de détection (par exemple à chaque coin de cette zone) et en toute autre position considérée comme critique par suite de l'analyse conduite selon 5.2.1.2.1. Vérification du maintien à l'état INACTIF des OSSD après passage à l'état INACTIF lorsque l'éprouvette d'essai se trouve dans la zone de détection ou pendant au moins 80 ms, selon la valeur la plus élevée.

A.13 AOPDDR utilisé pour la détection des parties d'un corps avec une approche normale

A.13.1 Exigences fonctionnelles

Dans le cas où l'AOPDDR doit être utilisé dans des applications où l'angle d'approche est supérieur à $\pm 30^\circ$ par rapport au plan de détection, l'AOPDDR doit comporter une installation en vue de la surveillance des limites de référence. Il ne doit pas être possible d'accéder à la zone dangereuse sauf si la pénétration de la zone de détection est continue.

NOTE 1 La surveillance des limites de référence exige une comparaison de la distance de référence et de la distance mesurée par l'AOPDDR. La distance de référence est la distance réelle entre l'AOPDDR et une frontière (par exemple une paroi). Pour rester à l'état ACTIF, il faut que les valeurs de mesure de l'AOPDDR se situent dans la plage de la frontière plus/moins la valeur de la zone de tolérance.

Les OSSD doivent passer à l'état INACTIF si la valeur de la mesure de la distance dépasse la somme de la distance à la limite de référence et de la valeur de la zone de tolérance.

Les AOPDDR destinés à la détection des parties d'un corps avec une approche normale doivent comporter une capacité de détection spécifiée dans la plage comprise entre 30 mm et 70 mm. Si la limite de référence est le bord de l'ouverture protégée comme illustré à la Figure A.3, il convient que la zone de tolérance ne dépasse pas la moitié de la capacité de détection spécifiée, voir également la dimension "a" de la Figure A.3. La valeur de "b" illustrée à la Figure A.3 doit être suffisamment faible pour garantir la détection de l'éprouvette d'essai.

Si la zone de tolérance dépasse la moitié de la capacité de détection spécifiée, un chevauchement "o" comme illustré à la Figure A.4 est nécessaire. La dimension "o" doit être calculée comme suit:

$$o \geq (2 \times TZ) - d$$

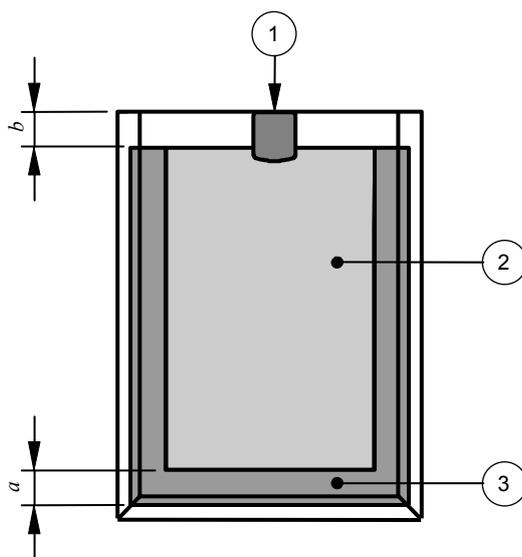
où

TZ est la valeur de la zone de tolérance;

d est la capacité de détection spécifiée ($30 \text{ mm} \leq d \leq 70 \text{ mm}$).

NOTE 2 L'objet de cette exigence est de s'assurer que des parties du corps ne puissent pas s'introduire au bord de la zone de détection sans être détectées.

Lorsque le ou les OSSD passent à l'état INACTIF, ils doivent rester à l'état INACTIF pendant que l'éprouvette d'essai se trouve dans la zone de détection.

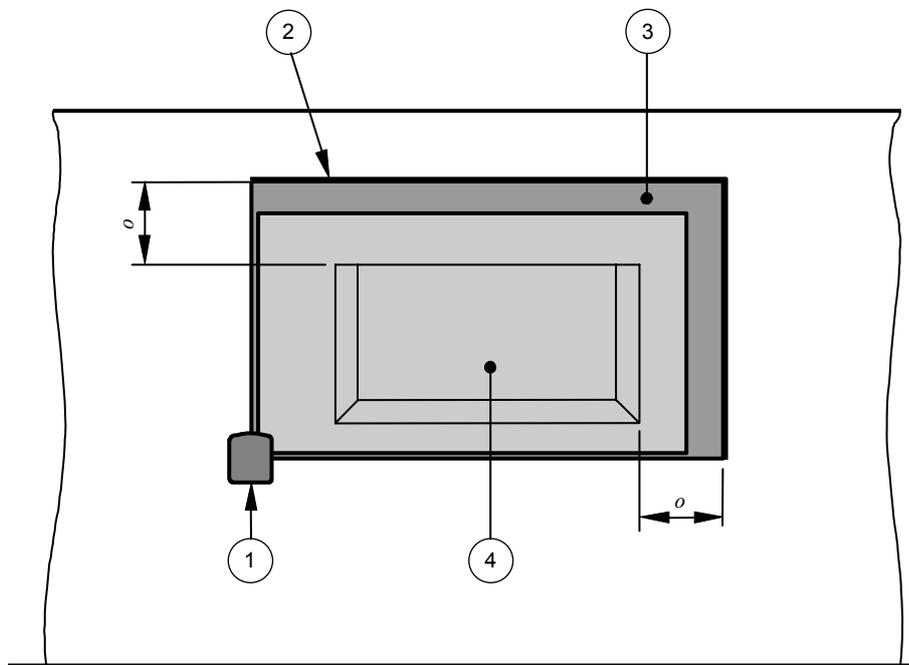


IEC 053/08

Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Zone de détection
- 3 Zone de tolérance

Figure A.3 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour les parties d'un corps – Exemple 1



IEC 054/08

Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Limite de référence
- 3 Zone de tolérance
- 4 Zone de détection

Figure A.4 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour les parties d'un corps – Exemple 2

A.13.2 Vérification

Vérifier :

- a) la présence dans les documents d'accompagnement des informations nécessaires pour permettre la conformité de l'installation aux exigences de A.13.1;
- b) le passage à l'état INACTIF des OSSD lorsque la valeur de la mesure de distance dépasse la somme de la valeur de distance à la limite de référence et de la valeur de la zone de tolérance;
- c) que la plage de la capacité de détection spécifiée est comprise entre 30 mm et 70 mm;
- d) la présence dans les documents d'accompagnement des informations nécessaires pour s'assurer que des parties du corps ne peuvent pas s'introduire sans être détectées au bord de la zone de détection si la zone de tolérance dépasse la moitié de la capacité de détection spécifiée;
- e) le passage à, puis du maintien à l'état INACTIF des OSSD pendant que l'éprouvette se trouve dans la zone de détection.

Annexe B
(normative)

**Catalogue de défauts simples affectant l'équipement électrique
d'un ESPE, à appliquer conformément à 5.3**

L'Annexe B de la Partie 1 s'applique.

Annexe AA (informative)

Exemples de l'utilisation d'un AOPDDR dans différentes applications

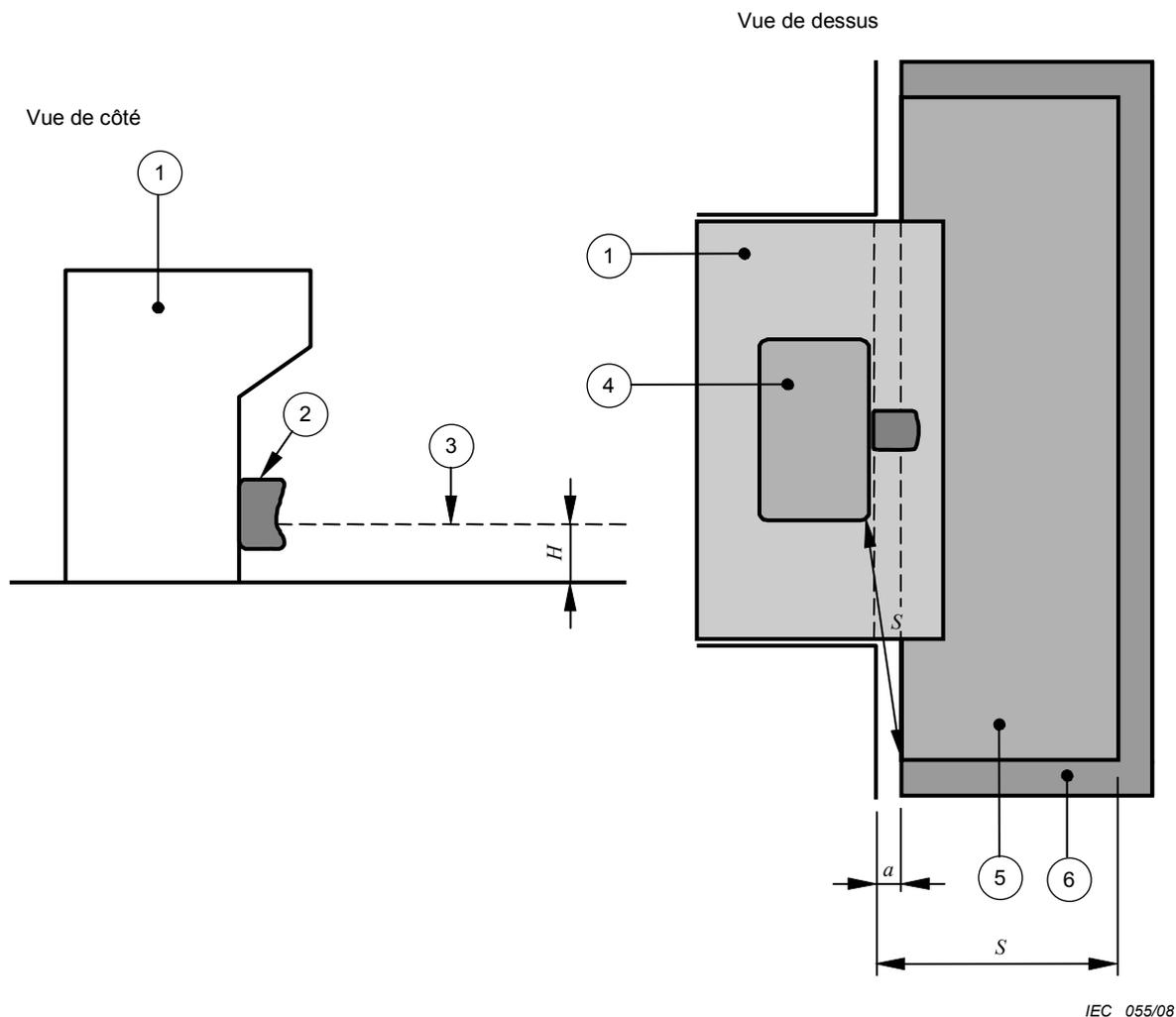
NOTE Une norme internationale traitant de l'application de l'équipement de protection pour détecter la présence des personnes est en cours de développement. La CEI 62046/CDV:2006 contient dans son Annexe E des "Recommandations supplémentaires pour l'application des AOPDDR". Après publication de la CEI 62046 en tant que norme complète, il est prévu de retirer les informations correspondantes de l'Annexe AA de cette norme.

AA.1 Généralités

Il est recommandé de prendre en compte les points suivants lors de l'utilisation d'un AOPDDR:

- a) Il convient d'identifier les dangers et de réaliser une appréciation des risques (voir ISO/TR 12100-1 et ISO 14121-1).
- b) Il convient de vérifier qu'un AOPDDR est un dispositif de protection approprié à l'application, en prenant en compte les normes existantes de machines. Les AOPDDR définis dans cette norme ne sont pas des dispositifs appropriés pour la protection des doigts.
- c) Il y a lieu d'examiner les documents d'accompagnement de l'AOPDDR afin de vérifier que les exigences relatives à l'application peuvent être satisfaites. Il convient de porter une attention particulière aux points suivants:
 - conditions environnementales (utilisation à l'intérieur/à l'extérieur, fumée, pluie, neige, température, etc.);
 - réflectance d'objets (par exemple, la détection d'objets qui génèrent des réflexions de type miroir n'est pas garantie);
 - interférence de l'arrière-plan;
 - vitesse des objets ou des personnes;
 - zones d'ombre (Les zones d'ombre se produisent derrière des objets fixes. Des personnes dans une zone d'ombre ne peuvent pas être détectées par un AOPDDR.).
- d) Il convient de calculer la distance de sécurité minimale conformément aux exemples présentés dans cette annexe et dans les documents d'accompagnement de l'AOPDDR.
- e) Il est recommandé de contrôler l'installation finale pour s'assurer que tout accès à une zone dangereuse n'est pas possible sans détection de l'AOPDDR.

AA.2 Exemple d'utilisation d'un AOPDDR sur une machine



Légende

- 1 Machine
- 2 AOPDDR
- 3 Plan de détection
- 4 Danger
- 5 Zone de détection
- 6 Zone de tolérance

Figure AA.1 – Exemple d'utilisation d'un AOPDDR sur une machine

Il convient que le calcul de la distance de sécurité minimale S soit conforme à 6.2 de l'ISO 13855, à l'aide de la formule suivante:

$$S = (K \times T) + C$$

$$S = (1\,600 \text{ mm/s} \times T) + (1\,200 \text{ mm} - 0,4 H)$$

$$C_{\min} = 850 \text{ mm}$$

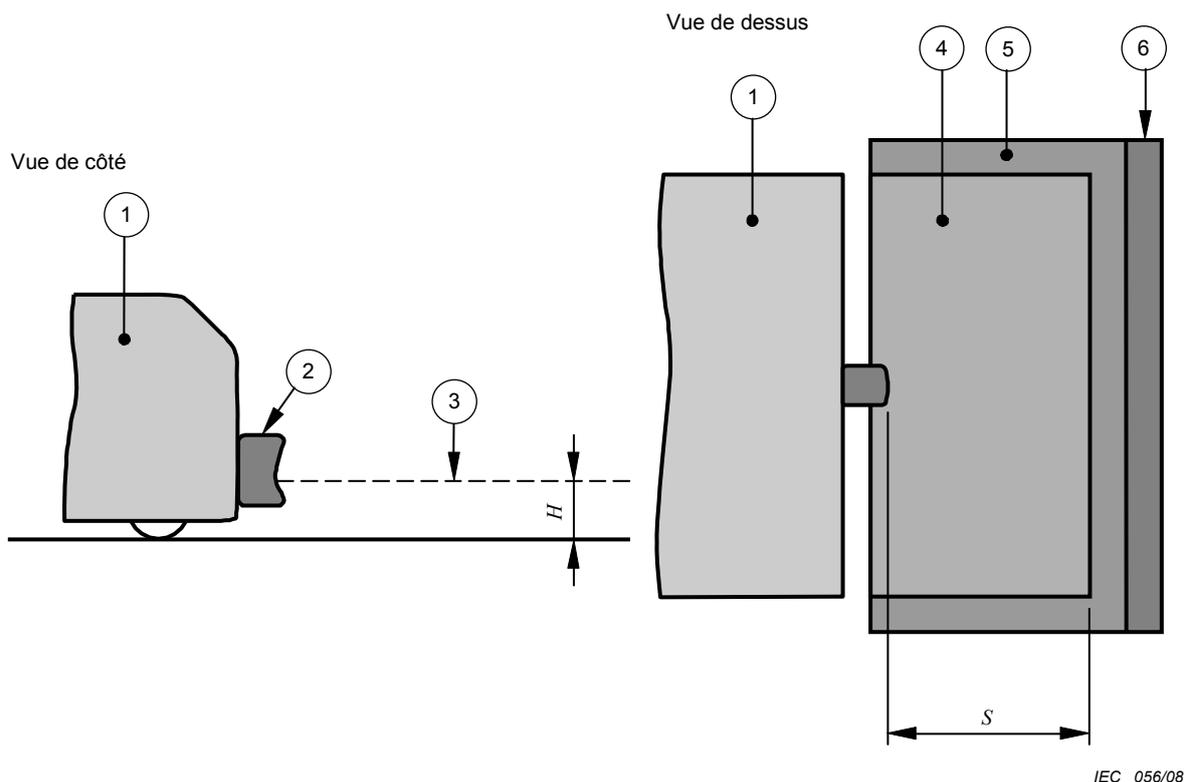
$$H_{\min} = 15 (d - 50 \text{ mm})$$

$$T = T_{\text{AOPDDR}} + T_{\text{MACHINE}}$$

Pour la configuration de la zone de détection, il convient que la valeur de la zone de tolérance soit additionnée à la distance de sécurité S .

Il est recommandé que la valeur de "a" soit suffisamment faible pour garantir la détection de l'éprouvette d'essai à des distances allant jusqu'à et y compris la somme de S et de la zone de tolérance. Il convient que le diamètre de l'éprouvette d'essai soit conforme à la formule $d = H/15 + 50$ mm (voir formule 8 de 6.2 de l'ISO 13855).

AA.3 Exemple d'utilisation d'un AOPDDR sur un véhicule autoguidé (AGV)



Légende

- 1 AGV
- 2 AOPDDR
- 3 Plan de détection
- 4 Zone de détection
- 5 Zone de tolérance
- 6 Addition à la zone de détection

Figure AA.2 – Exemple d'utilisation d'un AOPDDR sur un AGV

Il convient que la détermination de la distance de sécurité minimale S prenne en compte, par exemple, la vitesse maximale de l'AGV, le temps de réponse de l'AOPDDR et la distance de freinage de l'AGV.

L'utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de sécurité pour les AGV peut demander une distance additionnelle à celle de la zone de détection. Il est recommandé que la valeur de cette distance additionnelle soit déterminée en prenant en compte, par exemple, l'absence d'espace libre devant l'AGV, la vitesse de mouvement d'une personne, ou une diminution de l'efficacité des freins. En dimensionnant la zone de détection, il convient que les valeurs de la zone de

tolérance et de la distance additionnelle à la zone de détection soient ajoutées à la distance de sécurité S .

Il y a lieu que la hauteur du plan de détection H soit aussi proche du sol que possible et ne dépasse pas 200 mm (voir H , Figure AA.2 et l'EN 1525).

S'il est possible qu'une personne se tienne debout entre l'avant de l'AGV et la zone de détection lorsque l'AGV est immobile, il convient de prendre d'autres mesures de sécurité pour empêcher tout risque au démarrage de l'AGV.

AA.4 Exemples d'utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour le corps entier et comme dispositif de déclenchement pour les parties d'un corps

NOTE Pour des exemples, voir les Articles A.12 et A.13.

AA.5 Exemple de calcul du temps de réponse d'un AOPDDR

Exemple de dispositif:

- AOPDDR à balayage avec miroir rotatif
- fréquence de rotation du miroir 20 Hz ($T = 50$ ms), tolérance ± 4 %
- critère de détection: détection en deux balayages consécutifs de 180°

Calcul du temps de réponse:

- | | |
|--|--------|
| – deux rotations complètes du miroir pour la détection: | 100 ms |
| – temps maximal pour finir le balayage de 180° (demi-rotation): | 25 ms |
| – temps d'évaluation après le balayage de 180° : | 15 ms |
| – tolérance de rotation du miroir (4 % de 125 ms): | 5 ms |
| – temps de relâchement du relais de l'ESPE: | 15 ms |

temps de réponse totale de l'ESPE: 160 ms

NOTE Les défauts qui entraînent une augmentation non détectée du temps de relâchement ne sont pas pris en compte dans le calcul. La possibilité d'une telle augmentation non détectée dépend de la conception.

Annexe BB (informative)

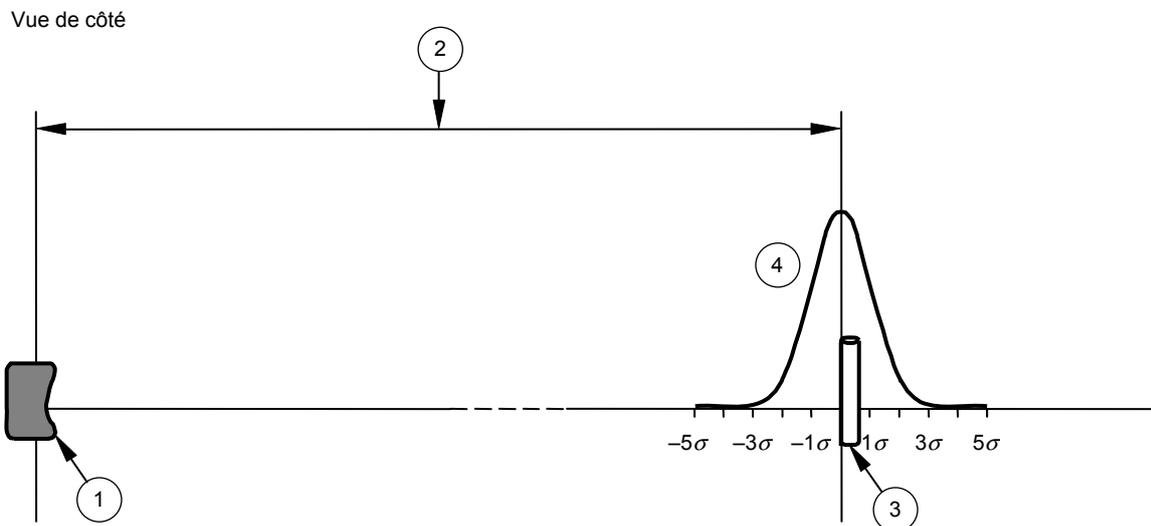
Relation entre la précision de mesure de distance et la probabilité de détection

La probabilité de détection (POD) telle qu'elle est utilisée dans la présente norme est déterminée par la précision de mesure et n'est pas reliée à la probabilité de défaut. La probabilité qu'une éprouvette d'essai placée à la limite de la zone de détection soit mesurée de la même façon qu'à l'intérieur de la zone de détection peut être calculée à l'aide de la fonction de distribution normalisée comme suit:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$F = 0,5$$

Ce calcul est fondé sur l'hypothèse que les valeurs mesurées suivent une distribution normale (gaussienne). La Figure BB.1 montre la relation entre la précision de mesure de distance et la zone de détection.



IEC 057/08

Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Zone de détection
- 3 Epreuve d'essai
- 4 Distribution normale classique des valeurs de mesure

Figure BB.1 – Relation entre précision de mesure de distance et probabilité de détection

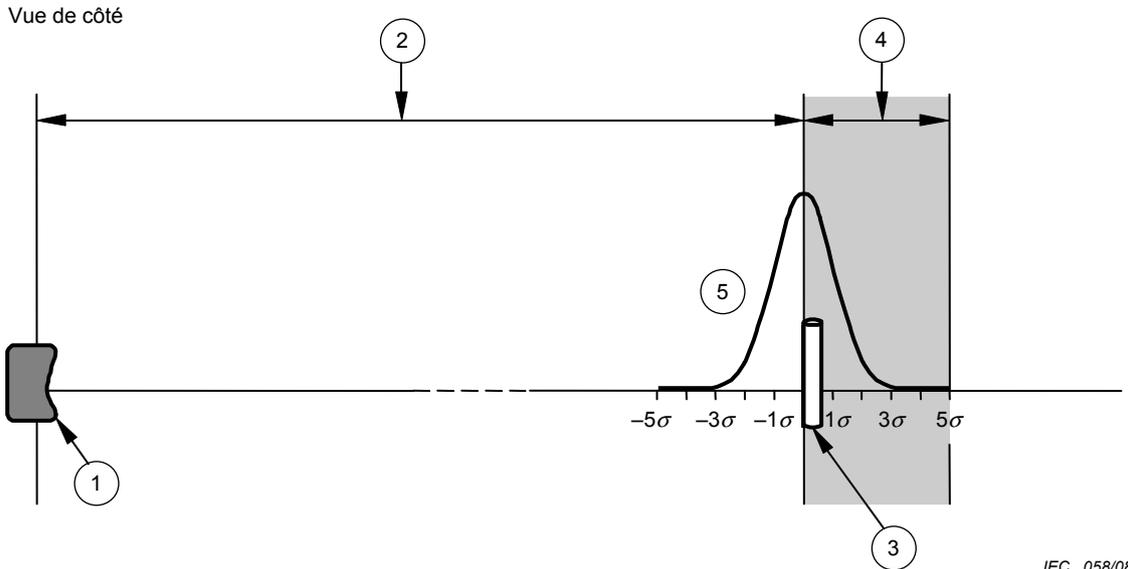
Sans aucune addition à la zone de détection, la petitesse de la probabilité de détection serait inacceptable. C'est une exigence de la présente norme que le fournisseur établisse une zone supplémentaire appelée zone de tolérance. Les Figures BB.2, BB.4 et BB.5 montrent le moyen de parvenir à la probabilité de détection exigée par l'ajout de cette zone. Plusieurs influences différentes contribuent à la zone de tolérance définie dans la présente norme. Les Figures BB.4 et BB.5 montrent cette zone de tolérance complète. La Figure BB.2 montre seulement la partie qui est liée au calcul de probabilité. La partie restante de la zone de tolérance de la Figure BB.4 et de la Figure BB.5 prend en compte les interférences systématiques, etc.

La probabilité qu'une éprouvette d'essai placée à la limite de la zone de détection soit mesurée comme étant à l'intérieur de la zone de détection ou dans la zone complémentaire de 5σ (zone de tolérance de la Figure BB.2) peut être calculée en utilisant la fonction de distribution classique (c'est-à-dire σ = 1) qui suit:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{5\sigma} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$F = 1 - 2,9 \times 10^{-7}$$

Ce calcul est fondé sur l'hypothèse que les valeurs mesurées suivent une distribution normale (gaussienne). La Figure BB.2 donne la relation entre la précision de mesure de distance, la zone de détection, et la partie de la zone de tolérance qui est liée au calcul de probabilité. L'éprouvette illustrée dans la figure sera mesurée comme étant à l'intérieur de la zone de détection avec une probabilité de 0,5. Pour la configuration de la zone AOPDDR, il convient que la valeur de la zone de tolérance soit additionnée à la distance de sécurité calculée (zone de détection). Alors la probabilité qu'elle sera mesurée comme étant à l'intérieur de la zone de détection ou de la zone de tolérance est de 1 - 2,9 x 10⁻⁷.

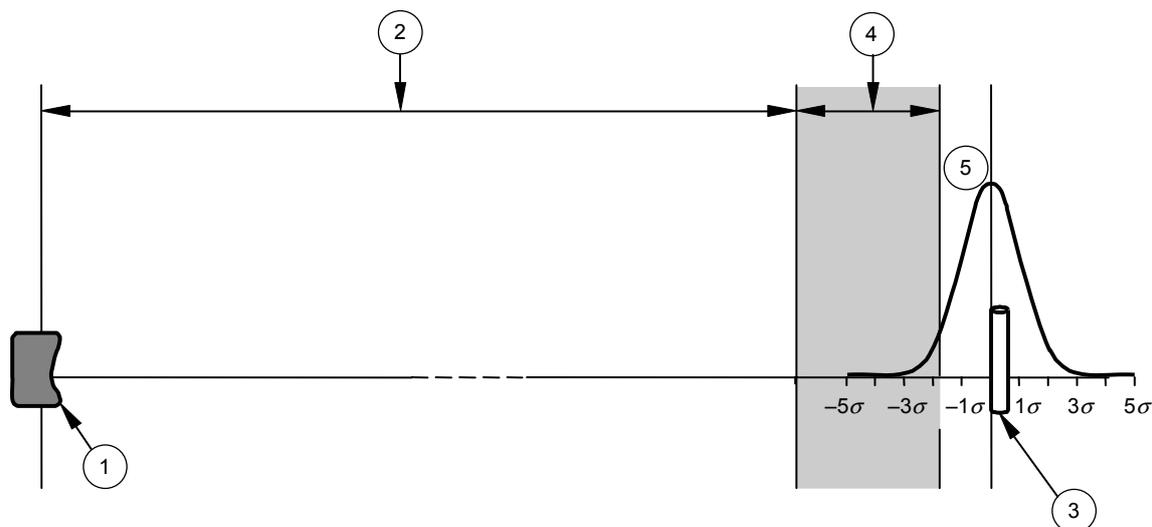


Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Zone de détection
- 3 Eprouvette d'essai
- 4 Zone de tolérance; cette partie de la zone de tolérance est liée au calcul de probabilité
- 5 Distribution normale classique des valeurs de mesure

Figure BB.2 – Relation entre précision de mesure de distance, zone de détection et partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité – Exemple 1

Vue de côté



IEC 059/08

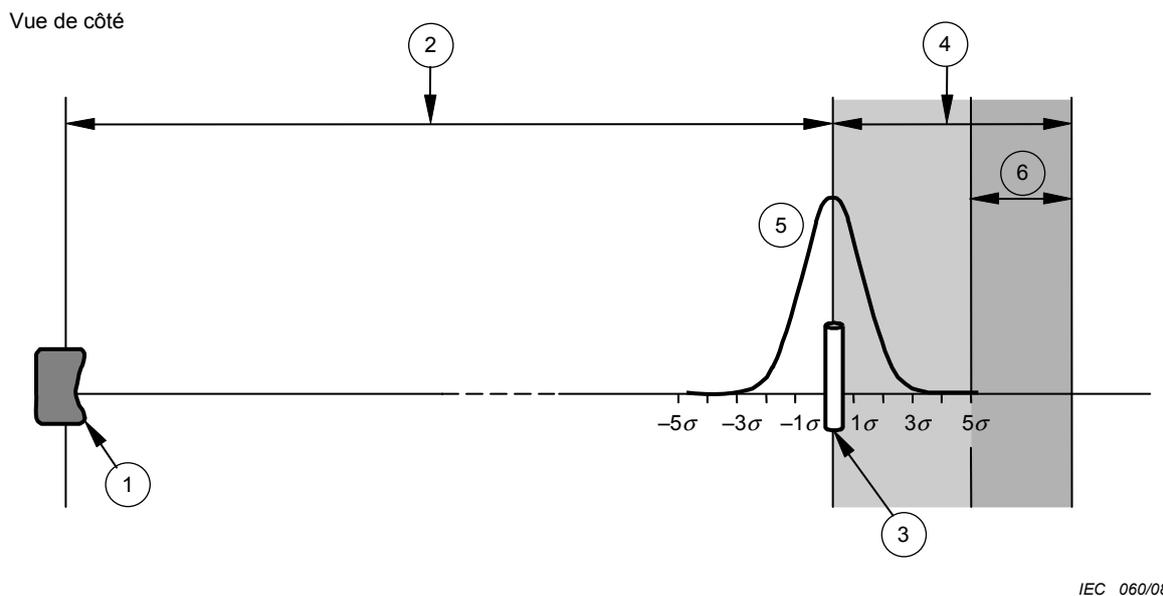
Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Zone de détection
- 3 Epreuve d'essai
- 4 Zone de tolérance; cette partie de la zone de tolérance est liée au calcul de probabilité
- 5 Distribution normale classique des valeurs de mesure

Figure BB.3 – Relation entre précision de mesure de distance, zone de détection et partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité – Exemple 2

La Figure BB.3 montre qu'une pièce d'essai en dehors de la zone de tolérance peut être mesurée comme étant à l'intérieur de la zone de tolérance. A une position illustrée en Figure BB.3 la probabilité qu'elle sera mesurée comme étant à l'intérieur de la zone de détection ou de la zone de tolérance est de 0,0228. C'est pourquoi, pour la configuration de la zone de détection et de la zone de tolérance, il faut observer que la fiabilité de fonctionnement peut uniquement être garantie si la limite extérieure de la zone de tolérance est suffisamment éloignée de l'environnement, par exemple des parois ou des pièces de machine (voir également 7 ccc).

La zone de tolérance peut aussi être affectée par d'autres influences qui ne sont pas probabilistes comme l'interférence liée à l'arrière-plan. Il convient de vérifier cette partie de la zone de tolérance par les essais de 5.3 et de 5.4. Les Figures BB.4 et BB.5 montrent la zone de tolérance complète et les différentes valeurs pour la partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité. La valeur de 5σ dépend de la conception de l'AOPDDR.

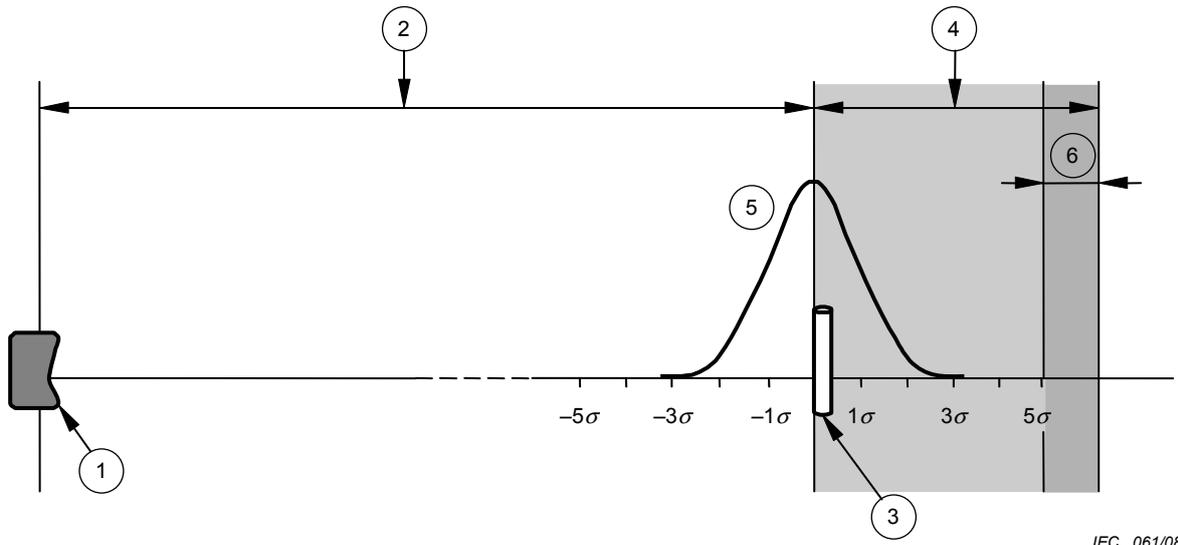


Légende

- 1 AOPDDR
- 2 Zone de détection
- 3 Epreuve d'essai
- 4 Zone de tolérance
- 5 Distribution normale classique des valeurs de mesure
- 6 Cette partie de la zone de tolérance est liée aux interférences systématiques, à la résolution de mesure, etc.

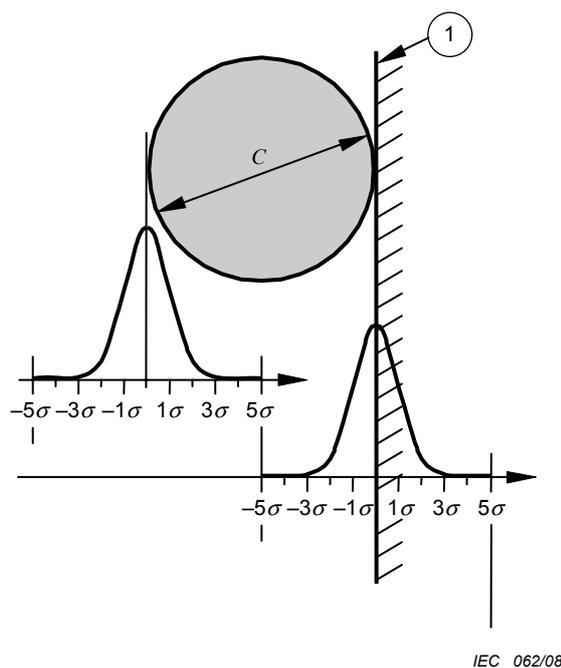
Figure BB.4 – Relation entre précision de mesure de distance, zone de détection et zone de tolérance – Exemple 1

Vue de côté

**Légende**

- 1 AOPDDR
- 2 Zone de détection
- 3 Epreuve d'essai
- 4 Zone de tolérance
- 5 Distribution normale classique des valeurs de mesure
- 6 Cette partie de la zone de tolérance est liée aux interférences systématiques, à la résolution de mesure, etc.

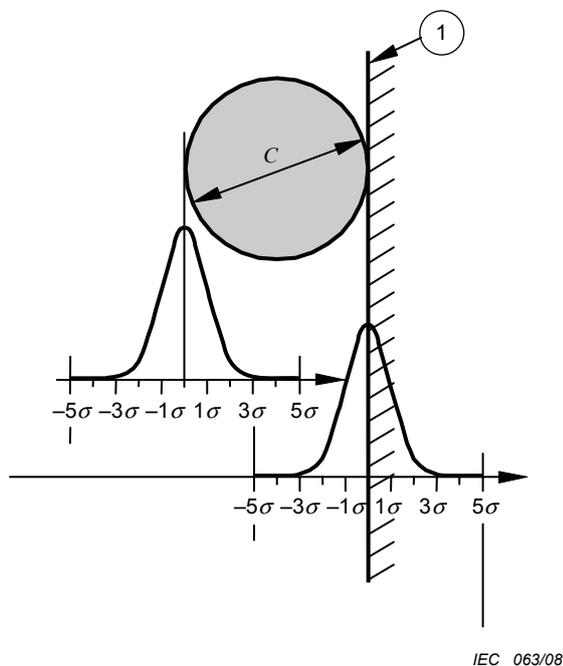
Figure BB.5 – Relation entre précision de mesure de distance, zone de détection et zone de tolérance – Exemple 2



Légende

1 Limite de référence

**Figure BB.6 – Surveillance des limites de référence –
Distribution des valeurs de mesure – Exemple 1**



Légende

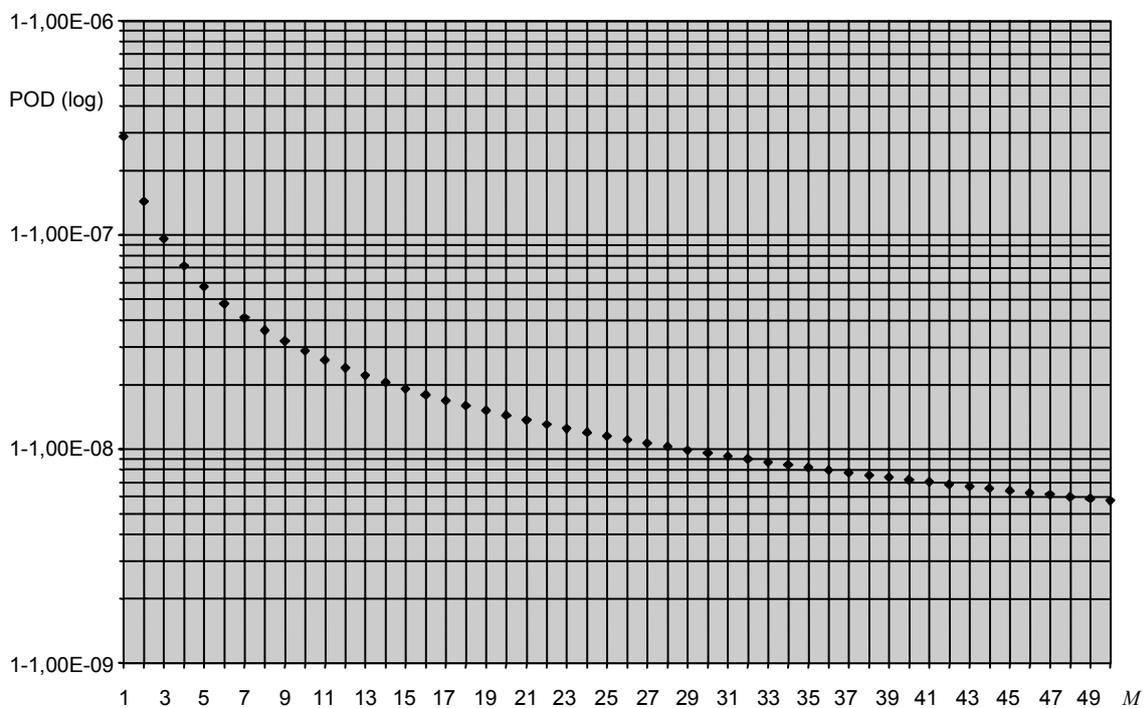
1 Limite de référence

**Figure BB.7 – Surveillance des limites de référence –
Distribution des valeurs de mesure – Exemple 2**

Le paragraphe A.12.1 décrit l'utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour le corps entier et exige que les OSSD passent à l'état INACTIF soit s'il y a pénétration de la zone de détection, soit si la valeur de mesure dépasse la somme de la distance à la limite de référence et la valeur de la zone de tolérance. La Figure BB.6 représente la distribution des valeurs de mesure sur une limite de référence, par exemple une paroi, et la distribution des valeurs de mesure sur un objet à détecter. Avec $c \geq d$ la probabilité qu'un objet soit identifié comme faisant partie de la limite de référence est suffisamment faible. Pour les objets avec $c < d$ la Figure BB.7 montre que cet objet peut être identifié comme faisant partie de la limite de référence et ne peut pas être détecté. Dans un souci de simplification, les Figures BB.6 et BB.7 montrent uniquement les aspects de calcul de probabilité de la distribution des valeurs de mesure.

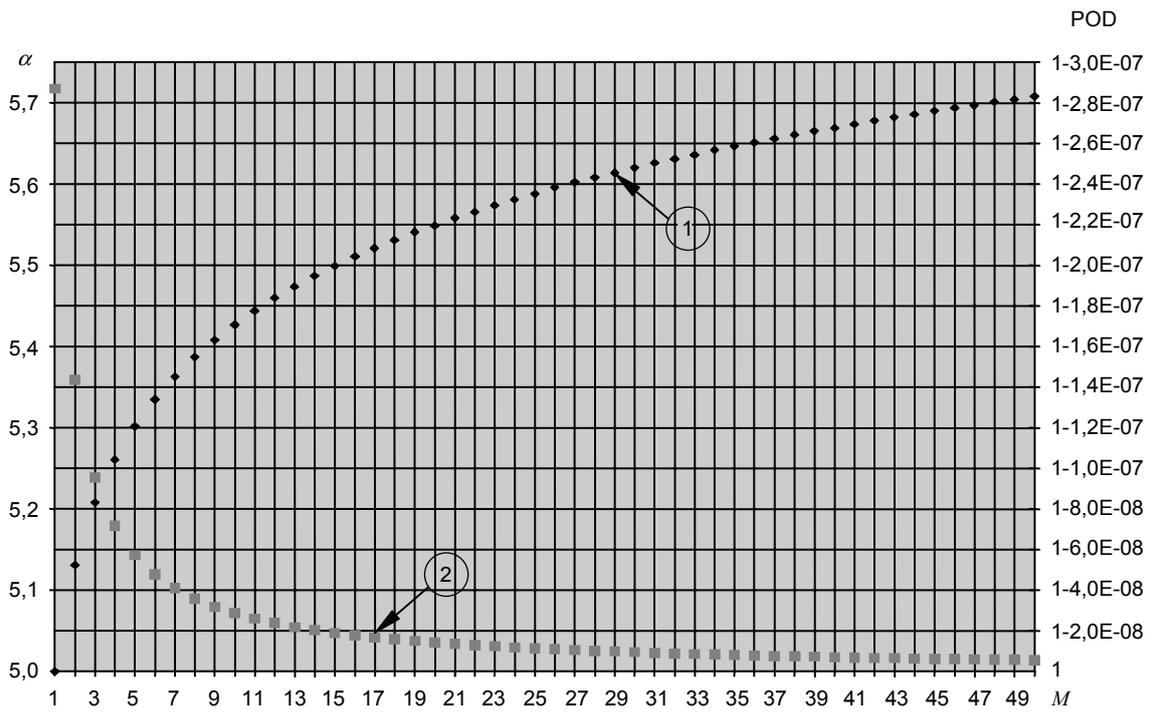
La détermination de la probabilité de détection requise est conforme à la CEI 61508-1, Tableau 3. La prise en considération d'un facteur pour la fréquence de pénétration d'une zone de détection de $3/h$ et la probabilité de la non-détection des éprouvettes d'essai spécifiées à l'intérieur de la ou des zones de détection est limitée à $2,9 \times 10^{-7}$. Comme démontré ci-dessus, cela aboutit à 5σ supplémentaires pour le calcul de la zone de tolérance.

Les Figures BB.1 à BB.5 montrent un scénario statique avec une mesure unique. Si un AOPDDR utilise une évaluation $MooM$ avec $M > 1$ (par exemple 3 sur 3) ou une évaluation $NooM$ avec $N < M$ (par exemple 2 sur 3) comme critère de détection, la valeur donnée pour la probabilité de détection doit être conforme. Dans le cas où une évaluation $MooM$ avec $M > 1$ serait utilisée, la probabilité requise de détection sur une mesure unique sera supérieure à celle d'une évaluation $1oo1$. La Figure BB.8 montre la relation entre M et la POD d'une mesure unique sur une échelle logarithmique. La Figure BB.9 montre la probabilité de détection POD d'une mesure unique et les valeurs pour σ basées sur l'hypothèse que les valeurs mesurées suivent une distribution normale (gaussienne).



IEC 064/08

**Figure BB.8 – POD d'une mesure unique (échelle logarithmique)
pour une évaluation $MooM$ avec $1 \leq M \leq 50$**



IEC 065/08

Légende

- 1 σ
- 2 POD

Figure BB.9 – POD d’une mesure unique pour une évaluation $MooM$ avec $1 \leq M \leq 50$ en fonction de σ pour le cas d’une distribution normale

Bibliographie

La bibliographie de la Partie 1 est applicable.

Addition:

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

EN 525:1997, *Sécurité des chariots industriels – Chariots sans conducteur et leur système*

NOTE L'EN 1525 sera remplacée par l'ISO 3691-4-2.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch