

TECHNICAL REPORT

**IEC
CEI**

RAPPORT TECHNIQUE

TR 61496-4

First edition
Première édition
2007-07

Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment –

Part 4: Particular requirements for equipment using vision based protective devices (VBPD)

Sécurité des machines – Équipements de protection électro-sensibles –

Partie 4: Exigences particulières pour les équipements utilisant des dispositifs protecteurs par vision (VBPD)



Reference number
Numéro de référence
IEC/CEI/TR 61496-4:2007



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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.

- 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.

- 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

TECHNICAL REPORT

IEC
CEI

RAPPORT TECHNIQUE

TR 61496-4

First edition
Première édition
2007-07

Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment –

Part 4: Particular requirements for equipment using vision based protective devices (VBPD)

Sécurité des machines – Équipements de protection électro-sensibles –

Partie 4: Exigences particulières pour les équipements utilisant des dispositifs protecteurs par vision (VBPD)



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRICE CODE
CODE PRIX

T

For price, see current catalogue
Pour prix, voir catalogue en vigueur

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms and definitions	7
4 Functional, design and environmental requirements	8
4.1 Functional requirements	8
4.2 Design requirements.....	11
4.3 Environmental requirements	13
5 Testing	14
5.1 General.....	14
5.2 Functional tests	15
5.4 Environmental tests	19
6 Marking for identification and safe use	23
6.1 General.....	24
7 Accompanying documents	24
Figure 1 – Side view of VBPD using a passive pattern	9
Figure 2 – Examples of circular disc test pieces according to 4.2.13.3	10
Figure 3 – Lux measurement setup at indirect light tests.....	22
Table 1 – Verification of detection capability requirements (see also 4.2.12)	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SAFETY OF MACHINERY –
ELECTRO-SENSITIVE PROTECTIVE EQUIPMENT –****Part 4: Particular requirements for equipment
using vision based protective devices (VBPd)**

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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 61496-4, which is a technical report, 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

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
44/536/DTR	44/545/RVC

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

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

This technical report constitutes Part 4 of the IEC 61496 series and is intended to be read in conjunction with IEC 61496-1. When a particular clause or subclause of IEC 61496-1 is not mentioned in this technical report, that clause or subclause applies as far as is reasonable. Where this technical report states "addition", "modification" or "replacement", the relevant text of IEC 61496-1 is to be adapted accordingly.

A list of all the parts of IEC 61496, 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.

INTRODUCTION

This technical report provides information related to the design, construction and testing of electro-sensitive protective equipment (ESPE) that employs vision-based protective devices (VBPDs) for the sensing function for the safeguarding of machinery.

At the time of writing this technical report, there were no commercial examples of VBPDs on the market. Therefore, to provide an example of a VBPD for the writing of this technical report, the working group used the results of a Japanese research project. The working group understands that the possibilities for VBPDs are much greater than the limited technologies demonstrated by this example. When real systems do arrive, it is believed that some of the basic concepts put forth in this technical report can be used as a guide for the evaluation and testing of those first systems.

It is anticipated that the characteristics and requirements for VBPDs will vary significantly depending on the underlying technologies and methodologies employed. Therefore, it is planned that this technical report will be divided into subparts which address the unique requirements of the different types of vision-based devices (for example IEC 61496-4-1 would cover general requirements and IEC 61496-4-2 would cover requirements unique to devices using a passive reference pattern).

Withdrawing
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61496-4:2007

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRO-SENSITIVE PROTECTIVE EQUIPMENT –

Part 4: Particular requirements for equipment using vision based protective devices (VBPD)

1 Scope

NOTE As an example for the development of this technical report, a VBPD is defined as consisting of a single image-sensing device viewing one two-dimensional image against a passive pattern as the background and where the detection principle is blocking the view of the pattern. Information about the thickness, shape and surface characteristics of the object is not required for detection. A passive pattern is not created by a light source.

Replacement:

This part of IEC 61496 specifies requirements for the design, construction and testing of electro-sensitive protective equipment (ESPE) designed specifically to detect persons as part of a safety-related system, employing vision-based protective devices (VBPDs) for the sensing function. Special attention is directed to features which ensure that an appropriate safety-related performance is achieved. An ESPE may include optional safety-related functions, the requirements for which are given in Annex A of IEC 61496-1 and this technical report.

This technical report 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.

- It is limited to automatic vision-based ESPEs that do not require human intervention for detection.
- It is limited to automatic vision-based ESPEs that detect objects entering into, or present in, a detection zone(s).
- Excluded from this part are VBPD employing radiation at wavelengths outside the range 400 nm to 1 500 nm.
- This technical report does not address those aspects required for complex classification or differentiation of the object detected.

This technical report may be relevant to applications other than those for the protection of persons, for example the protection of machinery or products from mechanical damage. In those applications, additional requirements may be necessary, for example when the materials that are to be recognized by the sensing function have different properties from those of persons.

This technical report does not deal with EMC emission requirements.

2 Normative references

Additions:

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

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

3 Terms and definitions

Replacement:

3.3

detection capability

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

NOTE Detection capability is generally measured by the size of object that can be detected. An increase in detection capability means that a smaller object can be detected.

Additions:

3.401

image

array of pixels

3.402

imaging sensor

optoelectronic device which produces electrical signals representing the characteristics of an image

3.403

passive pattern

static (i.e. fixed location and not changing) regular pattern on a flat background that covers at least the detection zone and the tolerance zone – obscuration of part of the pattern causes detection

NOTE Regularity of the pattern refers only to the physical pattern and not to the image of the pattern as seen by the imaging sensor.

3.404

pattern element

unique part of the passive pattern which is defined on the basis of the actual pattern (example used in this technical report: black and white checker board – one black square or one white square)

3.405

physical pixel

for a sensor, smallest element of an imaging sensor array

3.406

pixel

area of the smallest element of a picture that can be distinguished from its neighbouring elements

3.407

sensing zone

three-dimensional volume (for example in the shape of a pyramid or cone) defined by the field of view of the image sensor and with the apex at the optical window of the sensor device. A zone of limited detection capability and a detection zone are contained within the sensing zone. The zone of limited detection capability is located between the optical window of the sensor device and the detection zone

3.408

test piece

object used to verify the detection capability of the vision based protective device (VBPD)

3.409

tolerance zone

zone outside the detection zone which is necessary to achieve the required probability of detection of the specified test piece within the detection zone

3.410

vision-based protective device (VBPD)

ESPE using an imaging sensor operating in the visible and near infrared light spectrum to detect an object in a defined field of view

NOTE For this technical report, the VBPD consists of an image-sensing device viewing a two-dimensional image against a passive pattern as the background.

3.411

zone with limited detection capability

zone within the sensing zone in which the detection capability is lower than that stated by the supplier. Its dimensions and appropriate information for use are provided by the supplier.

NOTE Limitations can be size, colour, etc.

4 Functional, design and environmental requirements

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

4.1 Functional requirements

Replacement:

4.1.2 Sensing function

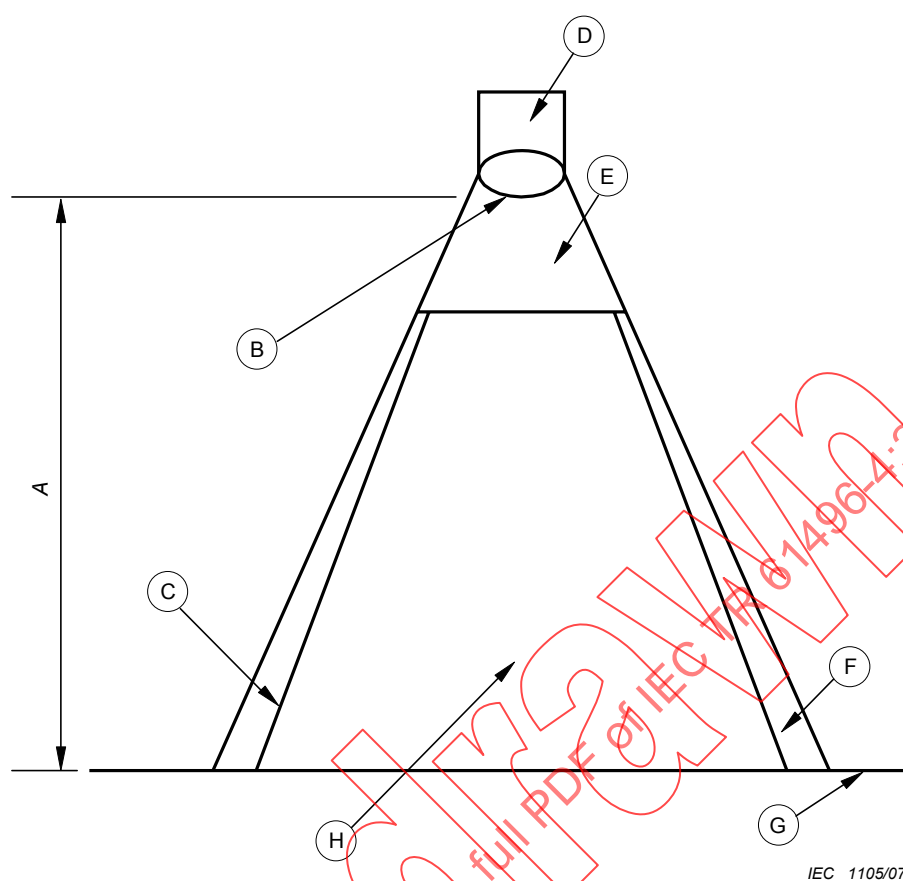
The detection zone should begin at the border of the zone of limited detection capability and end at the passive pattern (see Figure 1).

NOTE It is possible that only parts of the passive pattern are used to define the detection zone.

An object(s) in the zone of limited detection capability should not lead to a failure to danger.

To assure the integrity of the detection capability, the relationship of the minimum detectable object size and the size of the elements of the background pattern should be greater than, or equal to, three (i.e. object size is three or more times the size of the pattern element).

NOTE The restriction for the relationship of the object size to the pattern element size is a result of difficulties in defining a test procedure which adequately verifies integrity of detection capability (see Figure 2).



A – Operating distance

B – Optical window

C – Tolerance Zone

D – Imaging sensor device

E – Zone with limited detection capability

F – Tolerance Zone

G – Background (passive pattern)

H – Detection zone

Figure 1 – Side view of VBP using a passive pattern

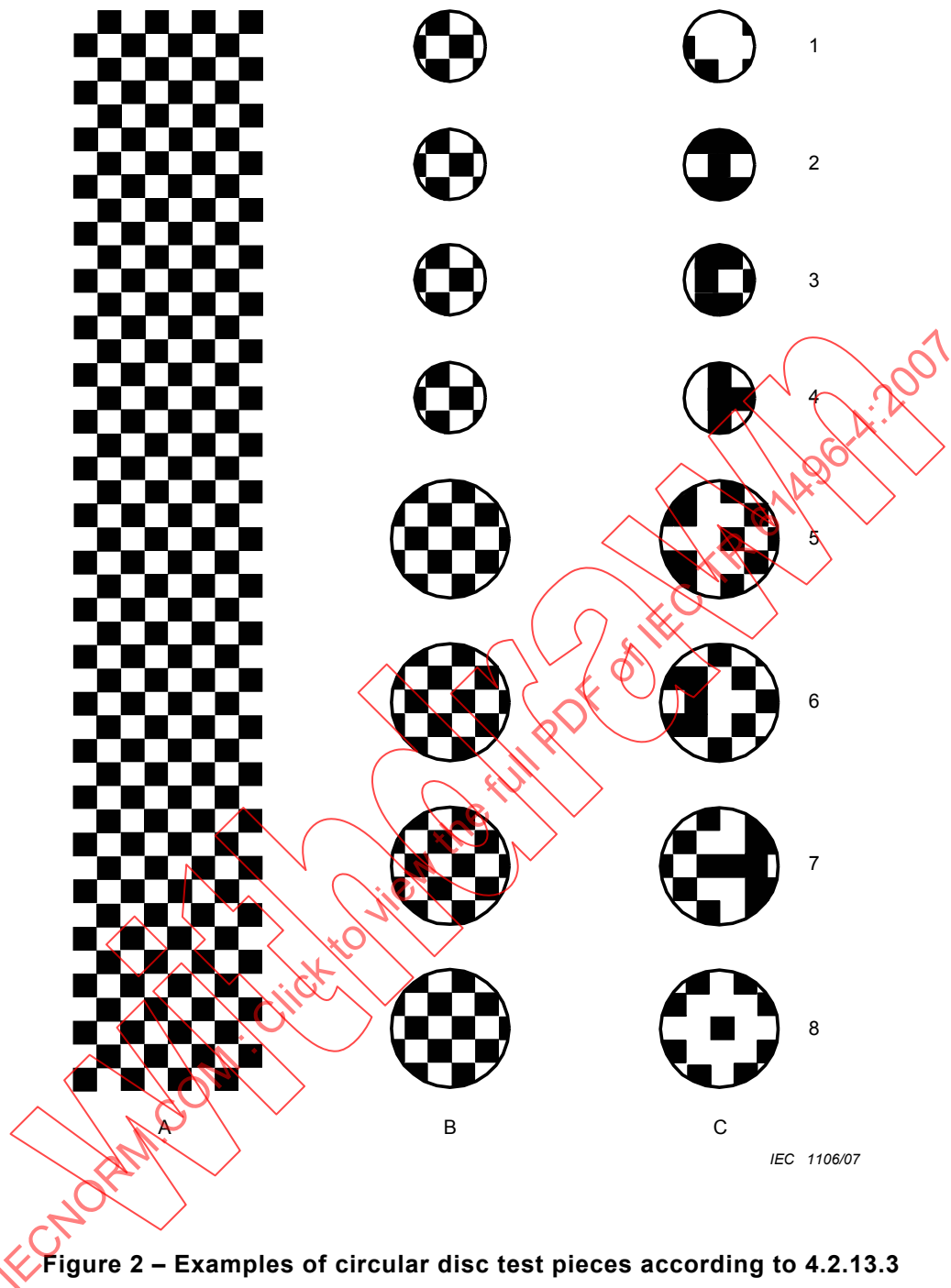


Figure 2 – Examples of circular disc test pieces according to 4.2.13.3

NOTE Figure 2 shows the following:

- A example of a passive pattern with 8 x 46 pattern elements;
- B sections of the passive pattern with the dimension of a circular test piece. B1 to B4 correspond to the requirement of 4.1.2 that the relationship of the minimum detectable object size and the size of the elements of the background pattern should be greater than, or equal to, three.
- C examples of circular disc test pieces with non-regular patterns. The examples follow the recommendation of 4.2.13.3 that such a non-regular pattern should have a difference of approximately 25 % of the pattern elements. In C1 to C4 the area of change is approximately two pattern elements and in C5 to C8 approximately five pattern elements.

4.1.2.1 General

The sensing function should be effective over the specified detection zone. No adjustment of the detection zone or detection capability should be possible without the use of a security measure (for example key, key-word or tool).

The sensing device of a VBPD should respond by giving (an) appropriate output signal(s) when a test piece is placed anywhere within the detection zone either static or moving, at any speed between 0 m/s and 1,6 m/s.

Where the supplier states that a VBPD can be used to detect objects moving at speeds greater than those specified above, the above requirements should be met at any speed up to and including the stated maximum speed(s).

Objects which mimic the passive pattern or are similar in appearance to the passive pattern that are present in the detection zone should be detected and the VBPD should respond by giving an appropriate output signal(s).

4.1.2.2 Optical performance

The VBPD should be designed and constructed to

- a) limit the possibility of malfunction during exposure to extraneous radiation in the range of 400 nm to 1 500 nm;
- b) limit the effects of environmental influences (temperature, vibration and bumps, dust, moisture, ambient light, extraneous reflections, changing illumination, shadows, background reflectivity);
- c) limit the misalignment at which normal operation is possible.

Addition:

4.1.4 Zone 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 between the optical window and the detection zone, its dimensions and appropriate information for use should be provided by the supplier.

4.2 Design requirements

Additional design requirement:

4.2.12 Integrity of the VBPD detection capability

The design of the VBPD should ensure that the detection capability is not degraded below the limits specified by the supplier and in this technical report when the VBPD is operated under any and all combinations of the following:

- any condition within the specification of the supplier;
- environmental conditions specified in 4.3 (IEC 61496-1 and IEC 61496-4);
- at the limits of alignment and/or adjustment.

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 VBPD detection capability but, when occurring with a combination of the conditions specified above, would result in such a loss, that fault together with that combination of conditions should be considered as a single fault and the VBPD should respond to such a single fault as required in 4.2.2.

4.2.13 Test pieces for type testing

4.2.13.1 General

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

The diameters of the test pieces should not exceed 200 mm to assure suitability for whole body detection. The test pieces should be opaque.

Different test pieces can be required for different phases of the test procedures.

Characteristics of the test piece which should be considered are:

- size;
- shape;
- colour;
- reflectivity;
- contrast with background;
- texture.

When defining the characteristics of the test piece, protection against camouflage with the background should be taken into account.

4.2.13.2 Spherical test piece

The test piece should be a sphere with a diameter equal to the specified detection capability. The colour of the test piece should be selected to create a worst-case condition for the background pattern discriminators. Where other surface characteristics are shown to be critical as result of the analysis of the design, these characteristics should be applied to the spherical test piece. Test pieces of different colours may be necessary.

4.2.13.3 Circular disc test piece

The test piece should be a circular disc with a diameter equal to the specified detection capability and a thickness of approximately 5 % of the diameter (thickness is not critical). The test piece should have a non-regular pattern with the same pattern elements, colours and reflectivity as the background pattern. The details of the non-regular pattern selected depends on an analysis of the design of the VBPD (for example the algorithms for detecting objects and compensating for contamination or ageing of the background pattern, relationship between size of pattern elements, detection capability and pixel resolution).

NOTE A non-regular pattern should have a difference of approximately 25 % of the elements (examples of test piece patterns are given in Figure 2).

4.2.13.4 Cylindrical test piece

If the VBPD is intended for use only as a trip device, the test piece should be a cylindrical object with a diameter equal to the detection capability and a length of 150 mm. The cylindrical test piece should have the same surface characteristics as the spherical test piece.

4.2.14 Wavelength

VBPDs should operate at a wavelength within the range 400 nm to 1 500 nm.

4.2.15 Radiation intensity

Where the VBPD is of the type that generates laser light the radiation intensity emitted by the VBPD should at no time exceed the maximum power or energy levels for a class 1M device in accordance with 8.2 of IEC 60825-1.

NOTE The use of class 2M devices is under consideration.

4.3 Environmental requirements

4.3.1 Ambient air temperature range and humidity

Addition:

The ESPE should 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 requirements

Addition:

NOTE VBPD may have limitations of vibration and bump which are lower than those of IEC 61496-1. In particular, relative movement between the sensor and passive pattern can cause unreliable operation.

4.3.5 Light interference

The VBPD should continue in normal operation when the passive pattern is illuminated by

- incandescent light;
- flashing beacons;
- fluorescent lights operated with high-frequency electronic and line power supply.

The VBPD should continue in normal operation when shadows of objects (in accordance with 5.4.6.4) outside of the detection zone appear on the passive pattern.

The VBPD should not fail to danger when subjected to

- high-intensity incandescent light (simulated daylight using a quartz lamp);
- stroboscopic light;
- high-intensity fluorescent lights operated with high-frequency electronic and line power supply;
- manufacturer's required illumination fading to zero lux.

The VBPD should not fail to danger when shadows of objects (in accordance with 5.4.6.5) appear on the passive pattern.

No requirements are given for immunity to other extraneous light sources which may cause abnormal operation or failure to danger.

Based on the technologies and algorithms used as well as the analysis of 5.2.9.1, additional tests may be necessary.

4.3.6 Pollution interference

4.3.6.1 Effects on optical window

Pollution on the window should not lead to a failure to danger.

4.3.6.2 Effects on passive pattern

Changes in the passive pattern (for example ageing or damage caused by environmental effects) should not lead to a failure to danger.

4.3.6.3 Effects in the detection zone

Pollution within the detection zone should not lead to a failure to danger.

4.3.7 Changes of passive pattern

Changes of the passive pattern caused by, for example fading, ageing, mechanical effects or contamination should not lead to a failure to danger.

4.3.8 Manual interference

The following conditions should not lead to a failure to danger:

- covering the optical window of the housing of the VBPD or other parts (if applicable);
- placing objects within the zone of limited detection capability;
- moving the passive pattern (except if the pattern is required to be permanently fixed) in any direction.

In such cases, the VBPD should respond by giving (an) appropriate output signal(s) until the manual interference is removed.

NOTE Depending on the interlock conditions an automatic restart may be acceptable.

4.3.9 Optical occlusion (eclipsed by small object) in the detection zone

The VBPD detection capability should be maintained or the VBPD should not fail to danger when objects or parts of the machine which are smaller than the detection capability are present in the detection zone which can block the view of the object which should be detected. This is a particular concern when the system is able to detect the presence of small objects which should be disregarded.

Information should be given in accordance with Clause 7 that the installer should verify that the view of the passive pattern is not blocked by parts of the machine or other objects.

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

5 Testing

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

5.1 General

Addition:

In the following tests, it should be verified that when the OSSD(s) go to the OFF-state, they remain in the OFF-state while the test piece is present in the detection zone or for at least 80 ms, whichever is greater.

5.1.2.1 Test environment

Addition:

- ambient lighting condition: 200 lux to 750 lux.

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

Addition:

5.2.1.1 General

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

- all tests should be performed with the test piece close to the background and close to the zone of limited detection. Tests at other locations may be required depending on analysis of the design and worst-case considerations;
- the tests should verify that the specified test pieces are detected when the test piece is placed entirely inside the stated detection zone(s);
- the tests should verify that the specified test pieces are continuously detected when the test piece is moving into or within the detection zone at any speed from 0 m/s to 1,6 m/s or up to 2 m/s if the stated detection capability is less than 30 mm. Where the supplier states that objects can be detected moving at higher speeds, the requirements should be met at all speeds up to the stated maximum speeds;
- the number, selection and conditions of the individual tests should be such as to verify the requirements of 4.2.12.

It should be verified that the sensing device is continuously actuated and, where appropriate, that the OSSD(s) go to the OFF-state as described below, taking into account the operating principle of the VBPD and, in particular, the techniques used to provide tolerance to environmental interference.

Table 1 – Verification of detection capability requirements (see also 4.2.12)

Test		Conditions	Distance between the VBPD image sensor window and the passive pattern and the location of the test piece in the detection zone ^{a)}			
			Maximum operating distance from sensor to passive pattern as stated by the supplier (see Figure 2)		Minimum operating distance from sensor to passive pattern as stated by the supplier (see Figure 2)	
			Test piece as close to the sensor as possible but inside the detection zone	Test piece on passive pattern	Test piece as close to the sensor as possible but inside the detection zone	Test piece on passive pattern
A	Spherical test piece	Test piece stationary (see 4.2.13.2) (orientation is not critical)	X	X	X	
B ¹	Spherical test piece	Test piece moving at 1,6 m/s (see 4.2.13.2) (orientation is not critical)	X	X	X	
C	Circular test piece	Test piece (see 4.2.13.3) (to confuse with passive pattern (see Figure 2))		X		X
D	Cylindrical test piece (for trip device only)	Test piece is moving into the detection zone with the axis parallel to the background plane (see 4.2.13.4)	X	X	X	X
E	Ageing of components	b)	X	X	X	X
F	Undetected faults of components	b)				X
G	Electrical disturbances	Subclauses 4.3.2, 5.2.3.1 and 5.4.3 of IEC 61496-1 apply. Use the circular disc test piece				X Or 1 m if the minimum operating distance is less than 1 m
H	Pollution on the surface of the optical window (4.3.6.1)	Use the circular disc test piece. The tests should include the entire surface area of the passive pattern.				X Or 1 m if the minimum operating distance is less than 1 m

Table 1 (continued)

Test		Conditions	Distance between the VBPD image sensor window and the passive pattern and the location of the test piece in the detection zone ^{a)}			
			Maximum operating distance from sensor to passive pattern as stated by the supplier (see Figure 2)		Minimum operating distance from sensor to passive pattern as stated by the supplier (see Figure 2)	
			Test piece as close to the sensor as possible but inside the detection zone	Test piece on passive pattern	Test piece as close to the sensor as possible but inside the detection zone	Test piece on passive pattern
L	Pollution within the detection zone (4.3.6.2)	Use the circular disc test piece. The tests should include the entire surface area of the passive pattern				X Or 1 m if the minimum operating distance is less than 1 m
M	Pollution on the passive pattern (4.3.6.3)	Use the circular disc test piece. The tests should include the entire surface area of the passive pattern (the pollution should be between the pattern and the test piece)				X Or 1 m if the minimum operating distance is less than 1 m
N	Ambient temperature variation	50 °C or maximum ^{c)}				X Or 1 m if the minimum operating distance is less than 1 m
O	Ambient temperature variation	0° or minimum, non-condensing ^{d)}				X Or 1 m if the minimum operating distance is less than 1 m
P	Humidity	Subclause 5.4.2 applies. The circular disc should be used				X Or 1 m if the minimum operating distance is less than 1 m
Q	Normal operation (see 5.4.6.4)	Interference from incandescent light source, flashing beacon, fluorescent light sources, single incandescent light source with shadow	x	x	x	x

Table 1 (continued)

Test		Conditions	Distance between the VBPD image sensor window and the passive pattern and the location of the test piece in the detection zone ^{a)}			
			Maximum operating distance from sensor to passive pattern as stated by the supplier (see Figure 2)		Minimum operating distance from sensor to passive pattern as stated by the supplier (see Figure 2)	
			Test piece as close to the sensor as possible but inside the detection zone	Test piece on passive pattern	Test piece as close to the sensor as possible but inside the detection zone	Test piece on passive pattern
R	Failure to danger (5.4.6.5)	Interference from incandescent light source, stroboscopic light source, fluorescent light sources, single incandescent light source with shadow	x	x	x	x
S	Failure to danger (5.4.6.6)	Interference from incandescent light source, stroboscopic light source, fluorescent light sources	x	x	x	x
T	Failure to danger (5.4.6.7)	Fading ambient light	x	x	x	x
U	Vibration and bump	Subclause 5.4.4 applies				X
^{a)} Determining the location of the test piece within the detection zone may require analysis of the system to ensure that a worst case test is performed (e.g. when the sensor axis is not perpendicular to the background pattern). ^{b)} Specific tests may be required depending on an analysis of the design. ^{c)} VBPD in test chamber – open test chamber – start test within 1 min. ^{d)} VBPD in test chamber – open test chamber – test without condensation						

5.2.1.2 Integrity of the VBPD detection capability

It should be verified that the VBPD detection capability is continuously maintained or the ESPE does not fail to danger by systematic analysis of the design of the VBPD, using testing where appropriate, taking into account all combinations of the conditions specified in Table 1 and the faults specified in 5.3.

Additional functional tests:

5.2.9 Verification of optical performance

A systematic analysis of the electro-optical subsystem should be carried out to determine

- confirmation of any filtering techniques (especially software filtering algorithms) employed, and their characteristics;
- the decision criteria used to determine whether or not the defined test piece(s) is detected as being inside the detection zone;

- c) the effect of undetected faults, in accordance with 4.2.2, on the electro-optical characteristics;
- d) worst-case response time;
- e) the effect of environmental influence.

The results of this analysis should be used to determine if the requirements of 4.1.2 can be met.

5.2.10 Wavelength

The wavelength used in the VBPD should be verified either by inspection of the device data sheets or by measurement.

5.2.11 Radiation intensity

Where the VBPD is of the type that generates laser light the radiation intensity should be verified by measurement in accordance with IEC 60825-1 and inspection of the technical documentation provided by the supplier.

5.4 Environmental tests

Additions:

5.4.2 Ambient temperature variation and humidity

The ESPE should be subjected to the following condensing test:

- the ESPE should 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 should 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 should be performed with a duration of 10 min using the circular disc test piece (see 4.2.13.3);
- if a restart interlock is available it should not be operational during the C-test.

5.4.4 Mechanical influences

5.4.4.1 Vibration

Addition:

NOTE If the imaging sensor of the VBPD is not intended to be mounted on a machine (i.e. not intended to be subjected to high vibration), the levels of amplitude and frequency may be reduced for the A test depending on the intended application. In this case, a C test may be carried out instead of the B test.

At the end of the tests, the VBPD should be inspected for the absence of damage including displacement of optical components and mounting brackets. It should be verified by test that the detection zone has not changed in orientation, size or position.

5.4.4.2 Bump

Addition:

NOTE If the video sensor is not intended to be mounted on a machine (i.e. not intended to be subjected to severe bumps), the test conditions may be reduced for the A test depending on the intended application. In this case, a C test may be carried out instead of the B test.

At the end of the tests, the VBPD should be inspected for the absence of damage including displacement of optical components and mounting brackets. It should be verified by test that the detection zone has not changed in orientation, size or position.

Additional environmental tests:

5.4.6 Light interference

5.4.6.1 General

Each test should be carried out at the minimum and maximum operating distance as specified by the supplier, and under the stated conditions as a minimum requirement. Additional tests shall be carried out under different combinations of operating distances and environmental conditions when

- the supplier states higher immunity levels, which should be verified by testing at those levels with appropriate light sources, and/or
- an analysis shows such tests to be necessary.

Where ambient light is required in the test setup, this ambient light should be delivered by using the incandescent light source or using natural illumination.

NOTE In the following test procedures, unless otherwise stated, the light intensity limits include the combination of ambient light and light contributed by the indicated light source.

5.4.6.2 Light sources

The light sources (for background pattern effects) should be as follows.

- a) Incandescent light source: a tungsten halogen (quartz) lamp having characteristics within the following limits:
 - colour temperature: 3 000 K to 3 200 K;
 - input power: 500 W to 1 kW rated power;
 - rated voltage: any value within the range 100 V... 250 V;
 - supply voltage: rated voltage $\pm 5\%$, sinusoidal a.c. (50/60Hz);
 - length: 150 mm to 250 mm nominal.
- b) Line-frequency fluorescent light source: a linear fluorescent tube having characteristics within the following limits (operating without a reflector or diffuser):
 - size: T8 $\times$ 600 mm (25 mm nominal diameter);
 - rated power: 18 W to 20 W;
 - colour temperature: 5 000 K to 6 000 K;
 - operated at its rated supply voltage: $\pm 5\%$ sinusoidal a.c. (50/60Hz).
- c) High-frequency fluorescent light source: a linear fluorescent tube having characteristics within the following limits (operating without a reflector or diffuser):
 - size: T8 $\times$ 600 mm (25 mm nominal diameter);
 - rated power: 18 W to 20 W;
 - colour temperature: 5 000 K to 6 000 K;
 - operated at its rated supply voltage $\pm 5\%$, sinusoidal a.c. (50/60Hz) in combination with an electronic ballast having an operating frequency within the range of 30 kHz to 40 kHz.
- d) Flashing-beacon light source: a flashing beacon employing a xenon flash tube (without enclosure, reflector or filter) having characteristics within the following limits:
 - 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 joules to 5 joules.
- e) Stroboscopic light source: a stroboscope employing a xenon flash tube (without enclosure, reflector or filter) having characteristics within the following limits:
- 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 joules (at 200Hz) to 0,5 joules (at 5 Hz).

5.4.6.3 Test sequences

NOTE The A, B, and C tests below are defined in IEC 61496 -1, 5.2.3.

Test sequence 1:

- 1 – ESPE in normal operation
- 2 – Switch on interfering light
- 3 – B-test
- 4 – Switch off ESPE for 5 s. Restore power. Reset start interlock, if fitted
- 5 – B-test
- 6 – Switch off interfering light
- 7 – B-test

Test sequence 2:

- 1 – ESPE in normal operation
- 2 – Switch on interfering light
- 3 – C-tests repetitively for 1 min
- 4 – Switch off ESPE for 5 s. Restore power. Reset start interlock, if fitted
- 5 – C-tests repetitively for 1 min
- 6 – Switch off interfering light
- 7 – C-tests repetitively for 1 min

Test sequence 3:

- 1 – ESPE in normal operation
- 2 – Switch on the interfering light
- 3 – C-tests repetitively for 3 min

5.4.6.4 Normal operation

The ESPE should continue in normal operation throughout test sequence 1 in 5.4.6.3 using each of the following types of interfering light, positioned outside the sensing zone. Tests should be carried out with the maximum detection zone at the distances shown in Table 1. Lux measurements should be at the centre of the detection zone.

- The incandescent light source of 5.4.6.2 producing a uniform light intensity increase of 250 lux over ambient light of 500 lux reflected from the background surface (see Figure 3 showing white background and lux meter (held 1 m above the background surface) measuring reflected light).
- The flashing-beacon light source of 5.4.6.2 should be placed at the outer limit of the sensing zone but at least at a distance of 3 m from the optical axis of the sensor and 2 m in height from the floor of the sensing zone.
- The fluorescent light sources of 5.4.6.2 producing a uniform light intensity increase of 250 lux over ambient light of 500 lux reflected from the background surface (see Figure 3 showing white background and lux meter (held 1 m above background surface) measuring reflected light).

- Single incandescent light source of 5.4.6.2 with a round object held in front of the light source and outside the sensing zone producing a shadow on the passive pattern. The size of the shadow should be larger than the detection capability but less than 50 % of the area of the passive pattern and the contrast relative to the lightest part of the passive pattern should be a ratio of approximately 5 to 1.

The tests are carried out without the white background.

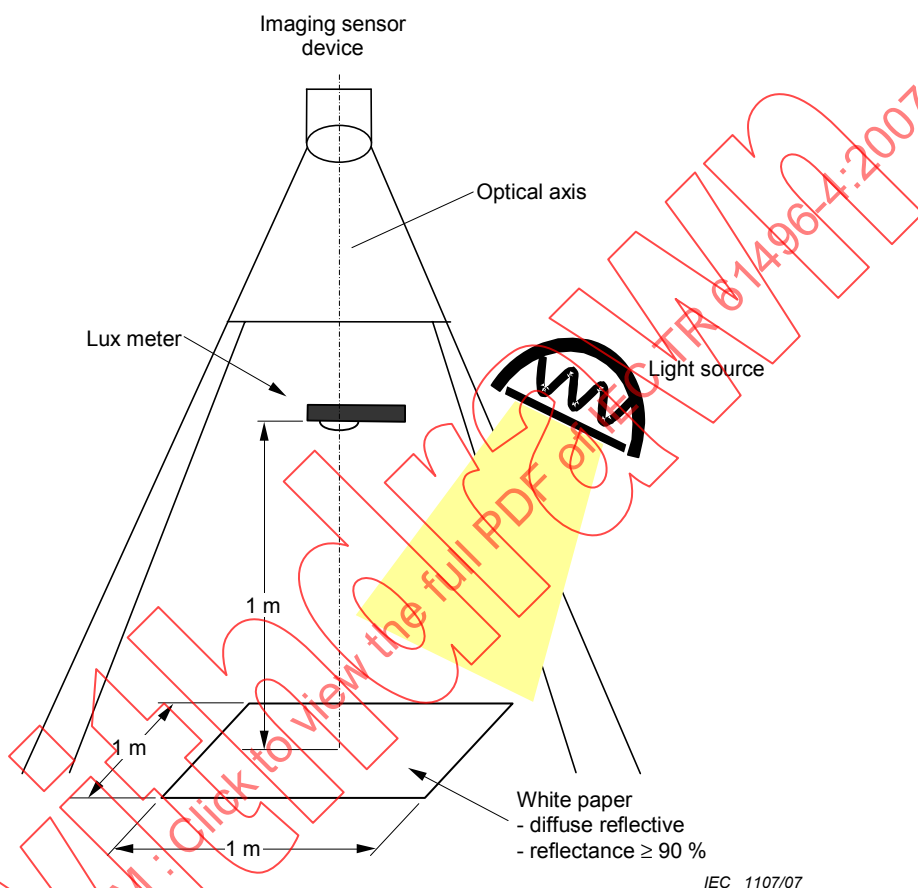


Figure 3 – Lux measurement setup at indirect light tests

5.4.6.5 Failure to danger caused by indirect light (pattern)

The ESPE should not fail to danger throughout test sequence 2 in 5.4.6.3 using each of the following types of interfering light, positioned outside the sensing zone. Tests should be carried out with the maximum detection zone for respective operating distance shown in Table 1. Lux measurements should be at the centre of the detection zone.

- The incandescent light source of 5.4.6.2 producing a uniform light intensity increase of 1000 lux over an ambient light of 500 lux reflected from the background surface (see Figure 3 showing white background and lux meter (held 1 m above the background surface) measuring reflected light).
- The stroboscopic light source of 5.4.6.2 should be placed at the outer limit of the sensing zone but at least at a distance of 3 m from the optical axis of the sensor and 2 m in height from the floor of the sensing zone.
- The fluorescent light sources of 5.4.6.2 producing a uniform light intensity increase of 500 lux over an ambient light of 500 lux reflected from the background surface (see Figure 3

showing white background and lux meter (held 1 m above the background surface) measuring reflected light).

- The single incandescent light source of 5.4.6.2 with a round object held in front of the light source and outside the sensing zone producing a shadow on the passive pattern. The size of the shadow should be larger than the detection capability but less than 50 % of the area of the passive pattern and the contrast relative to the lightest part of the passive pattern should be a ratio of 10 to 1.

The tests are carried out without the white background.

5.4.6.6 Failure to danger caused by direct light interference (sensor)

The ESPE should not fail to danger throughout test sequence 2 in 5.4.6.3 using each of the following types of interfering light, positioned outside the detection zone at its border line. If the detection zone can be configured, it should be limited that the light source is outside the detection zone but inside the sensing zone. Tests should be carried out for respective operating distance shown in Table 1. Lux measurements should be made near the image sensor.

- The incandescent light source of 5.4.6.2 producing a uniform light intensity of 3 000 lux.
- The stroboscopic light source of 5.4.6.2 should be placed at the outer limit of the sensing zone but at least at a distance of 3 m from the optical axis of the sensor and 2 m in height from the floor of the sensing zone.
- The fluorescent light sources of 5.4.6.2 producing an intensity of 1 000 lux.

5.4.6.7 Failure to danger caused by fading illumination

With the VBPD in normal operation, the intensity of ambient light is decreased stepwise over a range of intensities determined by the analysis of 5.2.9.1. A C test should be carried out at each step of intensity level.

5.4.7 Pollution interference

A systematic analysis of the design of the VBPD should be carried out to decide which tests and test methods are appropriate to satisfy the requirements of 4.3.6. These tests should be carried out to test for no failure to danger.

5.4.8 Changes of passive pattern

A systematic analysis of the design of the VBPD should be carried out to decide which tests and test methods are appropriate to satisfy the requirements of 4.3.7. These tests should be carried out to test for no failure to danger.

5.4.9 Manual interference

A systematic analysis of the design of the VBPD should be carried out to decide which tests and test methods are appropriate to satisfy the requirements of 4.3.8. These tests should be carried out to test for no failure to danger.

5.4.10 Optical occlusion in the detection zone

A systematic analysis of the design of the VBPD should be carried out to decide which tests and test methods are appropriate to satisfy the requirements of 4.3.9. These tests should be carried out to test for no failure to danger.

6 Marking for identification and safe use

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

6.1 General

Addition:

- aa) indication of the zone of detection;

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

7 Accompanying documents

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Additions:

- aaaa) the installer should verify that the view of the passive pattern is not blocked by parts of the machine or other objects;
 - bbbb) instruction that the detection capability dimension should be added to the safe distance calculations of ISO 13855. This is because response time specifications assume that the object can be entirely within the detection zone before it is detected;
 - cccc) the manufacturer should inform the user of potential problems not covered by the requirements of this technical report.
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61496-4:2007

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	27
INTRODUCTION.....	29
1 Domaine d'application.....	30
2 Références normatives	30
3 Termes et définitions	31
4 Exigences fonctionnelles, de conception et d'environnement.....	32
4.1 Exigences fonctionnelles	32
4.2 Exigences de conception	35
4.3 Exigences d'environnement	37
5 Essais	39
5.1 Généralités.....	39
5.2 Essais fonctionnels.....	39
5.4 Essais d'environnement.....	43
6 Marquage d'identification et de sécurité	49
6.1 Généralités.....	49
7 Documents d'accompagnement	49
Figure 1– Vue de côté d'un VBPD à motif passif.....	33
Figure 2 – Exemples d'éprouvettes d'essai à disque circulaire selon 4.2.13.3	34
Figure 3 – Dispositif de mesure d'éclairement (lux) pour les essais avec lumière indirecte.....	47
Tableau 1 – Vérification des exigences relatives à la capacité de détection (voir aussi 4.2.12)	40

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SÉCURITÉ DES MACHINES –
ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION ÉLECTRO-SENSIBLES –****Partie 4: Exigences particulières pour les équipements utilisant des
dispositifs protecteurs par vision (VBPD)**

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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI 61496-4, qui est un rapport technique, 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

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
44/536/DTR	44/545/RVC

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

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

Le présent rapport technique constitue la Partie 4 de la série CEI 61496 et est prévu pour être utilisé conjointement à la CEI 61496-1. Lorsqu'un article ou paragraphe particulier de la CEI 61496-1 n'est pas mentionné dans le présent rapport technique, cet article ou ce paragraphe s'applique pour autant que cela soit raisonnable. Si le rapport technique mentionne "addition", "modification" ou "remplacement", le texte correspondant de la CEI 61496-1 est à adapter en conséquence.

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.

INTRODUCTION

Le présent rapport technique fournit des informations relatives à la conception, la fabrication et les essais des équipements de protection électro-sensibles (ESPE) qui emploient des dispositifs protecteurs par vision (VBPD) pour la fonction détection de la protection de la machine.

Au moment de la rédaction de ce rapport technique, il n'existait aucun exemple commercial de VBPD sur le marché. De ce fait, afin de disposer d'un exemple de VBPD pour la rédaction du présent rapport technique, le groupe de travail a utilisé les résultats d'un projet de recherche japonais. Le groupe de travail comprend que les possibilités pour les VBPD sont beaucoup plus larges que les technologies limitées évoquées dans cet exemple. Lorsque des systèmes réels seront développés, il est raisonnable de penser que certains des concepts principaux mis en avant dans le présent rapport technique puissent servir de guide pour l'évaluation et les essais de ces premiers systèmes.

On peut anticiper que les caractéristiques et les exigences pour les VBPD varieront de façon significative selon les technologies sous-jacentes et les méthodologies employées. De ce fait, il est prévu que le présent rapport technique sera divisé en plusieurs sous-parties qui traiteront les exigences uniques aux différents types de dispositifs protecteurs par vision (par exemple, la CEI 61496-4-1 pourrait couvrir les exigences générales, tandis que la CEI 61496-4-2 pourrait traiter des exigences uniques aux dispositifs employant un motif de référence passif).

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION ÉLECTRO-SENSIBLES –

Partie 4: Exigences particulières pour les équipements utilisant des dispositifs protecteurs par vision (VBPD)

1 Domaine d'application

NOTE Comme exemple pour le développement du présent rapport technique, un VBPD est défini comme comportant un seul dispositif de détection d'image visualisant une image 2D par rapport à un motif passif en arrière-plan, et où le principe de détection bloque la vue du motif. Les informations relatives à l'épaisseur, à la forme et aux caractéristiques de la surface de l'objet ne sont pas nécessaires à la détection. Un motif passif n'est pas créé par une source de lumière.

Remplacement:

La présente partie de la CEI 61496 définit les exigences de conception, de fabrication et d'essai des équipements de protection électrosensibles (ESPE) conçus spécialement pour détecter des personnes, comme partie d'un système relatif à la sécurité, utilisant pour la fonction de détection des dispositifs protecteurs par vision (VBPD). Une attention particulière est portée aux caractéristiques assurant qu'une performance appropriée liée à la sécurité est atteinte. Un ESPE peut comprendre des fonctions relatives à la sécurité optionnelles, leurs exigences étant indiquées dans l'Annexe A de la CEI 61496-1 et dans le présent rapport technique.

Ce rapport technique 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. Il se limite au fonctionnement de l'ESPE, et à son interface avec la machine.

- Il est limité aux ESPE par vision automatiques qui n'exigent aucune intervention humaine pour la détection.
- Il est limité aux ESPE par vision automatiques qui détectent des objets pénétrant ou déjà présents dans la(les) zone(s) de détection.
- Sont exclus de la présente partie les VBPD employant des rayonnements de longueurs d'ondes se situant en dehors du domaine de 400 nm à 1 500 nm.
- Le présent rapport technique ne traite pas des aspects nécessaires pour une classification complexe ou une différenciation de l'objet détecté.

Ce rapport technique peut être approprié pour des applications autres que celles destinées à la protection des personnes, par exemple la protection des machines ou des produits contre les dommages mécaniques. Dans ces applications, des exigences complémentaires peuvent se révéler nécessaires, par exemple si des matériaux devant être reconnus par la fonction de détection ont des propriétés différentes de celles des personnes.

Ce rapport technique ne traite pas des exigences relatives à l'émission concernant la compatibilité électromagnétique (CEM).

2 Références normatives

Additions:

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

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

3 Termes et définitions

Remplacement:

3.3

capacité de détection

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

NOTE La capacité de détection est généralement mesurée par la taille de l'objet pouvant être détecté. Un accroissement de la capacité de détection signifie qu'un plus petit objet peut être détecté.

Additions:

3.401

image

matrice de pixels

3.402

capteur image

dispositif opto-électronique produisant des signaux électriques représentant les caractéristiques d'une image

3.403

motif passif

motif statique (c'est-à-dire à un emplacement fixe et ne variant pas) et régulier sur un arrière-plan plat couvrant au moins la zone de détection et la zone de tolérance – l'obscurcissement d'une partie du motif provoque la détection

NOTE La régularité du motif se réfère seulement au motif physique et non à l'image du motif telle qu'elle est vue par le capteur image.

3.404

élément de motif

partie élémentaire d'un motif passif défini à partir du motif réel (exemple utilisé dans ce rapport technique: damier noir et blanc – un carreau noir ou un carreau blanc)

3.405

pixel physique

pour un capteur, plus petit élément d'une matrice de capteur image

3.406

pixel

surface du plus petit élément d'une image pouvant être distinguée de ses éléments voisins

3.407

zone sensible

volume 3D (par exemple de la forme d'une pyramide ou d'un cône) défini par le champ de vision du capteur image avec son sommet sur la fenêtre optique du dispositif sensible. Une zone à capacité de détection limitée et une zone de détection sont contenues dans la zone sensible. La zone à capacité de détection limitée est située entre la fenêtre optique du dispositif sensible et la zone de détection.

3.408

épreuve d'essai

objet employé pour vérifier la capacité de détection du dispositif protecteur par vision (VBPD)

3.409

zone de tolérance

zone hors de la zone de détection qui est nécessaire pour atteindre la probabilité de détection requise de l'épreuve d'essai spécifiée à l'intérieur de la zone de détection

3.410

dispositif protecteur par vision (VBPD)

ESPE utilisant un capteur image opérant dans le visible et à proximité du spectre de lumière infrarouge pour détecter un objet dans un champ visuel défini

NOTE Pour le présent rapport technique, le VBPD comporte un dispositif de détection d'image visualisant une image 2D par rapport à un motif passif en arrière-plan.

3.411

zone à capacité de détection limitée

zone à l'intérieur de la zone sensible dans laquelle la capacité de détection est plus faible que la capacité de détection établie par le fournisseur. Ses dimensions et les informations appropriées pour son emploi sont fournies par le fournisseur.

NOTE Les limitations peuvent être la dimension, la couleur, etc.

4 Exigences fonctionnelles, de conception et d'environnement

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

4.1 Exigences fonctionnelles

Remplacement:

4.1.2 Fonction de détection

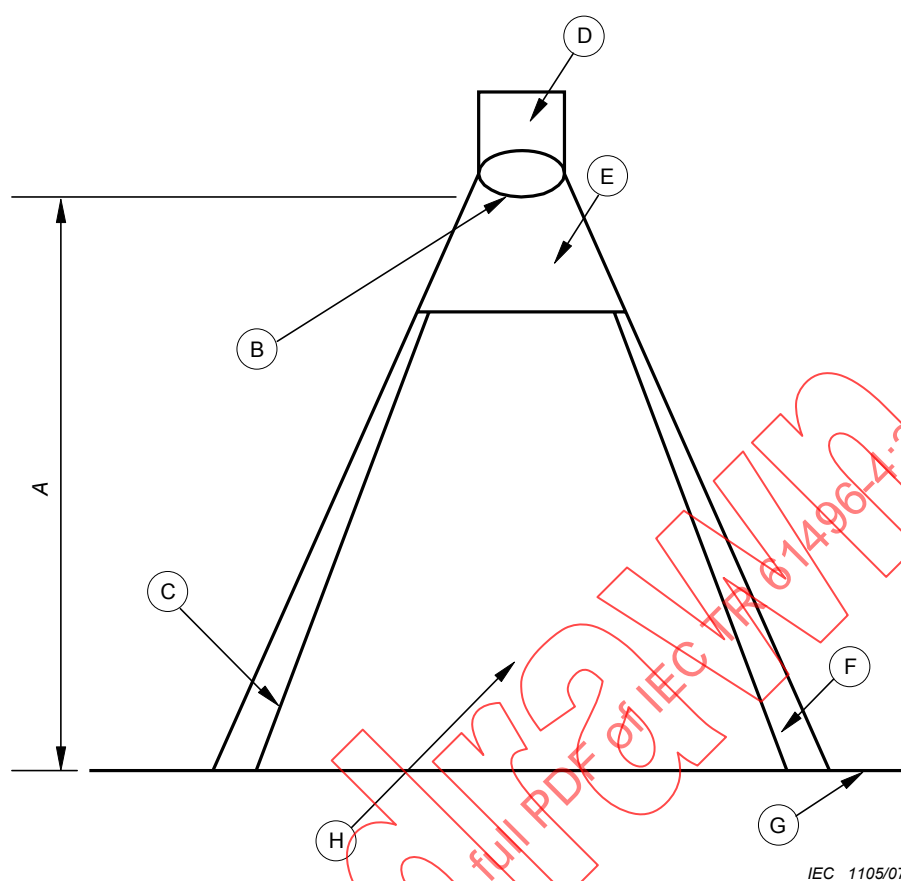
Il convient que la zone de détection débute au bord de la zone à capacité de détection limitée et à l'extrémité du motif passif (voir Figure 1).

NOTE Il est possible que seules des parties du motif passif soient utilisées pour la définition de la zone de détection.

Il convient que la présence d'un ou de plusieurs objets dans la zone à capacité de détection limitée ne conduise pas à une défaillance dangereuse.

Afin d'assurer l'intégrité entière de la capacité de détection, il convient que le rapport de la taille minimale de l'objet détectable à la taille des éléments du motif d'arrière-plan soit supérieur ou égal à 3 (c'est-à-dire que la taille de l'objet soit au moins 3 fois la taille de l'élément de motif).

NOTE La restriction pour le rapport de la taille de l'objet à la taille de l'élément de motif est le résultat des difficultés rencontrées dans la définition d'une méthode d'essai qui vérifie de façon adéquate l'intégrité de la capacité de détection (voir le Figure 2).



IEC 1105/07

A – Distance de fonctionnement

B – Fenêtre optique

C – Zone de tolérance

D – Dispositif capteur image

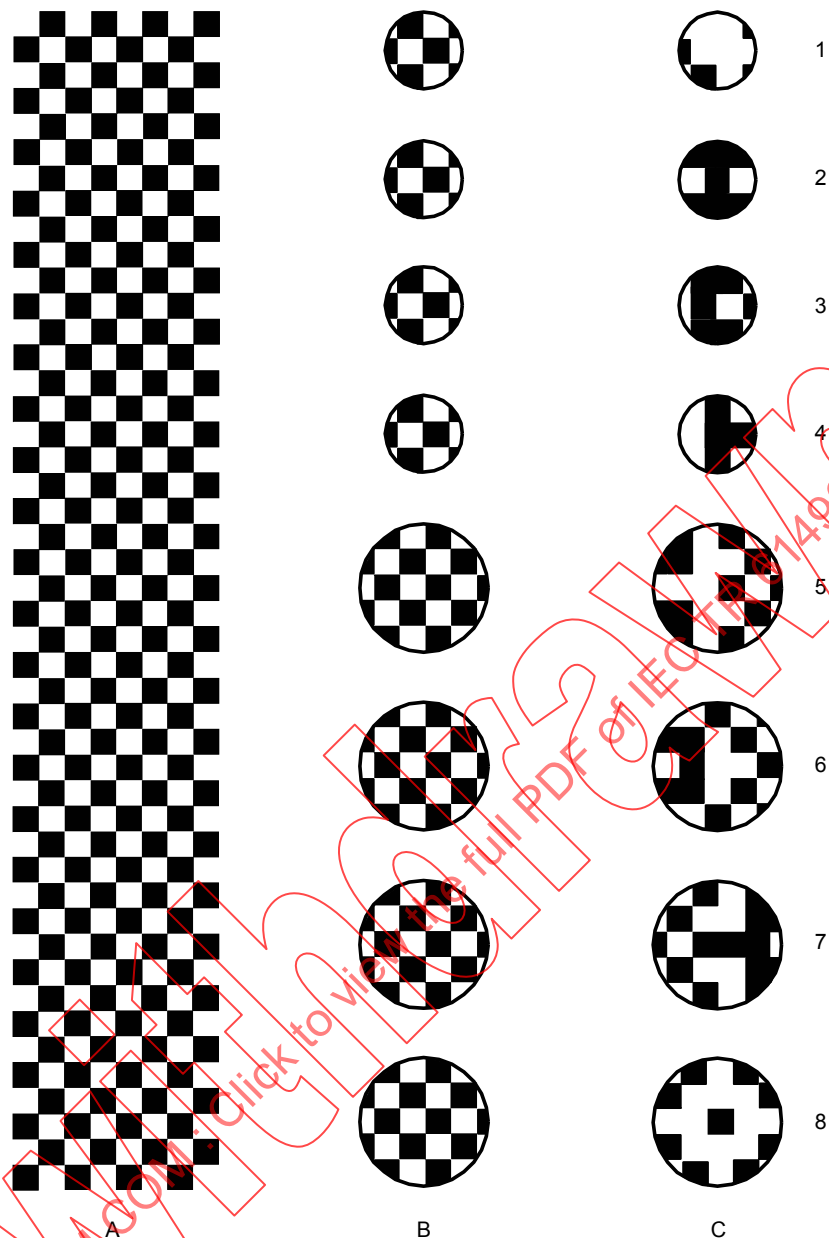
E – Zone à capacité de détection limitée

F – Zone de tolérance

G – Arrière-plan (motif passif)

H – Zone de détection

Figure 1– Vue de côté d'un VBP à motif passif



IEC 1106/07

Figure 2 – Exemples d'éprouvettes d'essai à disque circulaire selon 4.2.13.3

NOTE La Figure 2 montre ce qui suit:

- A exemple d'un motif passif comportant 8 x 46 éléments de motif;
- B sections de motif passif avec la taille d'une éprouvette d'essai circulaire. B1 à B4 correspondent à l'exigence de 4.1.2 telle qu'il convient que le rapport de la taille minimale de l'objet détectable à la taille des éléments du motif d'arrière-plan soit supérieur ou égal à 3.
- C exemples d'éprouvettes d'essai à disque circulaire avec motifs non réguliers. Les exemples suivent la recommandation de 4.2.13.3 telle qu'il convient qu'un motif non régulier ait environ 25 % d'éléments de motif différents. Pour C1 à C4, la zone de modification est environ de deux éléments de motif et pour C5 à C8, environ de cinq éléments de motif.

4.1.2.1 Généralités

Il convient que la fonction de détection soit efficace au-delà de la zone de détection spécifiée. Il convient qu'aucun réglage de la zone de détection ou de la capacité de détection ne soit

possible sans la mise en œuvre d'une mesure de sécurité (par exemple, une clé, un mot-clé ou un outil).

Il convient que le dispositif de détection d'un VBPD réponde par la fourniture d'un ou plusieurs signaux de sortie lorsque l'éprouvette d'essai est placée n'importe où dans la zone de détection, qu'elle soit statique ou en mouvement, à toute vitesse comprise entre 0 m/s et 1,6 m/s.

Lorsque le fournisseur établit qu'un VBPD peut être utilisé pour la détection d'objets se déplaçant à des vitesses supérieures à celles spécifiées, il convient que les exigences ci-dessus soient satisfaites pour toute vitesse inférieure ou égale à cette(ces) vitesse(s) maximale(s) spécifiée(s).

Il convient que les objets imitant le motif passif ou similaires en apparence au motif passif, et présents dans la zone de détection, soient détectés et que le VBPD réponde par la fourniture d'un ou plusieurs signaux de sortie.

4.1.2.2 Performance optique

Il convient que le VBPD soit conçu et fabriqué de façon à limiter

- a) la possibilité de dysfonctionnement au cours de l'exposition au rayonnement externe dans le domaine 400 nm à 1 500 nm;
- b) les effets des influences environnementales (température, vibrations et chocs, poussière, humidité, lumière ambiante, réflexions parasites, variation de l'éclairement, ombres, réflectivité d'arrière-plan);
- c) Le désalignement pour lequel le fonctionnement normal est possible.

Addition:

4.1.4 Zone 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 zone entre la fenêtre optique et la zone de détection, il convient que ses dimensions et une information d'utilisation appropriée soient données par le fournisseur.

4.2 Exigences de conception

Exigence de conception complémentaire:

4.2.12 Intégrité de la capacité de détection du VBPD

Il convient que la conception du VBPD assure que la capacité de détection ne soit pas diminuée en dessous des limites spécifiées par le fournisseur et dans le présent rapport technique, lorsque le VBPD est employé dans n'importe quelle et toutes les combinaisons suivantes:

- n'importe quelle condition contenue dans la spécification du fournisseur;
- les conditions environnementales spécifiées en 4.3 (CEI 61496-1 et CEI 61496-4);
- aux limites d'alignement et/ou de réglage.

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 du VBPD, mais qui, en cas de combinaison des conditions ci-dessus, occasionne une telle perte, il convient que ce défaut, conjointement à cette combinaison de conditions, soit considéré comme un défaut unique et que le VBPD réponde à ce défaut unique comme spécifié en 4.2.2.

4.2.13 Eprouvettes d'essai pour essai de type

4.2.13.1 Généralités

Les échantillons d'essai font partie du VBPD et par conséquent, il convient qu'elles soient délivrées par le fournisseur pour être utilisées dans les essais de type de l'Article 5. Il convient qu'elles soient marquées avec une référence de type et l'identification du VBPD avec lequel elles sont prévues être utilisées.

Il convient que les diamètres des échantillons d'essai ne dépassent pas 200 mm afin d'assurer l'aptitude à la détection corps entier. Il convient que les échantillons d'essai soient opaques.

Différentes échantillons d'essai peuvent être exigés pour les différentes phases des méthodes d'essai.

Les caractéristiques de la pièce d'essai qu'il convient de considérer sont:

- taille;
- forme;
- couleur;
- réflectivité;
- contraste avec l'arrière-plan;
- texture.

Lors de la définition des caractéristiques de l'échantillon d'essai, il convient que la protection contre les camouflages avec l'arrière-plan soit prise en compte.

4.2.13.2 Echantillon d'essai sphérique

Il convient que l'échantillon d'essai ait la forme d'une sphère de diamètre égal à la capacité de détection spécifiée. Il convient que la couleur de l'échantillon d'essai soit choisie de sorte à créer une condition de cas le plus défavorable pour les discriminateurs du motif d'arrière-plan. Lorsqu'il est montré, par les résultats de l'analyse de conception, que d'autres caractéristiques de surface sont critiques, il convient que ces caractéristiques soient appliquées à l'échantillon d'essai sphérique. Des échantillons d'essai de différentes couleurs peuvent être nécessaires.

4.2.13.3 Echantillons d'essai à disque circulaire

Il convient que l'échantillon d'essai ait la forme d'un disque circulaire de diamètre égal à la capacité de détection spécifiée, et d'une épaisseur d'environ 5 % du diamètre (l'épaisseur n'est pas critique). Il convient que l'échantillon d'essai dispose d'un motif non régulier avec les mêmes éléments de motif, les mêmes couleurs et réflectivité que le motif d'arrière-plan. Les informations concernant le motif non régulier choisi dépendent de l'analyse de conception (par exemple les algorithmes pour la détection d'objets et la compensation pour contamination ou vieillissement du motif d'arrière-plan, la relation entre la taille des éléments de motif, la capacité de détection et la résolution en pixels).

NOTE Il convient qu'un motif non régulier dispose environ de 25 % d'éléments de motif différents (des exemples de motifs d'échantillon d'essai sont donnés à la Figure 2).

4.2.13.4 Echantillon d'essai cylindrique

Si le VBPD est prévu fonctionner uniquement comme dispositif de déclenchement, il convient que l'échantillon d'essai soit un objet cylindrique de diamètre égal à la capacité de détection et de longueur 150 mm. Il convient que l'échantillon d'essai cylindrique ait des caractéristiques de surface identiques à celles de l'échantillon d'essai sphérique.

4.2.14 Longueur d'onde

Il convient que les VBPD fonctionnent à une longueur d'ondes comprise entre 400 nm et 1 500 nm.

4.2.15 Intensité du rayonnement

Lorsque le VBPD est d'un type générant de la lumière laser, Il convient que l'intensité du rayonnement émis par le VBPD n'excède à aucun moment la puissance maximale ou les niveaux d'énergie pour un dispositif de classe 1M selon 8.2 de la CEI 60825-1.

NOTE L'utilisation de dispositifs de classe 2M est à l'étude.

4.3 Exigences d'environnement

4.3.1 Plage de températures ambiantes de l'air et humidité

Addition:

Il convient que l'ESPE ne présente pas 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

Addition:

NOTE Un VBPD peut comporter des limitations concernant les vibrations et les chocs inférieures à celles de la CEI 61496-1. En particulier, le mouvement relatif entre le capteur et le motif passif peut provoquer un fonctionnement non fiable.

4.3.5 Interférences lumineuses

Il convient que le VBPD continue à fonctionner normalement lorsque le motif passif est éclairé par

- une lumière incandescente;
- un feu clignotant;
- une lumière fluorescente produite par une alimentation électronique de ligne à haute fréquence.

Il convient que le VBPD continue à fonctionner normalement lorsque les ombres des objets (selon 5.4.6.4) en dehors de la zone de détection apparaissent sur le motif passif.

Il convient que le VBPD ne présente pas de défaillance dangereuse 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 stroboscopique;
- une lumière fluorescente à forte intensité produite par une alimentation électronique de ligne à haute fréquence;
- un éclairage exigé par les fabricants se dégradant jusqu'à zéro lux.

Il convient que le VBPD ne présente pas de défaillance dangereuse lorsque les ombres des objets (selon 5.4.6.5) apparaissent sur le motif passif.

Aucune exigence n'est fournie en ce qui concerne les sources de lumière parasite pouvant provoquer un fonctionnement anormal ou une défaillance dangereuse.

Sur la base des technologies et des algorithmes utilisés tout autant que l'analyse de 5.2.9.1, des essais complémentaires peuvent être nécessaires.

4.3.6 Interférence due à la pollution

4.3.6.1 Effets sur la fenêtre optique

Il convient que la pollution sur la fenêtre optique ne conduise pas à une défaillance dangereuse.

4.3.6.2 Effets sur le Motif Passif

Il convient que des modifications du motif passif (par exemple résultant du vieillissement ou de dommages dus à des effets environnementaux) ne conduisent pas à une défaillance dangereuse.

4.3.6.3 Effets dans la zone de détection

Il convient que la pollution dans la zone de détection ne conduise pas à une défaillance dangereuse.

4.3.7 Modifications du motif passif

Il convient que des modifications du motif passif provoquées par exemple par une dégradation, le vieillissement, des effets mécaniques ou une contamination ne conduisent pas à une défaillance dangereuse.

4.3.8 Interférence manuelle

Il convient que les conditions suivantes ne conduisent pas à une défaillance dangereuse:

- recouvrement de la fenêtre optique du boîtier du VBPD ou d'autres parties (si applicable);
- introduction d'objets dans la zone à capacité de détection limitée;
- déplacement du motif passif (excepté si il est exigé que le motif soit fixé de façon permanente) dans toute direction.

Dans de tels cas, il convient que le VBPD réponde en fournissant un ou des signaux de sortie approprié(s) jusqu'au retrait de l'interférence manuelle.

NOTE En fonction des conditions de verrouillage, un redémarrage automatique peut être admis.

4.3.9 Occlusion optique (éclipsée par un petit objet) dans la zone de détection

Il convient que la capacité de détection du VBPD soit maintenue ou que le VBPD ne présente pas de défaillance dangereuse lorsque des objets ou des parties de la machine plus petits que la capacité de détection sont présents dans la zone de détection, ce qui pourrait empêcher la vue de l'objet qui devrait être détecté. Ceci présente un intérêt particulier lorsque le système est apte à détecter la présence de petits objets qui devraient être négligés.

Il convient de fournir selon l'Article 7 l'information que l'installateur est censé vérifier que la vue du motif passif n'est pas empêchée par des parties de la machine ou d'autres objets.

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

5 Essais

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

5.1 Généralités

Addition:

Dans les essais suivants, il convient de vérifier que lorsque le ou les OSSD passe(ent) à l'état INACTIF, il(s) reste(ent) 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.

5.1.2.1 Environnement d'essai

Addition:

- condition d'éclairage ambiant: 200 lux à 750 lux.

5.1.2.2 Précision de mesure

Addition au premier alinéa:

- pour la mesure de l'intensité lumineuse: $\pm 10\%$

5.2 Essais fonctionnels

5.2.1 Fonction de détection

Addition:

5.2.1.1 Généralités

Il convient que la fonction de détection et l'intégrité de la capacité de détection soient essayées comme spécifié en tenant compte des points suivants:

- il convient que tous les essais soient réalisés avec l'éprouvette d'essai à proximité de l'arrière-plan ainsi que de la zone à détection limitée. Des essais à d'autres emplacements peuvent être nécessaires selon l'analyse de conception et la prise en compte des cas les plus défavorables ;
- il convient que les essais vérifient que les éprouvettes d'essai spécifiées sont détectées quand l'éprouvette d'essai est placée en totalité à l'intérieur de la ou des zones de détection spécifiées ;
- il convient que les essais vérifient que les éprouvettes d'essai spécifiées sont détectées de façon continue lorsque l'éprouvette d'essai pénètre ou est déplacée à l'intérieur de la zone de détection à n'importe quelle vitesse comprise entre 0 et 1,6 m/s ou jusqu'à 2 m/s si la capacité de détection établie est inférieure à 30 mm. Lorsque le fournisseur établit que des objets se déplaçant à des vitesses plus élevées peuvent être détectés, il convient que les exigences soient satisfaites à toutes les vitesses jusqu'aux vitesses maximales établies ;
- il convient que le nombre, la sélection et les conditions des essais particuliers soient tels qu'ils vérifient les exigences du 4.2.12.

Il convient de vérifier que le dispositif de détection est activé de façon continue et, lorsque c'est nécessaire, que le ou les OSSD(s) passent à l'état inactif comme décrit ci-dessous, en prenant en compte le principe de fonctionnement du VBPD et, en particulier, les techniques employées pour fournir une tolérance aux interférences de l'environnement.