IEC 61496-2

Edition 3.0 2013-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)

Sécurité des machines – Équipements de protection électro-sensibles – Partie 2: Exigences particulières à un équipement utilisant des appareils protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XA

ICS 13.110; 29.260.99

ISBN 978-2-83220-587-7

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 8
4 Functional, design and environmental requirements 9
4.1 Functional requirements 9
4.2 Design requirements 11
4.3 Environmental requirements 14
5 Testing 14
5.1 General 14
5.2 Functional tests 17
5.4 Environmental tests 34
6 Marking for identification and safe use 42
6.1 General 42
7 Accompanying documents 42
Annex A (normative) Optional functions of the ESPE 44
Annex B (normative) Catalogue of single faults affecting the electrical equipment of the ESPE, to be applied as specified in 5.3 48
Annex AA (informative) Type 2 AOPD periodic test configurations 49
Bibliography 51
Index 52

Figure 1 – Limit area for the protection against the risk of beam bypass 12
Figure 2 – Limit of vertical and horizontal misalignment 13
Figure 3 – Test piece at 45° 18
Figure 4 – Test piece at 90° 19
Figure 5 – Verifying sensing function by moving the test piece (TP) through the detection zone near the emitter, near the receiver/retro-reflector target and at the midpoint 19
Figure 6 – Limit values for the effective aperture angle (EAA) 21
Figure 7 – Determination of the minimum detection capability 22
Figure 8 – Measuring method for EAA (direction) 23
Figure 9 – Prism test to measure EAA of each beam 25
Figure 10 – EAA test using prism 26
Figure 11 – Design calculations for a wedge prism 27
Figure 12 – Example of optical subsystem: Emitter on left – Receiver on right 27
Figure 13 – Example of SMD LED Model 28
Figure 14 – Example of intensity distribution of emitting element 28
Figure 15 – Example of emitter model with beams internally blocked by aperture stop 28
Figure 16 – Example of receiving unit with off axis beam portion reflected internally on mechanical elements 29
Figure 17 – Example of test piece inside model of optical subsystem with passing radiation on the receiver 30

Figure 18 – Example of emitting unit adjusted at the limit 31
Figure 19 – Extraneous reflection test with mirror outside of limit area 32
Figure 20 – AOPD misalignment test 33
Figure 21 – Light interference test – Direct method 35
Figure 22 – Light interference test – Test set-up with incandescent light source 36
Figure 23 – Light interference test – Test set-up with fluorescent light source 37
Figure 24 – Light interference test – Test set-up with flashing beacon light source 38
Figure 25 – Light interference test – Test set-up with stroboscopic light source 39
Figure AA.1 – Single beam sensing device 49
Figure AA.2 – Series connection of single beam sensing devices 49
Figure AA.3 – Assembly of multiple beams tested individually 49
Figure AA.4 – Example of type 2 AOPD with internal test 50

Table 1 – Correspondences of requirements/testing and AOPD designs 15
Table 2 – Maximum permissible angle of misalignment (in degrees) for a type 2 ESPE depending on the dimensions of the light curtain 32
Table 3 – Maximum permissible angle of misalignment (in degrees) for a type 4 ESPE depending on the dimensions of the light curtain 32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRO-SENSITIVE PROTECTIVE EQUIPMENT –

Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61496-2 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 third edition cancels and replaces the second edition published in 2006. It constitutes a technical revision.

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

a) Requirements have been corrected and made easier to understand.
b) Test procedures have been revised to make them easier to perform and to improve repeatability.
c) Guidance is provided for the evaluation and verification of AOPDs using design techniques for which the test procedures of this part are not sufficient.

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

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

This part supplements or modifies the corresponding clauses in IEC 61496-1.

Where a particular clause or subclause of Part 1 is not mentioned in this Part 2, that clause or subclause applies as far as is reasonable. Where this part states "addition", "modification" or "replacement", the relevant text of Part 1 is adapted accordingly.

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

CDV	Report on voting
44/651/CDV	44/670/RVC

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

This part of IEC 61496 provides 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 (AOPDs) for the sensing function.

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 12100.

Due to the complexity of the technology of ESPEs 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 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)

1 Scope

This clause of Part 1 is replaced by the following:

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 active opto-electronic protective devices (AOPDs) 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 61946-1:2012 and of this part.

This part of IEC 61496 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.

Excluded from this part are AOPDs employing radiation at wavelengths outside the range 400 nm to 1500 nm.

This part of IEC 61496 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 part does of IEC 61496 not deal with EMC emission requirements.

2 Normative references

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Additional references:

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

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

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

ISO 13855, *Safety of machinery – Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 56
INTRODUCTION 58
1 Domaine d'application 59
2 Références normatives 59
3 Termes et définitions 60
4 Exigences de fonctionnement, de conception et d'environnement 61
4.1 Exigences de fonctionnement 61
4.2 Exigences de conception 63
4.3 Exigences relatives aux conditions ambiantes 66
5 Essais 66
5.1 Généralités 67
5.2 Essais de fonctionnement 69
5.4 Essais d'environnement 86
6 Marquage d'identification et de sécurité 94
6.1 Généralités 94
7 Documents d'accompagnement 94
Annexe A (normative) Fonctions optionnelles de l'ESPE 96
Annexe B (normative) Catalogue des défauts simples affectant l'équipement électrique d'un ESPE à appliquer conformément à 5.3 100
Annexe AA (informative) Configurations des essais périodiques de l'AOPD de type 2 101
Bibliographie 103
Index 104

Figure 1 – Région limite pour la protection contre le risque de court-circuit des faisceaux 64
Figure 2 – Limite du désalignement vertical et horizontal 65
Figure 3 – Eprouvette d'essai inclinée à 45° 70
Figure 4 – Eprouvette d'essai inclinée à 90° 71
Figure 5 – Vérification de la fonction de détection par déplacement de l'éprouvette d'essai (TP) à travers la zone de détection à proximité de l'émetteur, à proximité de la cible du récepteur/rétroréflecteur et au point médian 71
Figure 6 – Valeurs limites de l'angle d'ouverture efficace (EAA) 73
Figure 7 – Détermination de la capacité de détection minimale 74
Figure 8 – Méthode de mesure de l'EAA (direction) 75
Figure 9 – Essai du prisme pour mesurer l'EAA de chaque faisceau 77
Figure 10 – Essai de l'EAA à l'aide du prisme 78
Figure 11 – Calculs de conception pour un prisme 79
Figure 12 – Exemple de sous-système optique: Emetteur à gauche – Récepteur à droite 79
Figure 13 – Exemple de modèle de LED CMS 80
Figure 14 – Exemple de distribution d'intensité d'un émetteur 80
Figure 15 – Exemple de modèle d'émetteur avec faisceaux verrouillés en interne par diaphragme 80

Figure 16 – Exemple d'unité de réception avec une partie du faisceau en dehors de l'axe réfléchie à l'intérieur sur les éléments mécaniques 81
Figure 17 – Exemple d'éprouvette d'essai dans le modèle du sous-système optique avec un rayonnement traversant sur le récepteur 82
Figure 18 – Exemple d'émetteur réglé sur la limite 83
Figure 19 – Essai des réflexions parasites avec le miroir en dehors de la zone limite 84
Figure 20 – Essai de désalignement de l'AOPD 85
Figure 21 – Essais d'interférence lumineuse – Méthode directe 87
Figure 22 – Essais d'interférence lumineuse – Configuration d'essai avec une source de lumière incandescente 88
Figure 23 – Essais d'interférence lumineuse – Configuration d'essai avec une source de lumière fluorescente 89
Figure 24 – Essais d'interférence lumineuse – Configuration d'essai avec une source de lumière à feu clignotant 90
Figure 25 – Essais d'interférence lumineuse – Configuration d'essai avec une source de lumière stroboscopique 91
Figure AA.1 – Appareil de détection à simple faisceau 101
Figure AA.2 – Montage en série des dispositifs de détection à simple faisceau 101
Figure AA.3 – Ensemble de faisceaux multiples testés individuellement 102
Figure AA.4 – Exemple d'AOPD de type 2 avec essai interne 102

Tableau 1 – Correspondances entre les exigences/essais et les conceptions de l'AOPD 67
Tableau 2 – Angle maximal de désalignement admissible (en degrés) pour un ESPE de type 2 en fonction des dimensions de la barrière immatérielle 84
Tableau 3 – Angle maximal de désalignement admissible (en degrés) pour un ESPE de type 4 en fonction des dimensions de la barrière immatérielle 84

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION ÉLECTRO-SENSIBLES –

Partie 2: Exigences particulières à un équipement utilisant des appareils protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD)

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61496-2 a été établie par le Comité d'études 44 de la CEI, "Sécurité des machines – Aspects électrotechniques", en collaboration avec le Comité Technique 44X du CENELEC, "Sécurité des machines – Aspects électrotechniques".

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2006. Elle constitue une révision technique.

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

a) Les exigences ont été corrigées et sont plus faciles à comprendre.
b) Les méthodes d'essai ont été révisées pour être plus faciles à réaliser et pour améliorer la répétabilité.

c) Des recommandations sont fournies pour l'évaluation et la vérification des appareils protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD) utilisant des techniques de conception pour lesquelles les méthodes d'essai de la présente partie ne sont pas suffisantes.

La présente norme a le statut de norme de famille de produits et peut être utilisée comme référence normative dans une norme de produits spécifique concernant la sécurité des machines.

La présente norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 61496-1:2012.

La présente partie complète ou modifie les articles correspondants de la CEI 61496-1.

Lorsqu'un article ou paragraphe particulier de la Partie 1 n'est pas mentionné dans la présente Partie 2, cet article ou ce paragraphe s'applique pour autant qu'il soit raisonnable. Lorsque la présente partie spécifie "ajout", "modification" ou "remplacement", le texte correspondant de la Partie 1 est adapté en conséquence.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
44/651/CDV	44/670/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61496, publiées sous le titre général *Sécurité des machines – Équipements 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 stabilité indiquée sur le site Web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

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

INTRODUCTION

Les équipements de protection électro-sensibles (ESPE) sont utilisés sur des machines présentant un risque d'accident pour les personnes. Ils fournissent une protection en mettant la machine en état sûr avant qu'une personne puisse se trouver dans une situation dangereuse.

La présente partie de la CEI 61496 traite des exigences particulières concernant la conception, la fabrication et les essais des ESPE pour la protection des machines, qui utilisent des AOPD pour la fonction de détection.

Chaque type de machine présente ses propres risques (phénomènes dangereux) et l'objectif de la présente norme n'est pas de recommander la façon d'appliquer l'ESPE à une quelconque 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 12100.

En raison de la complexité de la technologie des ESPE, de nombreux problèmes dépendent beaucoup de l'analyse et de l'expertise en techniques d'essai et de mesure spécifiques. Pour offrir un niveau de confiance élevé, un contrôle indépendant par une expertise adéquate est recommandé.

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION ÉLECTRO-SENSIBLES –

Partie 2: Exigences particulières à un équipement utilisant des appareils protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD)

1 Domaine d'application

L'Article correspondant de la Partie 1 est remplacé par ce qui suit:

La présente partie de la CEI 61496 définit les exigences de conception, de construction et d'essai d'équipements de protection électro-sensibles (ESPE) conçus spécialement pour détecter des personnes, comme partie d'un système relatif à la sécurité, utilisant des appareils protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD) pour la fonction de détection. Une attention particulière est portée sur les caractéristiques assurant qu'une performance relative à la sécurité appropriée est atteinte. Un ESPE peut comporter des fonctions de sécurité optionnelles; les exigences pour ces fonctions sont données à l'Annexe A de la CEI 61946-1:2012 et de la présente Partie.

La présente partie de la CEI 61496 ne définit ni les dimensions et configurations de la zone de détection, ni son emplacement par rapport aux parties dangereuses dans une application quelconque, ni ce qui constitue un état dangereux pour une machine quelconque. Elle se limite au fonctionnement de l'ESPE et de son interface avec la machine.

La présente partie de la CEI 61496 ne traite pas des AOPD qui utilisent des longueurs d'ondes hors de la plage de 400 nm à 1 500 nm.

La présente partie de la CEI 61496 peut s'appliquer à des applications autres que la protection des personnes, par exemple la protection des machines ou des produits contre des dommages mécaniques. Dans ces applications-là, des exigences complémentaires peuvent se révéler nécessaires, par exemple lorsque les matériaux qui doivent être reconnus par le dispositif de détection ont des caractéristiques différentes de celles des personnes.

La présente partie de la CEI 61496 ne traite pas des exigences CEM (compatibilité électromagnétique) relatives aux émissions électromagnétiques.

2 Références normatives

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

Références complémentaires:

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

CEI 61496-1:2012, *Sécurité des machines – Équipements de protection électro-sensible – Partie 1: Exigences générales et essais*

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

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

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