

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**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 électrosensibles –
Partie 2: Exigences particulières pour un équipement utilisant des dispositifs
protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.110; 29.260.99

ISBN 978-2-8322-9447-5

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Functional, design and environmental requirements	9
5 Testing	14
6 Marking for identification and safe use.....	40
7 Accompanying documents	41
Annex A (normative) Optional functions of the ESPE	42
Annex AA (informative) Type 2 AOPD periodic test configurations	46
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°	18
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 – Example of optical subsystem	27
Figure 12 – Example of SMD LED Model	28
Figure 13 – Example of intensity distribution of emitting element	28
Figure 14 – Example of emitter model with beams internally blocked by aperture stop	29
Figure 15 – Example of receiving unit with off axis beam portion reflected internally on mechanical elements	29
Figure 16 – Example of test piece inside model of optical subsystem with passing radiation on the receiver	30
Figure 17 – Example of emitting unit adjusted at the limit.....	31
Figure 18 – Extraneous reflection test with mirror outside of limit area.....	32
Figure 19 – AOPD misalignment test	34
Figure 20 – Light interference test – Direct method.....	36
Figure 21 – Light interference test – Test set-up with incandescent light source	37
Figure 22 – Light interference test – Test set-up with fluorescent light source.....	38
Figure 23 – Light interference test – Test set-up with flashing beaconlight source	39
Figure AA.1 – Single beam sensing device	46
Figure AA.2 – Series connection of single beam sensing devices	46
Figure AA.3 – Assembly of multiple beams tested individually.....	46
Figure AA.4 – Example of type 2 AOPD with internal test.....	47

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 3 ESPE
depending on the dimensions of the light curtain..... 33

Table 4 – Maximum permissible angle of misalignment (in degrees) for a type 4 ESPE
depending on the dimensions of the light curtain..... 33

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 fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2013. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Requirements and test procedures in Part 2 that were found to be common to all ESPEs have been moved to Part 1. Test procedures that are dependent on the sensing technology remain in Part 2.

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

FDIS	Report on voting
44/875/FDIS	44/878/RVD

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

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

This standard has the status of a product family standard and can 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 61496-1:2020.

This part supplements or modifies the corresponding clauses in IEC 61496-1:2020.

Where a particular clause or subclause of IEC 61496-1:2020 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 IEC 61496-1:2020 is adapted accordingly.

Clauses and subclauses which are additional to those of Part 1 are numbered sequentially, following on the last available number in Part 1. Terminological entries (in Clause 3) which are additional to those in Part 1 are numbered starting from 3.201. Additional annexes are lettered from AA onwards.

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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this 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 document 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 document 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 can include optional safety-related functions, the requirements for which are given in Annex A of IEC 61496-1:2020 and of this document.

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

Excluded from this document are AOPDs employing radiation at wavelengths outside the range 400 nm to 1 500 nm.

This document can 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 can be necessary, for example, when the materials that are to be recognized by the sensing function have different properties from those of persons.

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

2 Normative references

This clause of Part 1 is applicable except as follows:

Addition:

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

IEC 61496-1:2020, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests*¹

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*

ISO 20471, *High-visibility clothing – Test methods and requirements*

¹ To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	50
INTRODUCTION.....	52
1 Domaine d'application	53
2 Références normatives	53
3 Termes et définitions	54
4 Exigences de fonctionnement, de conception et d'environnement.....	55
5 Essais	60
6 Marquage d'identification et de sécurité.....	87
7 Documents d'accompagnement	88
Annexe A (normative) Fonctions facultatives de l'ESPE	90
Annexe AA (informative) Configurations des essais périodiques de l'AOPD de type 2.....	94
Figure 1 – Région limite pour la protection contre le risque de court-circuit des faisceaux	58
Figure 2 – Limite du désalignement vertical et horizontal	59
Figure 3 – Éprouvette inclinée à 45°	65
Figure 4 – Éprouvette inclinée à 90°	65
Figure 5 – Vérification de la fonction de détection par déplacement de l'éprouvette (TP) à travers la zone de détection à proximité de l'émetteur, à proximité de la cible du récepteur/rétronréflecteur et au point médian.....	66
Figure 6 – Valeurs limites de l'angle d'ouverture efficace (EAA).....	68
Figure 7 – Détermination de la capacité de détection minimale	69
Figure 8 – Méthode de mesure de l'EAA (direction)	70
Figure 9 – Essai du prisme pour mesurer l'EAA de chaque faisceau	72
Figure 10 – Essai de l'EAA à l'aide du prisme	73
Figure 11 – Exemple de sous-système optique	74
Figure 12 – Exemple de modèle de LED CMS.....	75
Figure 13 – Exemple de distribution d'intensité d'un émetteur	75
Figure 14 – Exemple de modèle d'émetteur avec faisceaux verrouillés en interne par diaphragme.....	76
Figure 15 – Exemple d'unité de réception avec une partie du faisceau en dehors de l'axe réfléchi à l'intérieur sur les éléments mécaniques	76
Figure 16 – Exemple d'éprouvette dans le modèle du sous-système optique avec un rayonnement traversant sur le récepteur.....	77
Figure 17 – Exemple d'émetteur réglé sur la limite.....	78
Figure 18 – Essai des réflexions parasites avec le miroir en dehors de la zone limite	79
Figure 19 – Essai de désalignement de l'AOPD	81
Figure 20 – Essais d'interférence lumineuse – Méthode directe	83
Figure 21 – Essais d'interférence lumineuse – Configuration d'essai avec une source de lumière incandescente	84
Figure 22 – Essais d'interférence lumineuse – Configuration d'essai avec une source de lumière fluorescente.....	85
Figure 23 – Essais d'interférence lumineuse – Configuration d'essai avec une source de lumière à feu clignotant.....	86

Figure AA.1 – Dispositif de détection à simple faisceau	94
Figure AA.2 – Montage en série des dispositifs de détection à simple faisceau	94
Figure AA.3 – Ensemble de faisceaux multiples soumis à l'essai individuellement	94
Figure AA.4 – Exemple d'AOPD de type 2 avec essai interne	95
Tableau 1 – Correspondances entre les exigences/essais et les conceptions de l'AOPD.....	61
Tableau 2 – Angle maximal de désalignement admissible (en degrés) pour un ESPE de type 2 en fonction des dimensions de la barrière immatérielle	79
Tableau 3 – Angle maximal de désalignement admissible (en degrés) pour un ESPE de type 3 en fonction des dimensions de la barrière immatérielle	80
Tableau 4 – Angle maximal de désalignement admissible (en degrés) pour un ESPE de type 4 en fonction des dimensions de la barrière immatérielle	80

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION ÉLECTROSENSIBLES –

Partie 2: Exigences particulières pour un équipement utilisant des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD)

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61496-2 a été établie par le comité d'études 44 de l'IEC, Sécurité des machines – Aspects électrotechniques, en collaboration avec le comité technique 44X du CENELEC: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) Les exigences et procédures d'essai de la Partie 2 qui se sont révélées être communes à tous les ESPE ont été déplacées vers la Partie 1. Les procédures d'essai qui dépendent de la technologie de détection restent dans la Partie 2.

La présente version bilingue (2021-03) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2020-07.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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 l'IEC 61496-1:2020.

La présente partie complète ou modifie les articles correspondants de l'IEC 61496-1:2020.

Lorsqu'un article ou paragraphe particulier de l'IEC 61496-1:2020 n'est pas mentionné dans la présente Partie 2, cet article ou ce paragraphe s'applique pour autant que cela soit raisonnable. Lorsque la présente partie spécifie "*Addition*", "*Modification*" ou "*Remplacement*", le texte correspondant de l'IEC 61496-1:2020 est adapté en conséquence.

Les articles et paragraphes complémentaires à ceux de la Partie 1 sont numérotés dans l'ordre, à partir du dernier numéro disponible dans la Partie 1. Les entrées terminologiques (Article 3) qui sont complémentaires à celles de la Partie 1 sont numérotées à partir de 3.201. Les annexes supplémentaires commencent par AA, etc.

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

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

INTRODUCTION

Les équipements de protection électrosensibles (ESPE – *electro-sensitive protective equipment*) sont utilisés sur des machines présentant un risque d'accident pour les personnes. Ils assurent à ces personnes une protection en mettant la machine dans des conditions de sécurité avant qu'une personne puisse se trouver dans une situation dangereuse.

Le présent document fournit des exigences particulières relatives à la conception, à la fabrication et aux essais des ESPE pour la protection des machines, qui utilisent des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs (AOPD – *active opto-electronic protective device*) pour la fonction de détection.

Chaque type de machine présente ses propres dangers et le présent document n'a pas pour objet de recommander la méthode d'application de l'ESPE à une quelconque machine particulière. Il convient que l'application de l'ESPE relève d'un accord entre le fournisseur de l'équipement, l'utilisateur de la machine et l'organisme de sécurité. Dans ce contexte, l'attention est attirée sur les recommandations internationales pertinentes, par exemple, l'ISO 12100.

En raison de la complexité de la technologie des ESPE, de nombreux problèmes dépendent fortement de l'analyse et de l'expertise en matière de techniques d'essai et de mesure spécifiques. En vue d'assurer un niveau de confiance élevé, il est recommandé de faire effectuer un examen indépendant par une expertise adéquate.

SÉCURITÉ DES MACHINES – ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION ÉLECTROSENSIBLES –

Partie 2: Exigences particulières pour un équipement utilisant des dispositifs 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 l'IEC 61496 définit les exigences de conception, de construction et d'essai d'équipements de protection électrosensibles (ESPE) conçus spécialement pour détecter des personnes, comme partie d'un système relatif à la sécurité, utilisant des dispositifs 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 facultatives. Les exigences pour ces fonctions sont données à l'Annexe A de l'IEC 61496-1:2020 et du présent document.

Le présent document ne spécifie ni les dimensions et configurations de la zone de détection, ni sa disposition par rapport aux parties dangereuses dans une application particulière, ni ce qui constitue un état dangereux pour toute machine donnée. Il se limite au fonctionnement de l'ESPE et à son interface avec la machine.

Le présent document ne traite pas des AOPD qui utilisent des longueurs d'ondes hors de la plage de 400 nm à 1 500 nm.

Le présent document peut être pertinent pour des applications autres que la protection des personnes, par exemple la protection des machines ou des produits contre des dommages mécaniques. Dans ces applications, des exigences complémentaires peuvent être nécessaires, par exemple lorsque les matériaux qui doivent être reconnus par le dispositif de détection ont des caractéristiques différentes de celles des personnes.

Le présent document 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:

Addition:

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

IEC 61496-1:2020, *Sécurité des machines – Équipements de protection électrosensibles – Partie 1: Exigences générales et essais*¹

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

¹ Publication à venir.

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

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