

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches**

**Appareillage à basse tension –
Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande –
DéTECTEURS de proximité**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage switchgear and controlgear –
Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches**

**Appareillage à basse tension –
Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande –
DéTECTEURS de proximité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.40; 29.130.20

ISBN 978-2-8322-7445-3

**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	9
1 Scope	12
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	14
3.1 Basic terms and definitions	17
3.2 Parts of a proximity switch	18
3.3 Operation of a proximity switch	20
3.4 Switching element characteristics	22
4 Classification	24
4.1 General	24
4.2 Classification according to sensing means	26
4.3 Classification according to the mechanical installation	26
4.4 Classification according to the construction form and size	26
4.5 Classification according to switching element function	26
4.6 Classification according to type of output	26
4.7 Classification according to method of connection	26
5 Characteristics	26
5.1 General	26
5.1.1 Summary of characteristics	26
5.1.2 Operation of an inductive or capacitive proximity switch	26
5.1.3 Operation of an ultrasonic proximity switch	27
5.1.4 Operation of a photoelectric proximity switch	27
5.1.5 Operation of a magnetic proximity switch	27
5.2 Operating conditions	27
5.2.1 Operating conditions of inductive and capacitive proximity switches	27
5.2.2 Operating distance (s) of an ultrasonic proximity switch	28
5.2.3 Operating distance (s) of a photoelectric proximity switch	29
5.3 Rated and limiting values for the proximity switch and switching element(s)	31
5.3.1 Voltages	31
5.3.2 Currents	31
5.3.3 Rated supply frequency	32
5.3.4 Frequency of operating cycles (f)	32
5.3.5 Normal load and abnormal load characteristics	32
5.3.6 Short-circuit characteristics	32
5.4 Utilization categories for the switching element	32
6 Product information	33
6.1 Nature of information – Identification	33
6.2 Marking	34
6.2.1 General	34
6.2.2 Terminal identification and marking	34
6.2.3 Functional markings	34
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance	34
6.4 Environmental information	35
6.4.1 Environmentally conscious design process (ECD process)	35

6.4.2	Procedure to establish material declaration	35
7	Normal service, mounting and transport conditions	35
7.1	Normal service conditions	35
7.1.1	General	35
7.1.2	Ambient air temperature	35
7.1.3	Altitude	36
7.1.4	Climatic conditions	36
7.2	Conditions during transport and storage	36
7.3	Mounting	36
8	Constructional and performance requirements	36
8.1	Constructional requirements	36
8.1.1	Materials	36
8.1.2	Current-carrying parts and their connections	37
8.1.3	Clearances and creepage distances	38
8.1.4	Actuation	38
8.1.5	Void	38
8.1.6	Void	38
8.1.7	Terminals	38
8.1.8	Void	40
8.1.9	Provisions for protective earthing	40
8.1.10	Degree of protection	40
8.1.11	Requirements for proximity switches with integrally connected cables	40
8.1.12	Class II proximity switches	41
8.1.13	Chemical stress	41
8.1.14	Equipment design	41
8.1.15	Protection against artificial optical radiation	41
8.1.16	Biological and chemical effects	42
8.1.17	Unattended operation	42
8.1.18	Safety related security	42
8.1.19	Requirements for embedded software	42
8.2	Performance requirements	42
8.2.1	Operating conditions	42
8.2.2	Temperature-rise	46
8.2.3	Dielectric properties	47
8.2.4	Ability to make and break under normal load and abnormal load conditions	48
8.2.5	Conditional short-circuit current	49
8.2.6	Electromagnetic compatibility (EMC)	49
8.3	Physical dimensions	53
8.4	Shock and vibration and special environmental conditions	53
8.4.1	Shock	53
8.4.2	Vibration	53
8.4.3	Results to be obtained	53
8.4.4	Special environmental conditions – damp heat, salt mist, vibration and shock	54
9	Tests	54
9.1	Kinds of tests	54
9.1.1	General	54
9.1.2	Type tests	54

9.1.3	Routine tests	54
9.1.4	Sampling tests	54
9.1.5	Special tests	54
9.2	Compliance with constructional requirements	55
9.2.1	General	55
9.2.2	Materials	55
9.3	Performances	55
9.3.1	Test sequences	55
9.3.2	General test conditions	56
9.3.3	Performance under no load, normal load and abnormal load condition	58
9.3.4	Performance under short-circuit current conditions	64
9.4	Testing of operating distances	65
9.4.1	Inductive, capacitive, non-mechanical magnetic and ultrasonic proximity switches	65
9.4.2	Photoelectric proximity switches	66
9.5	Testing for the frequency of operating cycles	69
9.5.1	General	69
9.5.2	Method for measuring the frequency of operating cycles	70
9.5.3	Results to be obtained	72
9.5.4	Photoelectric proximity switches	72
9.6	Verification of the electromagnetic compatibility	74
9.6.1	General	74
9.6.2	Immunity	74
9.6.3	Emission	75
9.7	Test results and test report	75
Annex A (informative)	Typical dimensions and operating distances of proximity switches	76
A.1	MODEL IA, IB – INDUCTIVE CYLINDRICAL PROXIMITY SWITCHES WITH THREADED BARREL (IA) OR SMOOTH BARREL (IB) WITH CABLE OR CONNECTOR	76
A.1.1	(IA, IB) Dimensions	76
A.1.2	(IA, IB) Rated operating distances	79
A.1.3	(IA, IB) Installation (mounting) threaded barrel (IA) and smooth barrel (IB)	80
A.1.4	(IA, IB) Frequency of operating cycles (f)	80
A.2	MODEL IC – INDUCTIVE RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH SQUARE CROSS-SECTION	81
A.2.1	(IC) Dimensions	81
A.2.2	(IC) Rated operating distance	83
A.2.3	(IC) Installation (mounting)	84
A.2.4	(IC) Frequency of operating cycles (f)	85
A.3	MODEL ID – INDUCTIVE RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH RECTANGULAR CROSS-SECTION	86
A.3.1	(ID) Dimensions	86
A.3.2	(ID) Installation (mounting)	87
A.3.3	(IC) Frequency of operating cycles (f)	88
A.4	MODEL IX (IN, IS, FLATPACK, CUBICAL INDUCTIVE RECTANGULAR AND CUBICAL PROXIMITY SWITCHES WITH SMALL SIZES)	88

A.4.1	(IX) Dimensions	88
A.4.2	(Flatpack) Dimensions	89
A.4.3	(Cubical) Dimensions	90
A.4.4	(IX) Rated operating distance	92
A.4.5	(IX) Installation (mounting)	92
A.4.6	(IX) Frequency of operating cycles (f)	92
A.5	MODEL CA – CAPACITIVE CYLINDRICAL PROXIMITY SWITCHES WITH THREADED BARREL	93
A.5.1	(CA) Dimensions	93
A.5.2	(CA) Rated operating distance (s_n)	94
A.5.3	(CA) Installation (mounting)	94
A.5.4	(CA) Frequency of operating cycles (f)	95
A.6	MODEL CB – CAPACITIVE PROXIMITY SWITCHES WITH SMOOTH BARREL	95
A.7	MODEL CC – CAPACITIVE RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH SQUARE CROSS-SECTION	95
A.7.1	(CC) Dimensions	95
A.7.2	(CC) Rated operating distances (s_n)	96
A.7.3	(CC) Installation (mounting)	97
A.7.4	(CC) Frequency of operating cycles (f)	97
A.8	MODEL CD – CAPACITIVE RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH RECTANGULAR CROSS-SECTION	98
A.8.1	(CD) Dimensions	98
A.8.2	(CD) Rated operating distance (s_n)	98
A.8.3	(CD) Installation (mounting)	98
A.8.4	(CD) Frequency of operating cycles (f)	99
A.9	MODEL CX – CAPACITIVE PROXIMITY SWITCHES WITH OTHER FORMS, DIMENSIONS AND SMALL SIZES	99
A.10	MODEL UA – THREADED BARREL ULTRASONIC CYLINDRICAL PROXIMITY SWITCHES	99
A.10.1	(UA) Dimensions	99
A.10.2	(UA) Sensing range	100
A.10.3	(UA) Installation (mounting)	100
A.10.4	(UA) Frequency of operating cycles (f)	100
A.11	MODEL UD – ULTRASONIC RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH RECTANGULAR CROSS-SECTION	101
A.11.1	(UD) Dimensions	101
A.11.2	(UD) Sensing range	101
A.11.3	(UD) Installation (mounting)	101
A.11.4	(UD) Frequency of operating cycles (f)	101
Annex B (normative)	Class II proximity switches insulated by encapsulation – Requirements and tests	102
B.1	General	102
B.2	Terms and definitions	102
B.6	Marking	102
B.8	Constructional and functional requirements	103
B.9	Tests	103
Annex C (normative)	Additional requirements for proximity switches with integrally connected cables	106
C.1	General	106

C.2	Terms and definitions.....	106
C.8	Constructional and performance requirements	106
C.9	Tests	107
Annex D (normative) Integral connectors for plug-in proximity switches		111
Annex E (normative) Additional requirements for proximity switches suitable for use in strong magnetic fields		119
E.1	Preamble	119
E.3	Terms and definitions.....	119
E.4	Classification	119
E.8	Construction and performance requirements	120
E.9	Tests	121
Annex F (informative) Symbols for proximity switches		124
F.1	General.....	124
F.2	Standard symbols for proximity switches.....	124
F.3	Additional symbols for photoelectric proximity switches.....	126
F.3.1	Sensor principles	126
F.3.2	Optical actuation means	126
F.3.3	Functional symbol definitions.....	126
Bibliography.....		128
Figure 1 – Relationship between operating distances of inductive and capacitive proximity switches (see 8.2.1.3 and 9.4.1)		28
Figure 2 – Ultrasonic proximity switch operating distances.....		28
Figure 3 – Relationship between operating distances of ultrasonic proximity switches (see 8.2.1.3 and 9.4.1).....		29
Figure 4 – Sensing range and operating range of photoelectric proximity switches (see 8.2.1.3 and 9.4)		30
Figure 5 – Relationship between U_E and U_B		31
Figure 6 – Method of measuring the operating distance (see 9.3.2.1 and 9.4.1)		57
Figure 7 – Test circuit for the verification of time delay before availability (see 8.2.1.7 and 9.3.3.2.1)		59
Figure 8 – Signal output across load in Figure 7 (see 9.3.3.2.1).....		60
Figure 9 – Test circuit for the verification of minimum operational current OFF-state current, voltage drop and independent action (see 9.3.3.2.2, 9.3.3.2.3, 9.3.3.2.4 and 9.3.3.2.5)		61
Figure 10 – Test circuit for the verification of making and breaking capability (see 9.3.3.5)		64
Figure 11 – Short-circuit testing (see 9.3.4.2)		65
Figure 12 – Testing of the sensing range (see 9.4.2)		68
Figure 13 – Methods for measuring the frequency of operating cycle of inductive, capacitive and non-mechanical magnetic proximity switches (if applicable).....		70
Figure 14 – Methods for measuring the frequency of operating cycles (f), ultrasonic proximity switch		71
Figure 15 – Output signal of direct current proximity switch during the measurement of frequency of operating cycles (f)		71
Figure 16 – Measurement means for turn-on time t_{on} and turn-off time t_{off}		72
Figure 17 – Turn-on time t_{on} measurement.....		73

Figure 18 – Turn-off time t_{off} measurement	73
Figure A.1 – (IA) – Dimensions for threaded barrel – cable type	76
Figure A.2 – (IB) – Dimensions for smooth barrel – cable type	77
Figure A.3 – Type A dimensions – Body M5x0,5, M8x1, Ø 4, Ø 6,5 with connector M5/M8	78
Figure A.4 – Type B dimensions – Body M5x0,5, M8x1, Ø 4, Ø 6,5 with connector M8/M12	78
Figure A.5 – Type C dimensions – Body M12x1, M18x1, M30x1,5 with connector M12	79
Figure A.6 – (IA, IB) – Installation (mounting) ^a	80
Figure A.7 – Dimensions of Type I1C26 (in millimetres)	82
Figure A.8 – Dimensions of Types I2C40 and I1C40 (in millimetres)	82
Figure A.9 – Dimensions of Types I2IMC and I1IMC (IMC) 40 x 40 (cube)	83
Figure A.10 – Installation of a I1C proximity switch in damping material	84
Figure A.11 – (IC) Installation of I2C in damping material ^a	85
Figure A.12 – (ID) Dimensions	86
Figure A.13 – (IDC) Dimensions	87
Figure A.14 – (ID) Installation in damping material	88
Figure A.15 – (IN) with cable or connector M8 entry	89
Figure A.16 – (IS) with cable or connector M8 entry	89
Figure A.17 – (Flatpack) with cable or connector M8 entry	90
Figure A.18 – (5 mm x 5 mm) Cubical with cable	91
Figure A.19 – (8 mm x 8 mm) Cubical with cable	91
Figure A.20 – (8 mm x 8 mm) Cubical with M8 connector	92
Figure A.21 – (CA) Dimensions	93
Figure A.22 – (CA) Installation (mounting)	95
Figure A.23 – Model CC Dimensions	96
Figure A.24 – (CC) Installation (mounting)	97
Figure A.25 – (CD) Dimensions in millimetres	98
Figure A.26 – (CD) Installation (mounting)	99
Figure A.27 – (UA) Dimensions	100
Figure A.28 – (UD) Dimensions of Type D80	101
Figure B.1 – Encapsulated device	103
Figure B.2 – Test device	105
Figure D.1 – M12 thread 3-pin integral connector for AC proximity switches	111
Figure D.2 – M12 thread 5-pin integral connector for DC proximity switches	112
Figure D.3 – 8 mm thread 3-pin integral connector for DC proximity switches	113
Figure D.4 – 8 mm thread 4-pin integral connector for DC proximity switches	114
Figure D.5 – M12 thread 4-pin integral connector for AC proximity switches	115
Figure D.6 – M12 thread 5-pin integral connector for AC proximity switches	116
Figure D.7 – M12 thread 6-pin integral connector for AC proximity switches	117
Figure D.8 – M5 thread 4-pin/3-pin integral connector for DC proximity switches	118
Figure E.1 – Examples of test configuration for verification of the immunity to an alternating field	122

Figure E.2 – Example of test configuration for verification of the immunity in a constant magnetic field	123
Figure F.1 – Examples of symbols for proximity switches	125
Figure F.2 – Examples of symbols for proximity switches	127
Table 1 – Classification of proximity switches	25
Table 2 – Cross reference between active optical signal and output function	27
Table 3 – Utilization categories for switching elements	33
Table 4 – Test conditions for glow-wire test	37
Table 5 – Connection and wiring identification	39
Table 6 – Burn threshold	47
Table 7 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under normal conditions corresponding to the utilization categories ^a	48
Table 8 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions corresponding to the utilization categories ^a	49
Table 9 – Acceptance criteria	50
Table 10 – Immunity tests (1 of 2)	51
Table 11 – Target sizes of ultrasonic proximity switches	57
Table 12 – Test voltages	63
Table A.1 – (IA, IB) – Preferred and secondary series smooth and threaded barrel cable types	77
Table A.2 – (IA) – Dimensions of nuts	77
Table A.3 – (Types A, B, C) – Preferred and secondary series, smooth and threaded barrel connector types	79
Table A.4 – (IA, IB) – Rated operating distances	80
Table A.5 – (IA, IB) – Frequency of operating cycles (f) in operating cycles per second – Minimum requirements	81
Table A.6 – (IC) – Rated operating distance	84
Table A.7 – (IC) – Frequency of operating cycles (f) in operating cycles per second – Minimum requirements	85
Table A.8 – (ID) – Dimensions	86
Table A.9 – (IC) – Frequency of operating cycles (f) in operating cycles per second – Minimum requirements	88
Table A.10 – (IX) – Rated operating distances IN, IS, flatpack, cubical	92
Table A.11 – (IX) – Frequency of operating cycles IN, IS, flatpack and cubical (f) in operating cycles per second	93
Table A.12 – (CA) – Dimensions	94
Table A.13 – (CA) – Rated operating distances	94
Table A.14 – (CC) – Rated operational distance	97
Table A.15 – (UA) – Dimensions	100
Table C.1 – Material characteristics	107
Table C.2 – Examples of standard cable types	108
Table C.3 – Tensile forces	109

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –**Part 5-2: Control circuit devices and switching elements –
Proximity switches**

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 60947-5-2 has been prepared by subcommittee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2007 and Amendment 1:2012. This edition constitutes a technical revision.

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

- update of the scope;
- adaptation and update of the construction requirements according to IEC Guide 116 (e.g. material requirements, artificial optical radiation, instruction requirements, hot surface, unattended operation, foreseeable misuse...);
- modification of the specifications concerning the sensing range and operating distance;

- new definitions for photoelectric proximity switch type D with background suppression;
- integration of the requirements and test procedures of photoelectric proximity switch type D with background suppression;
- update of EMC requirements in Table 9 and Table 10;
- integration of environmental information requirements and environmental condition by referencing Annexes O, W and Q of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014;
- modification of impulse withstand voltage test (5.3.1.3, 9.3.3.4.5);
- modification of the references in the (normative) standard body to the (informative) Annex A;
- major update of Annex A (definitions update, new dimensions and shapes);
- update of C.9.1.1;
- update of Annex D in order to consider new connector types and normative references;
- update of Annex F (additional symbols for photoelectric proximity switches).

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

FDIS	Report on voting
121A/313/FDIS	121A/322/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.

A list of all the parts in the IEC 60947 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

This International Standard should be used in conjunction with IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

The provisions of the general rules, IEC 60947-1, are applicable to this document, where specifically called for. General rules, clauses and subclauses thus applicable, as well as tables, figures and annexes are identified by a reference to IEC 60947-1, for example 1.2.3, Table 4 or Annex A of IEC 60947-1:2007.

The following differing practices of a less permanent nature exist in the countries indicated below.

- 8.1.7.3: recommendations are given in the National US Electrical Code about connections means;
- 8.1.7.4: in the United States of America, there are other documents that define conductor colour coding schemes that can apply to the installation of proximity switches;
- 8.1.15.2: for European Union Countries: in certain ranges the defined limits of exposure values in IEC 60825-1:2014 exceed the requirements of the European directive 2006/25/EC Directive on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation).

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches

1 Scope

This part of IEC 60947 applies to inductive and capacitive proximity switches that sense the presence of metallic and/or non-metallic objects, ultrasonic proximity switches that sense the presence of sound reflecting objects, photoelectric proximity switches that sense the presence of objects and non-mechanical magnetic proximity switches that sense the presence of objects with a magnetic field.

Products covered by the scope of this document are not subjected to defined behaviours under fault conditions. Proximity switches with defined behaviour are covered by IEC 60947-5-3 and have to fulfil additional requirements.

These proximity switches are self-contained, have semiconductor switching element(s) and are intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 250 V 50 Hz/60 Hz AC RMS or 300 V DC.

Examples of typical applications for in-scope products:

- factory automation and machinery industry;
- logistic and packaging industry;
- conveyor belts, lifts;
- process industry;
- power plants.

Special applications (e.g. corrosive atmosphere) can cause additional requirements.

This document is not intended to cover proximity switches with analogue outputs.

The object of this document is to state for proximity switches:

- definitions;
- classification;
- characteristics;
- product information;
- normal service, mounting and transport conditions;
- constructional and performance requirements;
- tests to verify rated characteristics.

Products covered by the scope of this document are expected to be selected, installed, and maintained by skilled personnel only.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60445:2017, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

IEC 60695-2-10:2013, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2014, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60695-2-12:2010, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials*

IEC 60695-2-12:2010/AMD1:2014

IEC 60825-1:2014, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-1:2007/AMD1:2010

IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

IEC 60947-5-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-3: Control circuit devices and switching elements – Requirements for proximity devices with defined behaviour under fault conditions (PDDb)*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-11:2004/AMD1:2017

IEC 61076-2 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2: Circular connectors*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 62443 (all parts), *Industrial communication networks – Network and system security*

IEC 62471 (all parts), *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

IEC TR 62471-2:2009, *Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety*

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

IEC Guide 117:2010, *Electrotechnical equipment – Temperatures of touchable hot surfaces*

EN 10084:2008, *Case hardening steels – Technical delivery conditions*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in Clause 2 of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

*Alphabetical index of terms**References*

A	
Active optical signal	3.4.1.7
Adjuster	3.2.15
Adjuster <capacitive proximity switch>	3.2.15.1
Adjuster <ultrasonic or photoelectric proximity switch>	3.2.15.2
Ambient light <photoelectric proximity switch>	3.4.7
Assured operating distance	3.3.1.7
Axial approach	3.3.3
B	
Blind zone	3.3.1.3
Break function	3.4.1.2
C	
Capacitive proximity switch	3.1.1.2
Changeover function	3.4.1.3
Currents	3.4.5
D	
Damping material	3.2.5
Dark operated	3.4.1.7.2
Differential travel	3.3.5
Direct operated proximity switch	3.1.1.6
E	
Effective operating distance	3.3.1.5
Embeddable proximity switch	3.2.9
Emitter	3.2.12
Excess gain	3.4.6
F	
Free zone	3.2.4
Frequency of operating cycle	3.4.3
I	
Independent action	3.4.2
Indirect operated proximity switch	3.1.1.7
Inductive proximity switch	3.1.1.1
L	
Lateral approach	3.3.2
Light operated	3.4.1.7.1

M

Make function	3.4.1.1
Make-break function	3.4.1.3
Maximum operating distance.....	3.3.1.2.2
Minimum operating distance	3.3.1.2.1
Minimum operational current.....	3.4.5.2

N

Neutral density filter.....	3.1.1.8
No-load supply current.....	3.4.5.3
Non-damping material.....	3.2.6
Non-embeddable proximity switch.....	3.2.10
Non-mechanical magnetic proximity switch	3.1.1.5

O

OFF-state current	3.4.5.1
Operating distance.....	3.3.1
Operating range.....	3.3.1.8
Operation of a proximity switch	3.3

P

Parts of a proximity switch	3.2
Photoelectric proximity switch.....	3.1.1.4
Proximity switch.....	3.1.1

R

Rated operating distance	3.3.1.1
Receiver	3.2.13
Reference axis.....	3.2.2
Reference axis <inductive, capacitive, non-mechanical magnetic and ultrasonic proximity switches>	3.2.2.1
Reference axis <Types R and D photoelectric proximity switches>	3.2.2.2
Reference axis <Type T photoelectric proximity switches>.....	3.2.2.3
Reflector.....	3.2.14
Repeatability.....	3.3.4

S

Semiconductor switching element	3.2.1
Sensing face.....	3.2.11
Sensing face <inductive proximity switch>	3.2.11.1
Sensing face <capacitive proximity switch>.....	3.2.11.2
Sensing face <ultrasonic proximity switch>	3.2.11.3
Sensing face <non-mechanical magnetic proximity switch>.....	3.2.11.4
Sensing range	3.3.1.2

Sensing range displacement	3.4.6.1
Snap action	3.4.2
Sound-absorbing object	3.2.8
Sound-reflecting object	3.2.7
Standard target	3.2.3
Switching element characteristics	3.4
Switching element function	3.4.1

T

Time delay before availability	3.4.4
Total beam angle	3.3.1.4
Turn-on and turn-off time <proximity switch>	3.4.1.4
Turn-off time <photoelectric proximity switch>	3.4.1.6
Turn-on time <photoelectric proximity switch>	3.4.1.5
Type D	3.1.1.4.1
Type D with background suppression	3.1.1.4.1.1
Type R	3.1.1.4.2
Type T	3.1.1.4.3

U

Ultrasonic proximity switch	3.1.1.3
Usable operating distance	3.3.1.6

3.1 Basic terms and definitions

3.1.1

proximity switch

position switch which is operated without mechanical contact with the moving part

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-14-51]

3.1.1.1

inductive proximity switch

proximity switch producing an electromagnetic field within a sensing zone for detecting objects and having a semiconductor switching element

3.1.1.2

capacitive proximity switch

proximity switch producing an electric field within a sensing zone for detecting objects and having a semiconductor switching element

Note 1 to entry: Objects could be either solids or liquids

3.1.1.3

ultrasonic proximity switch

proximity switch which detects objects that either reflect or interrupt ultrasound energy and having a semiconductor switching element

Note 1 to entry: Objects could be either solids or liquids.

Note 2 to entry: The principle is described in Figure 2 and Figure 3.

3.1.1.4

photoelectric proximity switch

proximity switch which detects objects that either reflect or interrupt visible or invisible light and having a semiconductor switching element

Note 1 to entry: Objects could be either solids or liquids.

Note 2 to entry: The principle is described in Figure 4.

3.1.1.4.1

Type D

diffuse reflective photoelectric proximity switch which is directly operated through lateral or axial approach to its reference axis by a defined object

3.1.1.4.1.1

Type D with background suppression

photoelectric proximity switch which is directly operated through lateral or axial approach to its reference axis by a defined object and specifically optimized for more predictable detection at the desired distance of objects with different reflectivity and capable of non-detection of objects in a precisely defined region called the background zone

3.1.1.4.2

Type R

retroreflective photoelectric proximity switch which is indirectly operated through lateral approach to its reference axis between emitter-receiver and reflector by a defined object

3.1.1.4.3

Type T

through beam photoelectric proximity switch which is indirectly operated through lateral approach to its reference axis between emitter and receiver by a defined object

3.1.1.5

non-mechanical magnetic proximity switch

proximity switch which senses the presence of a magnetic field and has a semiconductor switching element and no moving parts in the sensing element

3.1.1.6

direct operated proximity switch

proximity switch which detects its target without the use of an external means, e.g. a reflector

3.1.1.7

indirect operated proximity switch

proximity switch which detects its target with the use of an external means, e.g. a reflector

3.1.1.8

neutral density filter

filter which uniformly attenuates the intensity of light over a broad spectral range

Note 1 to entry: Attenuation is accomplished by using either a light-absorbing glass or a thin-film metal coating that combines absorption and reflection.

3.2 Parts of a proximity switch

3.2.1

semiconductor switching element

an element designed to switch the current of an electric circuit by controlling conductivity of a semiconductor

3.2.2**reference axis****3.2.2.1****reference axis**

<inductive, capacitive, non-mechanical magnetic and ultrasonic proximity switches> axis perpendicular to the sensing face and passing through its centre

3.2.2.2**reference axis**

<Types R and D photoelectric proximity switches> axis located midway between the optical axis of the emitter and receiver elements or lenses (see Figure 4)

3.2.2.3**reference axis**

<Type T photoelectric proximity switches> axis perpendicular to the centre of the emitter

3.2.3**standard target**

specified object used for making comparative measurements of the operating distances and sensing distances

3.2.4**free zone**

volume around the proximity switch which is kept free from any material capable of affecting the characteristics of the proximity switch

3.2.5**damping material**

material which has an influence on the characteristics of a proximity switch

3.2.6**non-damping material**

material which has negligible influence on the characteristics of a proximity switch

3.2.7**sound-reflecting object**

object which reflects the ultrasound energy and gives detectable echoes

3.2.8**sound-absorbing object**

object with negligible reflecting characteristics for ultrasound energy which gives no detectable echo

3.2.9**embeddable proximity switch**

proximity switch is "embeddable" when any damping material can be placed around the sensing face plane without influencing its characteristics

3.2.10**non-embeddable proximity switch**

proximity switch is "non-embeddable" when a specified free zone around its sensing face is necessary in order to maintain its characteristics

3.2.11 sensing face

3.2.11.1 sensing face

<inductive proximity switch> surface of the proximity switch through which the electromagnetic field emerges

3.2.11.2 sensing face

<capacitive proximity switch> surface of the proximity switch through which the electric field emerges

3.2.11.3 sensing face

<ultrasonic proximity switch> surface of the proximity switch where ultrasound is transmitted and received

3.2.11.4 sensing face

<non-mechanical magnetic proximity switch> surface of the proximity switch through which the change in a magnetic field is detected

3.2.12 emitter

light source, lens and necessary circuitry which provide the light beam

3.2.13 receiver

detector, lens and necessary circuitry to monitor the presence of the light beam from the emitter

3.2.14 reflector

specified device used to reflect light back to the receiver for Type R photoelectric proximity switches

3.2.15 adjuster

3.2.15.1 adjuster

<capacitive proximity switch> part of capacitive proximity switch used to set the operating distance, compensating for influence of target material, medium transmission and installation (mounting) conditions

3.2.15.2 adjuster

<ultrasonic or photoelectric proximity switch> part of an ultrasonic or a photoelectric proximity switch used to set the operating distance within the sensing range

3.3 Operation of a proximity switch

3.3.1 operating distance

s

distance at which the target approaching the sensing face along the reference axis causes the output signal to change

3.3.1.1**rated operating distance** s_n

conventional quantity used to designate the operating distances

Note 1 to entry: It does not take into account either manufacturing tolerances or variations due to external conditions such as voltage and temperature.

Note 2 to entry: s_{n+} stands for extended rated operating distance.

3.3.1.2**sensing range** s_d

range within which the operating distance may be adjusted

3.3.1.2.1**minimum operating distance**

lower limit of the specified sensing range of an ultrasonic or photoelectric proximity switch

3.3.1.2.2**maximum operating distance**

upper limit of the specified sensing range of an ultrasonic or photoelectric proximity switch

3.3.1.3**blind zone**

zone between the sensing face and the minimum operating distance, where no object can be detected

3.3.1.4**total beam angle**

solid angle around the reference axis of an ultrasonic proximity switch, where the sound level drops by 3 dB

3.3.1.5**effective operating distance** s_r

operating distance of an individual proximity switch, measured at stated temperature, voltage and mounting conditions

3.3.1.6**usable operating distance** s_u

operating distance of an individual proximity switch, measured under specified conditions

3.3.1.7**assured operating distance** s_a

distance from the sensing face within which the correct operation of the proximity switch under specified conditions is assured

3.3.1.8**operating range** r_o

range within which a lateral approach of the target causes the output signal of a through beam or retroreflective proximity switch to change

3.3.2**lateral approach**

approach of the target perpendicular to the reference axis

3.3.3

axial approach

approach of the target with its centre maintained on the reference axis

3.3.4

repeatability

R

value of variation of the effective operating distance (s_r) under specified conditions

3.3.5

differential travel

H

distance between the operating point when the target approaches the proximity switch and the release point when the target moves away

3.4 Switching element characteristics

3.4.1

switching element function

3.4.1.1

make function

function which causes load current to flow when a target is detected and load current not to flow when a target is not detected

3.4.1.2

break function

function which causes load current not to flow when a target is detected and load current to flow when a target is not detected

3.4.1.3

make-break function

changeover function

switching element combination which contains one make function and one break function

3.4.1.4

turn-on and turn-off time

<proximity switch> time required for the device switching element to turn-on or turn-off after the target enters or exits the sensing zone

3.4.1.5

turn-on time

<photoelectric proximity switch> time required for the switching element to respond after the target enters the sensing range with excess gain of 2 (see 3.4.6) for Types R, T and D

3.4.1.6

turn-off time

<photoelectric proximity switch> time required for the switching element to respond after the target exits the sensing range with excess gain of less than 0,5 (see 3.4.6) for Types R, T and D

3.4.1.7

active optical signal

optical signal activating the sensor

[SOURCE: IEC 62683-1:2017, ACE258]

3.4.1.7.1**light operated****LO**

switching element function which causes the output element in ON-state in case of the presence of active optical signal at the optical receiver (and in OFF-state in case of the absence of active optical signal)

3.4.1.7.2**dark operated****DO**

switching element function which causes the output element in OFF state in case of the presence of active optical signal at the optical receiver (and in ON-state in case of the absence of active optical signal)

3.4.2**independent action****snap action**

switching element function substantially independent from the velocity of the target

3.4.3**frequency of operating cycles** **f**

number of operating cycles performed by a proximity switch during a specified period of time

3.4.4**time delay before availability** **t_v**

time delay before availability is the time between the switching on of the supply voltage and the instant at which the proximity switch becomes ready to operate correctly

3.4.5**currents****3.4.5.1****OFF-state current** **I_r**

current which flows through the load circuit of the proximity switch in the OFF-state

3.4.5.2**minimum operational current** **I_m**

current which is necessary to maintain ON-state conduction of the switching element

3.4.5.3**no-load supply current** **I_o**

current drawn by a three- or four-terminal proximity switch from its supply when not connected to a load

3.4.6**excess gain**

ratio of the light received by the photoelectric proximity switch to the light required to operate the photoelectric proximity switch

Note 1 to entry: This is applicable for photoelectric proximity switch Types R, T and D.

3.4.6.1

sensing range displacement

calculated number that defines the ability of a device to detect objects of different reflectivity at the same distance and also defines the ability of the device to ignore objects regardless of reflectivity beyond a certain distance

Note 1 to entry: This is only applicable for photoelectric proximity switch Type D with background suppression.

3.4.7

ambient light

<photoelectric proximity switch> light which is received by the receiver other than that originating from the emitter

4 Classification

4.1 General

Proximity switches shall be classified according to various characteristics as shown in Table 1. It is recommended that their dimensions are in accordance with those listed in Annex A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019

Table 1 – Classification of proximity switches

1 st pos./1 digit	2 nd pos./1 digit	3 rd pos./3 digits	4 th pos./1 digit	5 th pos./1 digit	6 th pos./1 digit
SENSING MEANS 4.2	MECHANICAL INSTALLATION 4.3	CONSTRUCTION FORM AND SIZE 4.4	SWITCHING ELEMENT FUNCTION (OUTPUT) 4.5	TYPE OF OUTPUT 4.6	METHOD OF CONNECTION 4.7
I = inductive C = capacitive U = ultrasonic D = diffuse reflective photoelectric M = non-mechanical magnetic R = retroreflective photoelectric T = through beam photoelectric	1 = embeddable 2 = non-embeddable 3 = either	FORM (1 capital letter) A = cylindrical threaded barrel B = cylindrical smooth barrel C = rectangular with square cross-section D = rectangular with rectangular cross-section DIMENSION (2 numbers) for diameter or side length	A = NO (make) B = NC (break) C = changeover (make-break) P = programmable by user S = other	P = PNP-output 3 or 4 terminal DC N = NPN-output 3 or 4 terminal DC D = 2 terminal DC F = 2 terminal AC U = 2 terminal AC or DC S = other	1 = integral leads 2 = plug-in 3 = screw 9 = other
Ultrasonic proximity switch example:					
U Ultrasonic	3 Either	A30 Cylindrical threaded Ø 30 mm	A NO (make) function	D 2 terminal DC	2 Plug-in

4.2 Classification according to sensing means

In this document, the sensing means is designated by a capital letter in the first position.

4.3 Classification according to the mechanical installation

The mechanical installation is designated by one digit in the second position.

4.4 Classification according to the construction form and size

The construction form and the size are designated by three digits, one capital letter and two numbers. This three-digit designation is placed in the third position.

The capital letter designates the construction form, e.g. cylindrical or rectangular.

The two numbers designate the size, e.g. the diameter of cylindrical types or a length of one side for rectangular types.

4.5 Classification according to switching element function

The switching element function is designated by a capital letter placed in the fourth position.

4.6 Classification according to type of output

The type of output is designated by a capital letter and placed in the fifth position.

4.7 Classification according to method of connection

The method of connection is designated by a one-digit number placed in the sixth position.

5 Characteristics

5.1 General

5.1.1 Summary of characteristics

The characteristics of a proximity switch shall be stated in the following terms.

- Operating conditions (5.2)
- Rated and limiting values (5.3)
 - Voltages (5.3.1)
 - Currents (5.3.2)
 - Rated supply frequency (5.3.3)
 - Frequency of operating cycles (5.3.4)
 - Normal load and abnormal load characteristics (5.3.5)
 - Short-circuit characteristics (5.3.6)
- Utilization categories for the switching element (5.4).

5.1.2 Operation of an inductive or capacitive proximity switch

The output signal is determined by the presence or absence of a designated object in the electromagnetic or electric field which absorbs or alters energy radiated from the sensing face.

5.1.3 Operation of an ultrasonic proximity switch

The output signal is determined by the presence or absence of a designated object in the sensing zone which interrupts the transmission of, or reflects the ultrasound energy radiated from the sensing face.

5.1.4 Operation of a photoelectric proximity switch

The output signal is determined by the presence or absence of a designated object that either reflects or interrupts visible or invisible light radiated from the emitter.

The relationship between the output function and the active optical signal is shown in Table 2.

Table 2 – Cross reference between active optical signal and output function

Output function	Through beam / Retroreflective (Types T, R)	Diffuse (Type D)
NO	DO	LO
NC	LO	DO
Key NO normally open NC normally closed DO dark operated LO light operated		

5.1.5 Operation of a magnetic proximity switch

The output signal is determined by the presence or absence of a designated object, which produces a change in a magnetic field within the sensing zone.

5.2 Operating conditions

5.2.1 Operating conditions of inductive and capacitive proximity switches

5.2.1.1 Operating distance (s)

The relationship between the operating distances is shown in Figure 1.

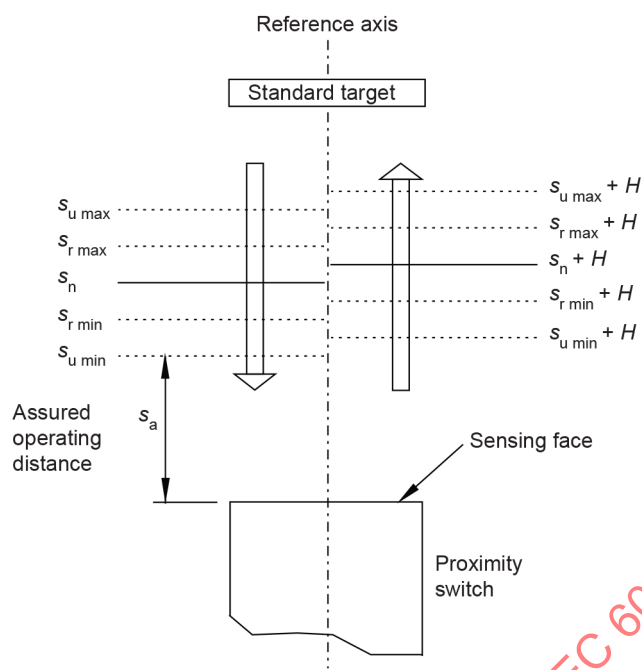


Figure 1 – Relationship between operating distances of inductive and capacitive proximity switches (see 8.2.1.3 and 9.4.1)

5.2.1.2 Rated operating distance (s_n)

The rated operating distance shall be stated by the manufacturer. Typical values of the rated operating distances are given in Annex A.

5.2.2 Operating distance (s) of an ultrasonic proximity switch

5.2.2.1 General

The relationship between the operating distances is shown in Figure 2 and in Figure 3.

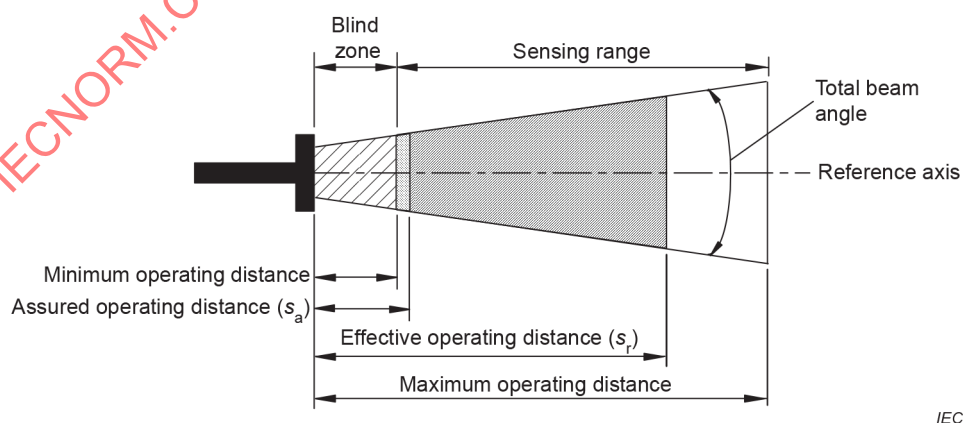


Figure 2 – Ultrasonic proximity switch operating distances

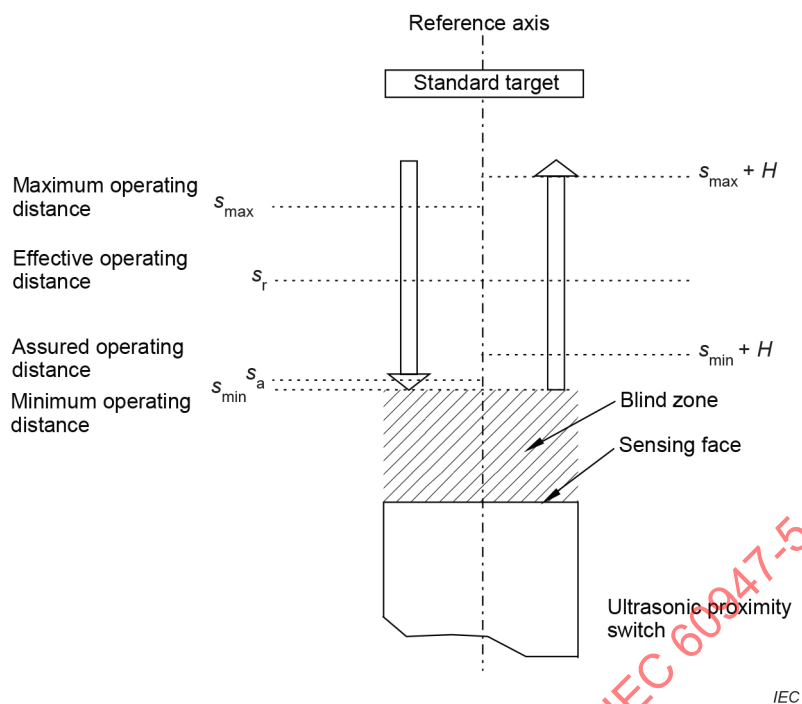


Figure 3 – Relationship between operating distances of ultrasonic proximity switches (see 8.2.1.3 and 9.4.1)

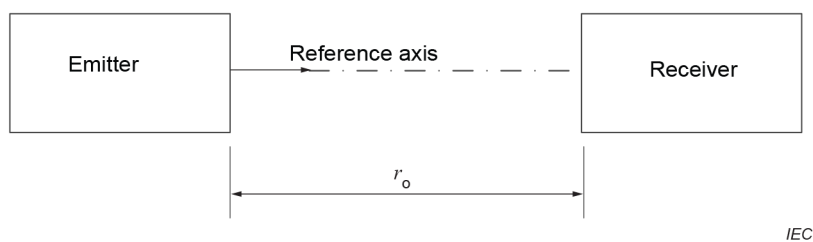
5.2.2.2 Sensing range (s_d)

The sensing range shall be stated by the manufacturer. Typical values of the sensing range are given in Annex A.

5.2.3 Operating distance (s) of a photoelectric proximity switch

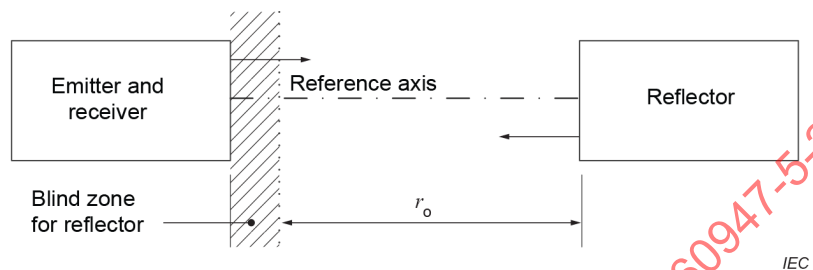
5.2.3.1 General

The relationship between the operating distances is shown in Figure 4.



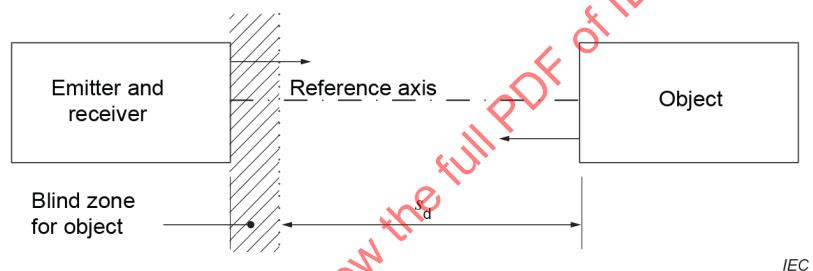
IEC

a) Type T, emitter and receiver – Through beam photoelectric



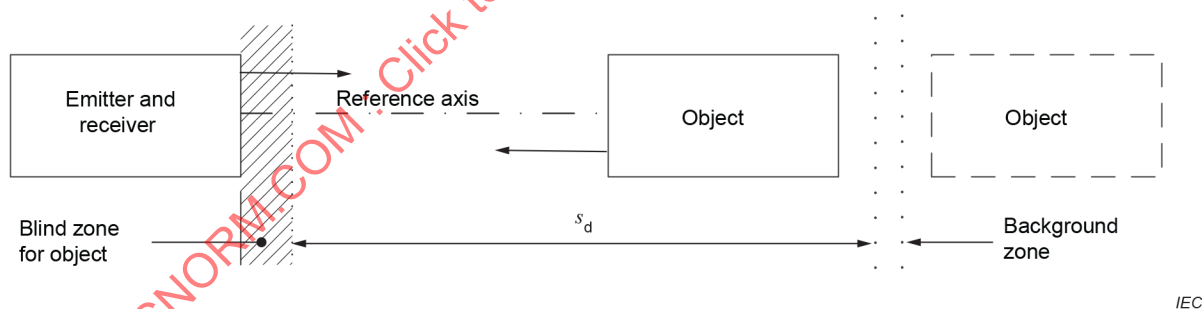
IEC

b) Type R, emitter-receiver and reflector – Retroreflective photoelectric



IEC

c) Type D, emitter-receiver and object – Diffuse reflective photoelectric



IEC

NOTE Objects in the background zone are not detected.

d) Type D, emitter-receiver and object – Diffuse reflective photoelectric with background suppression

Figure 4 – Sensing range and operating range of photoelectric proximity switches (see 8.2.1.3 and 9.4)

5.2.3.2 Sensing range (s_d)

For photoelectric proximity switches Type D and Type D with background suppression, the operating distances are given as the sensing range (s_d), see Figure 4.

5.2.3.3 Operating range (r_o)

For photoelectric proximity switches Types T and R, the operating distances are given as the operating range (r_o), see Figure 4.

5.3 Rated and limiting values for the proximity switch and switching element(s)

5.3.1 Voltages

5.3.1.1 Rated operational voltage (U_e)

The rated operational voltage (U_e) or the maximum operational voltage for a proximity switch rated for a range of voltages shall not exceed 250 V AC RMS or 300 V DC.

NOTE The manufacturer can state a range between the limiting values which include all the tolerances of U_e , this range can be designated U_B .

The relationship between U_e and U_B is shown in Figure 5 below:

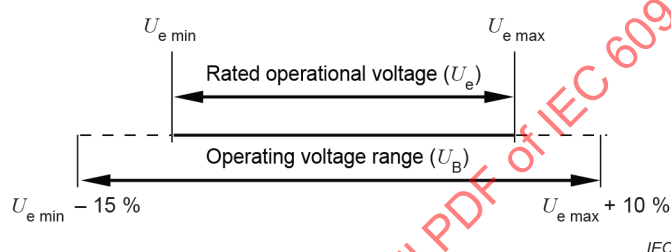


Figure 5 – Relationship between U_e and U_B

5.3.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

The rated insulation voltage of a proximity switch is the value of voltage to which the dielectric voltage tests and creepage distances are referred.

For proximity switches, the highest rated operational voltage shall be considered to be the rated insulation voltage.

5.3.1.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Subclause 4.3.1.3 of IEC 60947-1:2007 applies except for test values which are stated in 8.2.3.2 of this document.

5.3.1.4 Voltage drop (U_d)

The voltage drop is the voltage measured across the active output of the proximity switch when carrying the operational current flows under specified conditions. The values are specified in 8.2.1.13.

5.3.1.5 Operating voltage range (U_B)

The operating voltage range is the range of the operating voltage including all tolerances (see 5.3.1.1).

5.3.2 Currents

5.3.2.1 Rated operational current (I_e)

See 8.2.1.9.

5.3.2.2 Minimum operational current (I_m)

See 8.2.1.10.

5.3.2.3 OFF-state current (I_r)

See 8.2.1.11.

5.3.2.4 No-load supply current (I_o)

The no-load supply current of a three- or four-terminal proximity switch shall be stated by the manufacturer.

5.3.3 Rated supply frequency

The rated supply frequency shall be 50 Hz and/or 60 Hz.

5.3.4 Frequency of operating cycles (f)

The frequency of operating cycles shall be stated by the manufacturer. Typical values of the frequency of operating cycles are given in Annex A.

5.3.5 Normal load and abnormal load characteristics

5.3.5.1 Rated making and breaking capacities and behaviour of switching element under normal conditions

A switching element shall comply with the requirements given in Table 7.

NOTE For a switching element to which a utilization category is assigned, it is not necessary to specify separately a making and breaking capacity.

5.3.5.2 Making and breaking capacities under abnormal conditions

A switching element shall comply with the requirements given in Table 8.

NOTE For a switching element to which a utilization category is assigned, it is not necessary to specify separately a making and breaking capacity.

5.3.6 Short-circuit characteristics

The rated conditional short-circuit current of a proximity switch is 100 A prospective. The proximity switch shall withstand satisfactorily the test specified in 9.3.4.

5.4 Utilization categories for the switching element

The utilization categories as given in Table 3 are considered standard. Any other type of application shall be based on agreement, between manufacturer and user, but information given in manufacturer's catalogue or tender may constitute such an agreement.

Table 3 – Utilization categories for switching elements

Kind of current	Category	Typical applications
Alternating current	AC-12	Control of resistive loads and solid-state loads with optical isolation
	AC-140	Control of small electromagnetic loads with holding (closed) current $\leq 0,2$ A (e.g. contactor relays)
Direct current	DC-12	Control of resistive loads and solid-state loads with optical isolation
	DC-13	Control of electromagnets

6 Product information

6.1 Nature of information – Identification

The following information shall be given by the manufacturer:

- a) the manufacturer's name or trade mark;
- b) a type designation or other marking which makes it possible to identify the proximity switch and get the relevant information from the manufacturer or their catalogue (see Table 1) and the traceability information;
- c) reference to this document if the manufacturer claims compliance.
- d) rated operational voltage(s) (see 5.3.1.1);
- e) utilization category and rated operational currents at the rated operational voltages and rated frequency/frequencies or at direct current;
- f) rated insulation voltage (see 5.3.1.2);
- g) rated impulse withstand voltage (see 5.3.1.3);
- h) IP code (see 8.1.10);
- i) pollution degree (see 7.1.4.2);
- j) type and maximum ratings of short-circuit protective device (see 8.2.5);
- k) rated conditional short-circuit current (see 5.3.6);
- l) electromagnetic compatibility (EMC) (see 8.2.6);
- m) operating distances (see 8.2.1.3);
- n) repeatability (see 8.2.1.4);
- o) differential travel (see 8.2.1.5);
- p) frequency of operating cycles (see 8.2.1.6);
- q) minimum operational current (see 8.2.1.10);
- r) OFF-state current (see 8.2.1.11);
- s) no-load supply current (see 5.3.2.4);
- t) voltage drop (see 8.2.1.13);
- u) switching element function (see 3.4.1);
- v) mounting application, embeddable or non-embeddable (see 3.2.9 and 3.2.10);
- w) physical dimensions (see 8.3);
- x) excess gain or, in case of Type D photoelectric proximity switches with background suppression, sensing range displacement (see 8.2.1.8);
- y) marking according optical radiation requirements (see 8.1.15.1 and/or 8.1.15.2);
- z) class of protection against electric shock (see IEC 61140), where applicable.
- aa) the turn-on time and the measuring method (see 8.2.1.6.2.2);
- bb) the turn-off time and the measuring method (see 8.2.1.6.2.3).

6.2 Marking

6.2.1 General

Marking of data under a) and b) of 6.1 is mandatory on the nameplate or marked on the body of the proximity switch in order to permit the complete information to be obtained from the manufacturer.

Cylindrical proximity switches of 12 mm or smaller body diameter and cubic proximity switches with the smallest edge length of 12 mm may provide this marking on the cord or on a tag permanently attached to the cord, located no further than 100 mm from the body of the device.

Marking shall be indelible and easily legible and shall not be placed on parts normally removable in service.

Data under c) to bb) of 6.1 when not included on the proximity switch shall be included in the manufacturer's published literature (e.g. product's installation notice, manufacturer's datasheet or catalogue).

NOTE The use of a web address can help to guide users to an appropriate source of information.

6.2.2 Terminal identification and marking

Subclause 8.1.7.4 applies.

6.2.3 Functional markings

The sensing face shall be marked where this is not apparent by the construction of the proximity switch.

6.3 Instructions for installation, operation and maintenance

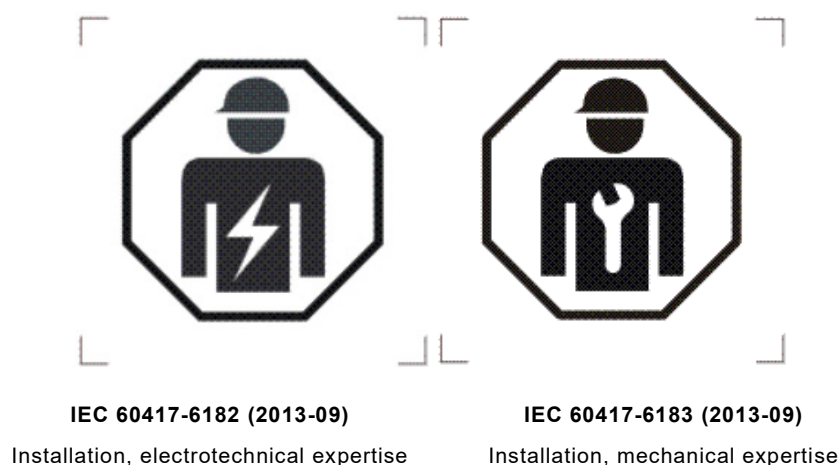
The manufacturer shall specify the conditions for installation, operation, maintenance and, if relevant, the conditions for dismantling the proximity switch. The recommended extent and frequency of maintenance, if any, shall also be specified.

Safety information and instructions shall be provided when relevant in order to achieve the safe use of the proximity switch. Such information shall be easily understood by the user, i.e. in form of commonly used symbols and/or drawings.

NOTE Manufacturers are encouraged to use graphical symbols as set out in international standards. Examples include ISO 7000, IEC 60417-DB¹, IEC 60825-1 and IEC TR 62471-2.

EXAMPLE Following symbols can be used for "skilled person".

¹ "DB" refers to the IEC on-line database.



6.4 Environmental information

6.4.1 Environmentally conscious design process (ECD process)

ECD is described in the Annex O of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

6.4.2 Procedure to establish material declaration

Annex W of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies.

7 Normal service, mounting and transport conditions

7.1 Normal service conditions

7.1.1 General

Proximity switches complying with this document shall be capable of operating under the following standard conditions.

If the conditions for operation differ from those given in this document, the user shall state the deviations from the standard conditions and consult the manufacturer on the suitability for use under such conditions.

7.1.2 Ambient air temperature

7.1.2.1 Inductive, capacitive, non-mechanical magnetic and ultrasonic proximity switches

These proximity switches shall operate between the ambient temperatures of -25 °C to $+70\text{ °C}$. The operating characteristics shall be maintained over the permissible range of ambient temperature.

NOTE For ultrasonic proximity switches, due to the fact that the speed of sound is dependent upon air temperature, the operating distance can change by 0,17 % per kelvin.

7.1.2.2 Photoelectric proximity switch

Photoelectric proximity switches shall operate between the ambient temperatures of -5 °C to $+55\text{ °C}$. The operating characteristics shall be maintained over the permissible range of ambient temperature.

7.1.3 Altitude

Subclause 6.1.2 of IEC 60947-1:2007 applies.

7.1.4 Climatic conditions

7.1.4.1 Humidity

The relative humidity (RH) of the air shall not exceed 50 % at 70 °C. Higher relative humidity values are permitted at lower temperatures, e.g. 90 % at +20 °C.

Condensation on the sensing face and the change of humidity can influence the operating distances. Care should be taken of condensation which can occur due to variations in temperature (50 % RH at 70 °C equivalent to 100 % RH at 54 °C).

7.1.4.2 Pollution degree

Unless otherwise stated by the manufacturer, a proximity switch is intended for installation under environmental conditions of pollution degree 3 as defined in 6.1.3.2 of IEC 60947-1:2007. However, other pollution degrees may apply depending upon the micro-environment.

7.2 Conditions during transport and storage

A special agreement shall be made between the user and the manufacturer if the conditions during transport and storage, e.g. temperature and humidity conditions, differ from those defined in 7.1.

7.3 Mounting

The mounting dimensions and conditions shall be stated by the manufacturer. Typical values of the mounting dimensions are given in Annex A.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

8.1.1 Materials

8.1.1.1 General materials requirements

Subclause 7.1.2.1 of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies with the following addition:

Materials shall be suitable for the particular application and shall enable the equipment to comply with the relevant test requirements.

Special attention shall be called to flame and humidity resisting qualities, and to the necessity to protect certain insulating materials against humidity. The manufacturer shall specify which test method, 8.1.1.2 or 8.1.1.3, is to be used.

Subclause 8.1.1.2 of this document applies instead of 7.1.2.2 of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

8.1.1.2 Glow-wire testing

The suitability of materials used is verified by:

- a) making tests on the equipment; or
- b) making tests on sections taken from the equipment; or
- c) making tests on any parts of identical material having representative thickness; or
- d) providing data from the insulating material supplier fulfilling the requirements according to IEC 60695-2-12.

The suitability shall be determined with respect to resistance to abnormal heat and fire. The manufacturer shall indicate which methods, amongst a), b), c) and d) shall be used.

If an identical material having representative cross-sections has already satisfied the requirements of any of the tests of 8.2.1 of IEC 60947-1:2007, then those tests need not be repeated.

Tests on equipment shall be made by the glow-wire end-product test of IEC 60695-2-10 and IEC 60695-2-11.

Tests shall be made according to 8.2.1.1.1 of IEC 60947-1:2007 with the conditions given in Table 4.

NOTE For parts with a mass lower than 2 g and for small parts, as specified in IEC 60695-2-11, no other test is required.

Table 4 –Test conditions for glow-wire test

Part under test	Test condition
Part with a mass lower than 2 g (see 3.14 of IEC 60695-2-11:2014)	Test is not required ^{a, c}
Part which is a small part according to 3.15 of IEC 60695-2-11:2014	Test is not required ^{a, c}
Part which retains current-carrying parts in position	Glow-wire test at a temperature of 750 °C
All other parts	Glow-wire test at a temperature of 650 °C ^b
^a Alternative tests do not have to be conducted. ^b Glow wire temperature can be reduced to 550°C if it can be demonstrated that the residual risk of fire is acceptable. ^c For products containing a group of small parts, the amount of non-tested material located in the area of the group shall not exceed 10 g.	

8.1.1.3 Test based on flammability category

Subclause 7.1.2.3 of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies.

8.1.2 Current-carrying parts and their connections

Current-carrying parts shall have the necessary mechanical strength and current-carrying capacity for their intended use.

For electrical connections, no contact pressure shall be transmitted through insulating material other than ceramic or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulation material.

8.1.3 Clearances and creepage distances

Subclause 7.1.4 of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies.

8.1.4 Actuation

Proximity switches are tested for operation by the presence or absence of the standard target, the characteristics of which are specified in 9.3.2.1.

8.1.5 Void

8.1.6 Void

8.1.7 Terminals

8.1.7.1 Constructional requirements

Subclause 7.1.8.1 of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies.

8.1.7.2 Connecting capacity

Subclause 7.1.8.2 of IEC 60947-1:2007 applies.

8.1.7.3 Connection means

Subclause 7.1.8.3 of IEC 60947-1:2007 applies with the following additions:

Proximity switches may have integral connecting leads; in this case the outer sheath of the connecting leads shall be $2^{+0,1}_0$ m long unless otherwise agreed between manufacturer and customer. Information provided by the manufacturer may constitute such an agreement.

NOTE National US Electrical Code states that:

- 1) the free length of a field wiring lead is not less than 152 mm long or 100 mm when intended for installation in an outlet box;
- 2) a lead that is intended to be spliced in the field to a circuit conductor is not smaller than 0,2 mm² (24 AWG) and the insulation, when rubber or thermoplastic, is not less than 0,8 mm thick.

8.1.7.4 Connection identification and marking

Subclause 7.1.8.4 of IEC 60947-1:2007 applies with the following additions.

Proximity switches with integral connecting leads shall have wires identified with colours according to Table 5.

Proximity switches with terminal connections shall be identified according to Table 5.

Table 5 – Connection and wiring identification

Type	Function	Wire	Wire colour	Terminal number ^{b, c, d}
2 terminals AC and 2 terminals DC non-polarized	NO (make)		Any colour ^a except Yellow, Green or Green and yellow	3
	NC (break)			4
	NO/NC programmable			1 2 1 4
2 terminals DC polarized	NO (make)	+ –	Brown Blue	1 4
	NC (break)	+ –	Brown Blue	1 2 ^h
3 terminals DC polarized	NO (make)	+ – Output	Brown Blue Black	1 3 4
		+ – Output	Brown Blue Black	1 3 2 ^h
		+ – Output	Brown Blue Black	1 3 2 ^h
3 terminals AC and 3 terminals AC/ DC polarized	NO (make)	L N Output	Brown Blue Black	1 3 4
	NC (break)	L N Output	Brown Blue Black	1 3 2
4 terminals DC polarized	Changeover (make/break)	+ – NO output NC output	Brown Blue Black White	1 3 4 2
		+ – NO output NC output	Brown Blue Black White	1 3 4 2
		+ – NO output NC output	Brown Blue Black White	1 3 4 2
		+ – NO output NC output	Brown Blue Black White	1 3 4 2
8 poles M12 connector DC polarized ^g	NO, NC and other not defined functions	+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
12 poles M12 connector DC polarized ^g	NO, NC and other not defined functions	+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		+ – NO output NC output Not defined Not defined Not defined GND Shield	Brown Blue Black White Grey Pink Violet Orange ^e Shield ^f	1 3 4 2 5 6 7 8 8
		Not defined Not defined Not defined Not defined	Grey/Pink White/Blue White/Grey Grey/Brown	9 10 11 12
		Not defined Not defined Not defined Not defined	Grey/Pink White/Blue White/Grey Grey/Brown	9 10 11 12
		Not defined Not defined Not defined Not defined	Grey/Pink White/Blue White/Grey Grey/Brown	9 10 11 12
		Not defined Not defined Not defined Not defined	Grey/Pink White/Blue White/Grey Grey/Brown	9 10 11 12

a	It is recommended that both wires are of the same colour.
b	Terminal numbers (except for AC proximity switches and proximity switches using three terminals 8 mm connector) shall be the same as integral connector pin numbers.
c	For proximity switches with four or eight terminals DC having special functions, terminals 2 or 4 may be used for functions other than outputs. In this case, the manufacturer shall give a clear indication of the wire colour and functionality.
d	For proximity switches with four terminals DC, terminals 2 or 4 may be used for output combinations other than those shown in this table. In this case, the manufacturer shall give a clear indication of the function of each terminal.
e	For connectors without shield connection.
f	For connectors with shield connection.
g	Recommended colour coding. The manufacturer shall state the actual wire colours used in the information for use.
h	For proximity switches with 3 poles M5/M8 connector the NC output is connected to terminal 4.

NOTE In the United States of America, there are other documents that define conductor colour coding schemes that can apply to the installation of proximity switches.

The bi-colour of green-and-yellow (green/yellow) shall be used only to identify the protective conductor as stated by IEC 60445. To maintain historic integrity of earth security, the colour green shall not be used for any other purpose than to identify the protective earth conductor.

8.1.8 Void

8.1.9 Provisions for protective earthing

8.1.9.1 Constructional requirements

Subclause 7.1.10.1 of IEC 60947-1:2007 applies with the following addition.

NOTE 1 For proximity switches having class II insulation, the outside metal enclosure is not required to be connected to the protective earth terminal (see IEC 61140).

NOTE 2 Proximity switches with maximum rated voltages not exceeding either 50 V AC or 120 V DC need no provision for protective earthing.

Consideration shall be given to the safety insulation of the supply and its transformer (if any) in accordance with the installation rules, see IEC 60364 (all parts).

8.1.9.2 Protective earth terminal

Subclause 7.1.10.2 of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 applies.

8.1.9.3 Protective earth terminal marking and identification

Subclause 7.1.10.3 of IEC 60947-1:2007 applies.

8.1.10 Degree of protection

Proximity switches, when installed in accordance with the manufacturer's instruction shall have minimum IP65 protection, except for photoelectric switches which shall have minimum IP54 protection and shall be verified according to 9.2.

NOTE During the test for the degree of protection, the operation of the proximity switch is not required.

8.1.11 Requirements for proximity switches with integrally connected cables

See Annex C.

8.1.12 Class II proximity switches

These devices shall not be provided with means for protective earthing (see IEC 61140).

For class II proximity switches insulated by encapsulation, see Annex B.

8.1.13 Chemical stress

Under consideration.

8.1.14 Equipment design

Each manufacturer shall identify specific reasonably foreseeable misuse cases related to its product and technology. The product shall be such that the residual safety risk for the user is tolerable.

NOTE 1 No relevant tests therefore can be specified in this document.

NOTE 2 Methods like FMEA can be used.

8.1.15 Protection against artificial optical radiation

8.1.15.1 Photobiological safety according to IEC 62471 (all parts)

Equipment with lamp and lamp systems emitting ultraviolet, visible, or infrared radiation, including light emitting diodes, shall not permit unintentional escape of radiation that could cause a hazard. The radiation sources shall be assessed in accordance with IEC 62471 (all parts). The light sources of the equipment are assessed to be in risk groups 1, 2 or 3 and exempt group of IEC TR 62471-2:2009 and shall be labelled in accordance with IEC TR 62471-2:2009. Protective measures, restrictions on use and operating instructions that may be necessary shall be provided.

NOTE 1 Attention is drawn to the possible existence of additional guidelines or requirements which can be specified by national or other authorities.

Conformity is checked by design, by review of the technical specifications of the lamp manufacturer and if necessary by measurement of the optical radiation followed by determination of the applicable risk groups according to IEC 62471 (all parts).

NOTE 2 The cautionary statement for Risk Groups RG 1, RG 2 and RG 3 specified in IEC TR 62471-2 can be used as an instructional safeguard.

NOTE 3 For guidance on measuring techniques, see IEC 62471 (all parts).

NOTE 4 IEC 62471 series and IEC 60825-1 are supplement standards. In case of missing safeguard requirements they can be considered in combination.

8.1.15.2 Safety of laser products according to IEC 60825-1

Equipment containing one or more lasers (including laser diodes) shall comply with IEC 60825-1. The laser source of the equipment has to be classified according IEC 60825-1 and shall be marked in accordance with IEC 60825-1. Protective measures, restrictions on use and operating instructions that may be necessary shall be provided.

NOTE 1 Emitted coherent light is treated as laser radiation. In IEC 60825-1:2014, diodes emitting such light are identified as "laser diodes". For further deviation criteria concerning Laser and Lamps, see 4.4 of IEC 60825-1:2014 "Laser products designed to function as conventional lamps".

Compliance is determined by design, evaluation, check, measurement and marking according the requirements of IEC 60825-1:2014.

NOTE 2 For European Union Countries: in certain ranges the defined limits of exposure values in IEC 60825-1:2014 exceed the requirements of the European directive 2006/25/EC Directive on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation). Therefore, compliance with the limits given in IEC 60825-1:2014 may not fulfil the requirements of directive 2006/25/EC and additional requirements have to be applied.

8.1.16 Biological and chemical effects

Under agreement between manufacturer and user, the manufacturer may provide a list of relevant materials in order to let the user verify that the product is suitable for the application.

NOTE No relevant risks are recognized for proximity switches used according to the scope of this document. Additional requirements can be relevant in conjunction with special applications/branches e.g. for food and beverage, chemical industry, maritime, machine tools.

8.1.17 Unattended operation

Not relevant for products covered by the scope of this document. There is no necessity to make any adjustment during operation.

8.1.18 Safety related security

If embedded firmware is involved cyber security aspects shall be considered accordingly to IEC 62443 (all parts).

NOTE Functional safety aspects are not relevant for products covered by the scope of this document.

8.1.19 Requirements for embedded software

Under consideration.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

8.2.1.1 General

The equipment shall be mounted in accordance with the instructions given in the relevant specification sheet (see Annex A) or by the manufacturer.

For the tests of 8.2.1.3 through 8.2.1.6, the load shall be adjusted to provide $0,2 I_e$.

8.2.1.2 Operating limits

The proximity switch shall operate satisfactorily:

- a) between 85 % and 110 % of U_e , or
- b) between 85 % $U_{e \min}$ and 110 % of $U_{e \max}$, or
- c) over the range U_B .

For DC, the value of the ripple voltage (peak to peak) shall not exceed $0,1 U_e$ (see 5.3.1.1).

8.2.1.3 Operating distances

8.2.1.3.1 General

The operating distances are measured according to 9.4. The operating distances are stated when the target is moving towards the proximity switch in an axial approach.

For inductive and capacitive proximity switches, the relationship between the operating distances is shown in Figure 1.

For ultrasonic proximity switches, the relationship between the operating distances is shown in Figure 3.

For photoelectric proximity switches, the relationship between the operating distances is shown in Figure 4.

8.2.1.3.2 Effective operating distance (s_r)

The effective operating distance is measured at the rated voltage and at an ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

- For inductive and capacitive proximity switches, it shall be between 90 % and 110 % of the rated operating distance (s_n):

$$0,9\ s_n \leq s_r \leq 1,1\ s_n$$

- For ultrasonic proximity switches, it shall be any distance between the minimum and maximum operating distances:

$$s_{\min} \leq s_r \leq s_{\max}$$

8.2.1.3.3 Usable operating distance (s_u)

Usable operating distance is measured over the ambient temperature range and the supply voltage at 85 % and 110 % of their rated value.

- For inductive and ultrasonic proximity switches, it shall be between 90 % and 110 % of the effective operating distance (s_r):

$$0,9\ s_r \leq s_u \leq 1,1\ s_r$$

- For capacitive proximity switches, it shall be between 80 % and 120 % of the effective operating distance (s_r):

$$0,8\ s_r \leq s_u \leq 1,2\ s_r$$

8.2.1.3.4 Assured operating distance (s_a)

- For inductive proximity switches, the assured operating distance is between 0 % and 81 % of the rated operating distance s_n :

$$0 \leq s_a \leq 0,9 \times 0,9\ s_n$$

- For capacitive proximity switches, the assured operating distance is between 0 % and 72 % of the rated operating distance s_n :

$$0 \leq s_a \leq 0,9 \times 0,8\ s_n$$

8.2.1.3.5 Operating range (r_o) for photoelectric proximity switches of Types T and R

The operating range is measured according to 9.4.

The operating range is shown:

- in Figure 12 a) for Type T: emitter and receiver,

- in Figure 12 b) for Type R: emitter-receiver and reflector.

The operating range and the value of the excess gain at that distance shall be stated by the manufacturer. The test shall be performed with the lighting condition above 5 000 lx according to test method specified in 9.4.2.

The excess gain is determined according to 9.4.2.8.

8.2.1.3.6 Sensing range (s_d) for photoelectric proximity switches of Type D and Type D with background suppression

The sensing range and/or the operating distance is measured according to 9.4.

The sensing range is shown in Figure 12 c) for Type D emitter-receiver and object and Figure 12 d) for Type D and Type D with background suppression, emitter-receiver and target.

The sensing range and the sensing range displacement (Type D with background suppression) shall be stated by the manufacturer for 5 000 lx of ambient light according to the test method specified in 9.4.2.6.

8.2.1.3.7 Sensitivity and operating distances of non-mechanical magnetic proximity switches

For non-mechanical magnetic proximity switches, the operating sensing characteristics and their tolerances shall be declared by the manufacturer.

8.2.1.4 Repeatability (R)

The repeatability of the effective operating distance (s_r) is measured over an eight hour period at an ambient temperature of between $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ at a relative humidity of any value in the range of 7.1.4.1 to a tolerance of $\pm 5\%$ and with a specified supply voltage.

The difference between any two measurements shall not exceed 10 % of the effective operating distance (s_r):

$$R \leq 0,1 s_r$$

8.2.1.5 Differential travel (H)

The differential travel is given as a percentage of the effective operating distance (s_r). The measurement is made in accordance with 9.4.1.3 at an ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and at the rated supply voltage. It shall be less than 20 % of the effective operating distance (s_r):

$$H \leq 0,2 s_r$$

For photoelectric sensors, the value can deviate from the upper requirement. In that case, it shall be stated by the manufacturer.

8.2.1.6 Frequency of operating cycles (f)

8.2.1.6.1 Inductive, capacitive and ultrasonic proximity switches

The frequency of operating cycles shall be in accordance with Annex A and Annex E and shall be measured according to 9.5.2 and 9.5.3.

8.2.1.6.2 Photoelectric proximity switch

8.2.1.6.2.1 General

The frequency of operating cycles (f) is determined from the formula:

$$f = \frac{1}{t_{\text{on}} + t_{\text{off}}}$$

where

t_{on} is the turn-on time;

t_{off} is the turn-off time;

and shall be stated by the manufacturer;

t_{on} and t_{off} shall be measured according to 9.5.4.

8.2.1.6.2.2 Turn-on time (t_{on})

The turn-on time and the measuring method shall be stated by the manufacturer.

8.2.1.6.2.3 Turn-off time (t_{off})

The turn-off time and the measuring method shall be stated by the manufacturer.

8.2.1.7 Time-delay before availability (t_v) (start-up time)

The time-delay before availability shall not exceed 300 ms.

During this time, the switching element shall not give any false signal. A false signal is a signal other than zero which appears for longer than 2 ms (see 9.3.3.2.1).

NOTE Zero signal means that only OFF-state current flows through the load.

8.2.1.8 Excess gain or sensing range displacement for photoelectric proximity switches

The excess gain or in case of proximity switches with background suppression sensing range displacement and the measuring method shall be stated by the manufacturer.

8.2.1.9 Rated operational current (I_e)

The rated operational current shall be:

- 50 mA DC or,
- 200 mA AC RMS.

Other values shall be stated by the manufacturer.

8.2.1.10 Minimum operational current (I_m)

The minimum operational current shall be:

- 2 terminals $I_m \leq 5$ mA DC or AC RMS;
- 3 or 4 terminals $I_m \leq 1$ mA DC.

and verified according to 9.3.3.2.2.

8.2.1.11 OFF-state current (I_r)

The maximum current (I_r) which flows through the load circuit of a proximity switch in the OFF-state shall be:

- 2 terminals $I_r \leq 1,5$ mA DC; or
- $I_r \leq 3$ mA AC RMS;
- 3 or 4 terminals $I_r \leq 0,5$ mA DC.

and verified according to 9.3.3.2.3.

8.2.1.12 Switching element operation

The switching element operation shall be independent action and shall be verified according to 9.3.3.2.4.

8.2.1.13 Voltage drop (U_d)

The voltage drop measured according to 9.3.3.2.5 shall be:

- 2 terminals $U_d \leq 8$ V DC; or
- $U_d \leq 10$ V AC RMS;
- 3 or 4 terminals $U_d \leq 3,5$ V DC.

8.2.2 Temperature-rise

Subclause 7.2.2 of IEC 60947-12:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies with the following additions.

The ambient temperature as basis for the detection of the values in Table 6 shall not exceed +40 °C and its average value over a period of 24 h shall not exceed +35 °C.

The maximum temperature for the intended touchable surface during normal operation of the proximity switch enclosure, metallic or non-metallic shall not reach the burn threshold defined in Table 6. The maximum temperature-rise for the exterior of enclosure, metallic or non-metallic materials, and for terminals shall not exceed 50 K.

When the temperature-rise of a product is such that the absolute value limits as defined are exceeded, the manufacturer shall:

either

- mark the product with following IEC 60417-5041 (2002-10) relevant symbol

Caution; Hot surface



- and include any relevant information in manufacturer's literature.

or

- include the following safety information in the manufacturer's literature: "The proximity switch shall be mounted in a manner such that accidental touching is not possible."

Table 6 – Burn threshold

Material of the part	Maximum touch temperature without marking ^{a, b, c} in °C
Plated or uncoated metal	64
Coated metal (50 µm minimum)	74
Plastics, wood and any other surface material	85
NOTE Examples of metal coating are paint, varnish, plastic, ceramic, ...	
^a These values are defined considering adults for a contact duration of 1 s according to IEC Guide 117.	
^b Applicable to: – manual operating means; – parts intended to be touched but not hand-held; – parts which need not be touched during normal operation and external enclosure.	
^c Footnote a) of Table 3 of IEC 60947-1:2007 applies for devices with small dimensions.	

8.2.3 Dielectric properties

8.2.3.1 General

The proximity switch shall be capable of withstanding the dielectric tests specified in 9.3.3.4.

For class II proximity switches insulated by encapsulation, see Annex B.

8.2.3.2 Impulse withstand voltage

The minimum test voltage shall be 1 kV.

The characteristics of the impulse generator are:

- 1,2/50 µs impulse;
- source impedance: 500 Ω;
- source energy: 0,5 J.

For proximity switches with sizes below M12 and cubic proximity switches with the smallest edge length smaller than 12 mm, it is permissible for the manufacturer to specify external protection components to achieve this requirement.

8.2.4 Ability to make and break under normal load and abnormal load conditions

a) Making and breaking capacities under normal conditions

The switching elements shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated in Table 7, for the relevant utilization categories and the number of operations indicated, under the conditions specified in 9.3.3.5.

b) Making and breaking capacities under abnormal conditions

The switching elements shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated in Table 8, for the relevant utilization categories and the number of operations under the conditions specified in 9.3.3.5.

Table 7 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under normal conditions corresponding to the utilization categories ^a

Utilization category	Normal conditions of use								
	Make ^b			Break ^b			Number and rate of operations for make and break		
	I / I_e	U / U_e		I / I_e	U / U_e		Number of operations _c	Operations per minute	Minimum ON-time ms
AC			$\cos \varphi$			$\cos \varphi$			
AC-12	1	1	0,9	1	1	0,9	6 050	6	50
AC-140	6	1	0,3	1	1	0,3	6 050	6	20
DC			$T_{0,95}$ ms			$T_{0,95}$ ms			
DC-12	1	1	1	1	1	1	6 050	6	1
DC-13	1	1	$6 P^d$	1	1	$6 P^d$	6 050	6	$T_{0,95}$

I_e rated operational current
 U_e rated operational voltage
 I current to be made or broken
 U voltage before make
 P $U_e I_e$ = steady-state power consumption
 $T_{0,95}$ time to reach 95 % of the steady-state current

^a See 9.3.3.5.
^b For tolerances on test quantities, see 9.3.2.2.
^c The first 50 operations shall be run at $U / U_e = 1,1$ with the loads set at U_e .
^d The value " $6 \times P$ " (expressed in ms) results from an empirical relationship which is found to represent most DC magnetic loads up to and upper limit of $P = 50$ W.

Table 8 – Verification of making and breaking capacities of switching elements under abnormal conditions corresponding to the utilization categories ^a

Utilization category	Abnormal conditions of use ^b					
	Make and break ^c			Number and rate of operations for make and break		
	I / I_e	U / U_e	$\cos \varphi$	Number of operations	Operations per minute	Minimum ON-time ms
AC-12	Not applicable					
AC-140 ^d	6	1,1	0,7	10	6	20
DC-12	Not applicable					
DC-13	See footnote ^e					
I_e = rated operational current U_e = rated operational voltage I = current to be made or broken U = voltage before make						
^a See 9.3.3.5. ^b The abnormal condition is to simulate a blocked open electromagnet. ^c For tolerances on test quantities, see 9.3.2.2. ^d An overload protection device specified by the manufacturer may be used to verify the abnormal conditions. ^e This test is covered by the test performed according to the footnote ^c of Table 7.						

8.2.5 Conditional short-circuit current

The switching element shall withstand the stresses resulting from short-circuit currents under conditions specified in 9.3.4.

8.2.6 Electromagnetic compatibility (EMC)

8.2.6.1 General

Due to the small physical size of proximity switches and their protected application environment, the immunity levels specified in this document deviate, in some cases, from those specified in generic immunity standards.

The proximity device to be tested shall have all the essential design details of the type which it represents and shall be in a clean and new condition.

The EMC tests shall be made at U_e or $U_{e \max}$ if the rated operational voltage is given as a range.

Maintenance or replacement of parts during or after a testing cycle is not permitted.

Generally, two environments A and B, as follows, are defined in EMC emission standards. The products covered by this document are intended for use in environment A.

Environment A relates to low-voltage non-public or industrial networks/locations/installations including highly disturbing sources.

NOTE 1 Environment A corresponds to equipment class A in CISPR 11:2015.

Environment B relates to low-voltage public networks such as domestic, commercial and light industrial locations/installations. Highly disturbing sources such as arc welders are not covered by this environment.

NOTE 2 Environment B corresponds to equipment class B in CISPR 11:2015.

8.2.6.2 Immunity

8.2.6.2.1 Acceptance criteria

Table 9 gives acceptance criteria.

Table 9 – Acceptance criteria

Item	Acceptance criteria (performance criteria during tests)		
	A	B	C
Overall performance	No noticeable changes of the operating characteristic Operating as intended ^a	Temporary degradation or loss of performance which is self-recoverable ^b	Temporary degradation or loss of performance which requires operator intervention or system reset
Operation of displays and signalling components	No changes to visible display information Only slight light intensity fluctuation of LEDs, or slight movement of characters	Temporary visible changes or loss of information Undesired LED illumination	Shut down, permanent loss of display or wrong information Unpermitted operating mode. Not self-recoverable
Information processing and sensing functions	Undisturbed communication and data interchange to external devices remains within the specification	Temporarily disturbed communication, which is detected and is self-recoverable	Erroneous processing of information Undetected loss of data and/or information Errors in communication Not self-recoverable
^a Due to the physical principle of the proximity switch, a degradation of performance at the sensor oscillating frequency ($\pm 20\%$) is permissible. At that frequency range, the performance criterion B shall be achieved. ^b The recovery time shall not exceed the maximum time which can be measured when the device is started by power-on at the power supply terminals (time delay before availability according to 8.2.1.7).			

8.2.6.2.2 Electrostatic discharges

In accordance with IEC 61000-4-2 and Table 10.

Table 10 – Immunity tests (1 of 2)

Type of test	Basic standard	Test level required		Acceptance criteria
Electrostatic discharge immunity test	IEC 61000-4-2	8 kV / air discharge or 4 kV / contact discharge		B ^h
Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test 80 MHz to 1 GHz and 1,4 GHz to 2 GHz	IEC 61000-4-3	3 V/m ^f		A
Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test 2 GHz to 6 GHz	IEC 61000-4-3	1 V/m		A
Electrical fast transient/burst immunity test	IEC 61000-4-4	AC power ports with rated voltage > 50 V	2 kV / 5 kHz coupling/decoupling network	B ^h
		DC power ports with rated voltage > 75 V	1 kV / 5 kHz coupling/decoupling network	
		All other ports ^k	2 kV / 5 kHz capacitive coupling clamp	
Conducted disturbances induced by radio-frequency fields immunity test 150 kHz to 80 MHz	IEC 61000-4-6	3 V ^f		A
Power frequency magnetic field immunity test ^a	IEC 61000-4-8	30 A/m		A
Voltage dips immunity test ^g	IEC 61000-4-11	Class 2 ^{b, c} 0 % during 0,5 cycle	Class 3 ^{b, c} 0 % during 0,5 cycle	B ^{h, i}
		Class 2 ^{b, c} 0 % during 1 cycle	Class 3 ^{b, c} 0 % during 1 cycle	B
		Class 2 ^{b, c, d} 70 % during 25/30 cycles	Class 3 ^{b, c, d} 40 % during 10/12 cycles 70 % during 25/30 cycles 80 % during 250/300 cycles	C
Voltage interruptions immunity test ^g	IEC 61000-4-11	Class 2 ^{b, c, d} 0 % during 250/300 cycles	Class 3 ^{b, c, d} 0 % during 250/300 cycles	C

Table 10 (2 of 2)

^a	Applicable only to proximity switches containing devices susceptible to power frequency magnetic fields. In that case the proximity switch shall fulfil the acceptance criteria B (performance criteria during tests), according to Table 9.
^b	Class 2 applies to points of common coupling and in-plant points of common coupling in the industrial environment in general. Class 3 applies to in-plant couplings in industrial environment only. This class should be considered when a major part of the load is fed through converters; welding machines are present; large motors are frequently started or loads vary rapidly. The manufacturer shall state the applicable class.
^c	The given percentage means percentage of the rated operational voltage, e.g. 0 % means 0 V.
^d	The value before the solidus (/) is for 50 Hz and the value after is for 60 Hz tests.
^e	Test levels are under study for the future.
^f	The level differs from IEC 60947-1 because the installation environment for proximity switches is primarily in automation machinery and experience of many years shows that the disturbance levels are so low that the immunity requirements in this standard are sufficient.
^g	Applicable for AC switches only.
^h	For keeping the functionality at the system level (e.g. automation or process) the state of the switching element shall not change for more than 1 ms for DC devices or one half-cycle of supply frequency for AC devices.
ⁱ	For devices with power consumption of more than 750 mW, the recovery time of the switching element may be longer than one half-cycle but shall be less than the maximum recovery time (time delay before availability according to 8.2.1.7).
^k	Typically the power and signal ports are integrated in one cable with digital output signals (semiconductor switching elements) referred to GND. Insertion of a CDN would corrupt these signals due to the high capacitive load of the CDN. Power inputs with superimposed output signals (two-wire technology) fall into this category.

8.2.6.2.3 Radiated radio-frequency electromagnetic fields

In accordance with IEC 61000-4-3 and Table 10.

If the worst case direction is known, then the test need only be performed in that direction. Otherwise, the electromagnetic field shall be faced to the device under test in three mutually perpendicular directions.

8.2.6.2.4 Electrical fast transients/bursts

In accordance with IEC 61000-4-4 and Table 10.

8.2.6.2.5 Surges

For proximity devices, it is not necessary to test for surge immunity. The operating environment of these devices is considered to be well protected against surge voltages caused by lightning strikes and switching.

8.2.6.2.6 Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

In accordance with IEC 61000-4-6 and Table 10.

8.2.6.2.7 Power-frequency magnetic fields

In accordance with IEC 61000-4-8 and Table 10.

NOTE See Annex E for strong magnetic fields.

8.2.6.2.8 Voltage dips and interruptions

In accordance with IEC 61000-4-11 and Table 10.

8.2.6.3 Emission

The measurement shall be made in the operating mode, including grounding conditions, producing the highest emission in the frequency range being investigated which is consistent with normal applications (see Clause 5).

Each measurement shall be performed in defined and reproducible conditions.

The tests shall be performed in accordance with the classification of equipment given in Clause 5 of CISPR 11:2015 for group 1, class A devices. The test levels specified in Clause 6 of CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 and CISPR 11:2015/AMD2:2019 shall apply together with the test methods specified in Clause 7.

8.3 Physical dimensions

The physical dimensions of the proximity switch shall be stated by the manufacturer. Some examples of physical dimensions of proximity switches are given in Annex A.

8.4 Shock and vibration and special environmental conditions

8.4.1 Shock

In accordance with IEC 60068-2-27 with the following conditions:

Six shocks applied in each direction along three mutually perpendicular axes (six separate tests):

Pulse shape: half-sine

Peak acceleration: $30 g_n$

Duration of the pulse: 11 ms

8.4.2 Vibration

In accordance with IEC 60068-2-6 with the following conditions, along three mutually perpendicular axes:

Frequency range: 10 Hz to 55 Hz

Amplitude: 1 mm for inductive, capacitive, non-mechanical magnetic and ultrasonic proximity switches
0,5 mm for photoelectric proximity switches

Sweep cycle duration: 5 min

Duration of endurance at resonant frequency or at 55 Hz: 30 min in each of the three axes (90 min in all).

8.4.3 Results to be obtained

After the test, the operating characteristics shall remain as given in Clause 5.

8.4.4 Special environmental conditions – damp heat, salt mist, vibration and shock

Verification of proximity switches intended to be used under certain climatic conditions (different from normal service conditions as described in 7.1) can be done according to Annex Q of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

9 Tests

9.1 Kinds of tests

9.1.1 General

Unless otherwise stated, the tests shall be carried out at an ambient air temperature of $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1:2007 applies.

9.1.2 Type tests

Type tests are intended to verify compliance with this document.

This comprises the verification of:

- a) temperature-rise (9.3.3.3);
- b) dielectric properties (9.3.3.4);
- c) making and breaking capacities of switching elements under abnormal and normal conditions (9.3.3.5);
- d) performance under conditional short-circuit current (9.3.4);
- e) constructional requirements (9.2);
- f) degree of protection (9.2);
- g) operating distances (9.4);
- h) frequency of operating cycle (9.5);
- i) electromagnetic compatibility (9.6);
- j) shock withstandability (8.4.1);
- k) vibration withstandability (8.4.2).

9.1.3 Routine tests

Routine tests are the responsibility of the manufacturer and are usually limited to the mechanical inspection and verification of electrical operation.

The inspection may be supplemented by a dielectric test. When performed, the dielectric test is carried out according to 9.3.3.4, the test duration may be reduced to 1 s.

9.1.4 Sampling tests

Subclause 8.1.4 of IEC 60947-1:2007 applies.

9.1.5 Special tests

These tests are subject to agreement between manufacturer and user.

9.2 Compliance with constructional requirements

9.2.1 General

Subclauses 8.2.3 of IEC 60947-1:2007 and 8.2.4 of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 apply.

9.2.2 Materials

9.2.2.1 Test of resistance to abnormal heat and fire

9.2.2.1.1 Glow-wire test (on equipment)

Subclause 8.2.1.1.1 of IEC 60947-1:2007 applies with the following addition:

The conditions specified in 8.1.1.2 of this document and Table 4 applies.

9.2.2.1.2 Flammability, hot wire ignition and arc ignition tests (on materials)

Subclause 8.2.1.1.2 of IEC 60947-1:2007 applies.

9.3 Performances

9.3.1 Test sequences

For insulation tests in the test sequences the values of Table 12 apply.

The type and sequence of tests to be performed on five representative samples are as follows:

Sample No. 1

Test No. 1 – temperature-rise (9.3.3.3);

Test No. 2 – mechanical properties of terminals (8.2.4 of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014);

Test No. 3 – dielectric properties (9.3.3.4);

Test No. 4 – visual inspection.

Sample No. 2

Test No. 1 – vibration (8.4.2);

Test No. 2 – degree of protection (Annex C of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014);

Test No. 3 – frequency of operating cycles (9.5);

Test No. 4 – operating distances (9.4);

Test No. 5 – dielectric properties (9.3.3.4).

Sample No. 3

Test No. 1 – shock (8.4.1);

Test No. 2 – degree of protection (Annex C of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014);

Test No. 3 – frequency of operating cycles (9.5);

Test No. 4 – operating distances (9.4);

Test No. 5 – dielectric properties (9.3.3.4).

Sample No. 4

- Test No. 1 – making and breaking capacities (9.3.3.5);
- Test No. 2 – dielectric properties (9.3.3.4);
- Test No. 3 – operating distances (9.4).

Sample No. 5

- Test No. 1 – electromagnetic compatibility (9.6);
- Test No. 2 – performance under short-circuit current conditions (9.3.4);
- Test No. 3 – dielectric properties (9.3.3.4);
- Test No. 4 – operating distances (9.4).

There shall be no failure of any of the above tests.

More than one test sequence or all test sequences may be conducted on one sample at the request of the manufacturer. However, the test shall be conducted in the sequence given above for each sample.

The test sequences of sample No 2 and sample No 3 can be alternatively conducted in combination on one sample as follows:

Sample No. 2 and No.3 combined

- Test No. 1 – vibration (8.4.2);
- Test No. 2 – shock (8.4.1);
- Test No. 3 – degree of protection (Annex C of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014);
- Test No. 4 – frequency of operating cycles (9.5);
- Test No. 5 – operating distances (9.4);
- Test No. 6 – dielectric properties (9.3.3.4).

For class II proximity switches insulated by encapsulation, additional samples are required (see Annex B). For proximity switches with integrally connected cables, additional samples are required (see Annex C).

NOTE In test sequences 4 and 5, during testing of operating distances, verification of the repeatability can be omitted if this characteristic has already been verified at least one time in another sequence and the sensing distance has not changed through the previous tests.

9.3.2 General test conditions

9.3.2.1 General requirements

9.3.2.1.1 General

Subclause 8.3.2.1 of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies unless otherwise specified with the following addition.

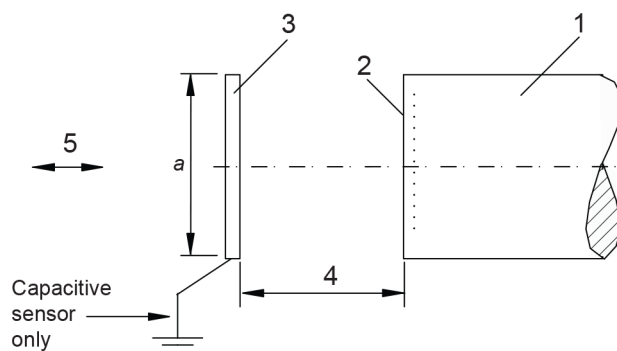
9.3.2.1.2 Standard target for inductive and capacitive proximity switches

The target is square shape having a thickness of 1 mm and made of carbon steel e.g. general purpose constructional steel (for example Fe 360) or steel grade 1.7131 as defined by EN 10084 and it shall be of the rolled finish.

The length (a) of the side of the square is equal to

- the diameter of the circle inscribed on the active surface of the sensing face, or
- three times the rated operating distance s_n whichever is greater (Figure 6).

For a capacitive proximity switch, the target shall be connected to earth.



Key

- 1 proximity switch
- 2 sensing face
- 3 target
- 4 operating distance
- 5 direction of motion
- a target side length

Figure 6 – Method of measuring the operating distance (see 9.3.2.1 and 9.4.1)

9.3.2.1.3 Standard target for ultrasonic proximity switch

The target is square shape, having the thickness of 1 mm and made from metal with rolled finish. The dimension of the target shall be stated by the manufacturer in accordance to Table 11.

Table 11 – Target sizes of ultrasonic proximity switches

Maximum sensing range		Target size ^a
from	to	
0	< 300	10 x 10
300	< 1 000	100 x 100
1 000	No defined limit	200 x 200

NOTE All ranges and sizes are expressed in millimetres.

^a Other target sizes shall be stated by the manufacturer.

9.3.2.1.4 Standard target(s) for photoelectric proximity switch

a) Type R

For the purpose of this test, the standard target is the reflector which is either supplied or specified by the manufacturer.

b) Type T

For the purpose of this test, the standard target is the emitter which is either supplied or specified by the manufacturer.

c) Type D

200 mm x 200 mm white paper target with 90 % reflectivity.

d) Type D with background suppression:

- 200 mm x 200 mm white paper target with 90 % reflectivity (W).
- 200 mm x 200 mm black paper target with 6 % reflectivity (B).

NOTE 1 The standardized target is chosen in accordance with the more general applications. For special products or applications, some additional information can be given.

NOTE 2 The definition of white is in accordance to DIN 5033-9:2005.

9.3.2.1.5 Standard target for non-mechanical magnetic proximity switch

For non-mechanical magnetic proximity switches the target shall be specified by the manufacturer.

9.3.2.2 Test quantities

Subclause 8.3.2.2 of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies except for 8.3.2.2.3.

9.3.2.3 Evaluation of test result

The condition of the proximity switch after each test shall be checked by the verification applicable to each test.

The proximity switch is deemed to have met the requirements of this document if it meets the requirements of each test and/or test sequence as applicable.

9.3.2.4 Test reports

Subclause 8.3.2.4 of IEC 60947-1:2007 applies.

9.3.3 Performance under no load, normal load and abnormal load condition

9.3.3.1 Operation

Tests shall be made to verify that the equipment operates correctly according to the requirements of 8.2.1.1.

In case of different type of outputs, e.g. current sinking outputs (NPN) or optical isolated outputs or combinations, the test setups have to be adapted accordingly.

Operational voltages are defined under 8.2.1.2.

9.3.3.2 Operating limits

9.3.3.2.1 Time delay before availability

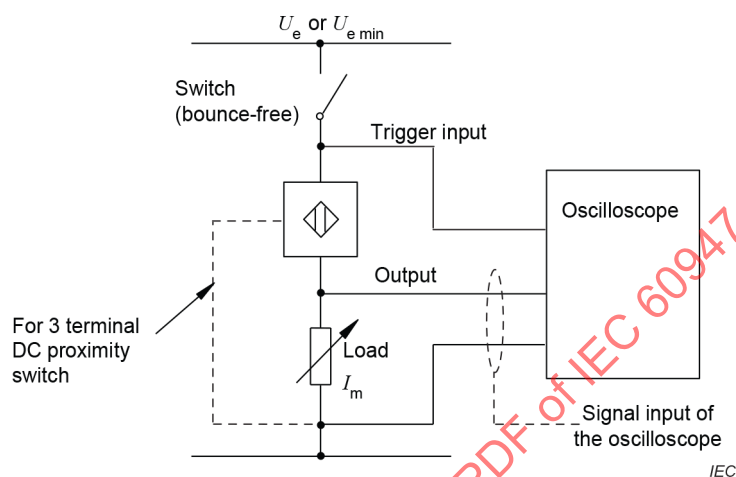
The test is performed with the proximity switch connected to a test circuit shown in Figure 7. The target is placed in a position such that the switching element is in the ON-state. With rated operational voltage U_e , or with the minimum value of the rated operational voltage when it is given as a range, the load is adjusted to obtain the minimum operational current I_m .

The time delay before availability and the duration of any false signal are measured by recording the signal across the load with an oscilloscope as the bounce-free "Switch" is closed. Figure 8 shows typical oscillograms for a DC switching element. Figure 8a) shows the

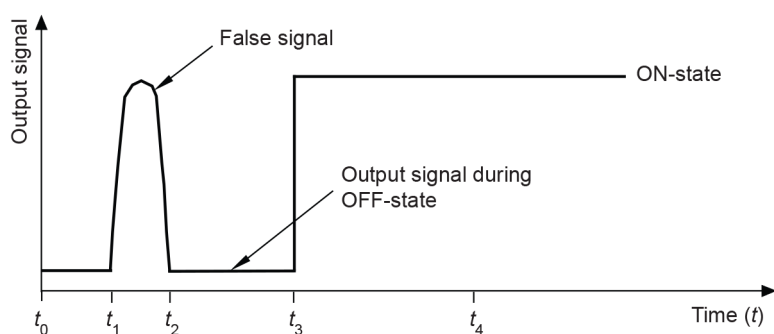
oscillogram when the switching element is in ON-state and Figure 8b) shows the oscillogram when the switching element is in OFF-state.

For inductive and capacitive proximity switches, the target shall be positioned at either $1/3 s_n$ or $3 s_n$.

The measured time delay before availability, the time between t_3 and t_0 in Figure 8 shall be according to 8.2.1.7. The duration of the false signal, if any, the time between t_2 and t_1 on Figure 7a) and Figure 7b), shall be according to 8.2.1.7.

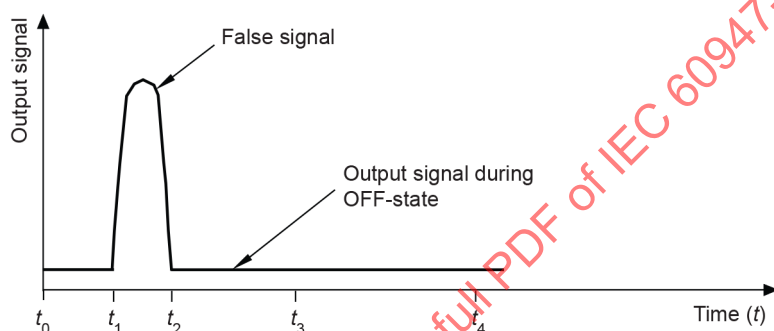


**Figure 7 – Test circuit for the verification of time delay before availability
(see 8.2.1.7 and 9.3.3.2.1)**



IEC

a) Switching element is in ON-state



IEC

b) Switching element is in OFF-state

Key

t_0 supply is switched on

t_1 beginning of false signal (if any)

t_2 end of false signal (if any)

t_3 end of time delay

t_4 maximum time for delay (300 ms)

NOTE 1 The false signal (if any) can begin at t_0 , which means that t_0 and t_1 are the same time marks.

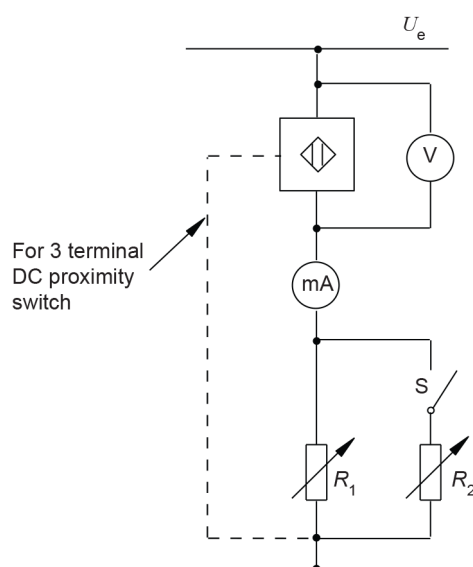
NOTE 2 In case of no false signal, the time mark t_3 can have any position between t_0 and t_4 .

NOTE 3 The waveform of the false signal (if any) is not defined.

Figure 8 – Signal output across load in Figure 7 (see 9.3.3.2.1)

9.3.3.2.2 Minimum operational current (I_m)

The test is performed with the proximity switch connected to a test circuit shown in Figure 9.

**Key**

R_1, R_2	resistive load
V	high impedance voltmeter ($\geq 0,2 \text{ M}\Omega/\text{V}$)
mA	milliammeter
S	switch

NOTE All meters are RMS for alternating current, mean for direct current.

**Figure 9 – Test circuit for the verification of minimum operational current
OFF-state current, voltage drop and independent action
(see 9.3.3.2.2, 9.3.3.2.3, 9.3.3.2.4 and 9.3.3.2.5)**

The target is placed in a position such that the switching element is in the ON-state.

With supply voltage U_e and the switch S being open, the load R_1 is adjusted to obtain the current I_m . The measured value shall not exceed the value specified in 8.2.1.10.

The switching element shall not change state during the test.

9.3.3.2.3 OFF-state current (I_r)

With the circuit in Figure 9 and the switch S closed, the load R_2 is adjusted to obtain the rated operational current I_e when the supply voltage is the highest U_e . The target is then moved in a position such that the switching element is in the OFF-state.

The (I_r) current shall be measured with supply voltage $U_e + 10 \%$ or with the maximum value of the supply voltage U_B where it is specified as a range. The (I_r) current shall not exceed the value specified in 8.2.1.11.

9.3.3.2.4 Independent action

Independent action shall be checked at maximum and minimum operating load currents at both maximum and minimum rated operating voltages. Resistive loads of appropriate value shall be used for each of the four tests.

These tests shall be carried out by moving the target from a position where the switching element is in the OFF-state to a position where the switching element is in the ON-state and observing the output on an oscilloscope. The switching element function shall be substantially independent from the velocity of the target and the output shall switch between the ON and the OFF-states without oscillating or holding at any intermediate level.

9.3.3.2.5 Voltage drop (U_d)

The voltage drop is measured across the active outputs of the proximity switch when the switching element is in the ON-state and carrying the rated operational current (I_e) at $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ ambient temperature and at the lowest rated frequency. This measurement is performed with the circuit in Figure 9 and the switch S closed. The load R_2 is adjusted to obtain the rated operational current (I_e) with the supply voltage U_e . The voltage drop U_d is measured:

- at $U_e + 10\%$ and $U_e - 15\%$,
- or $U_{e\text{ max}} + 10\%$ and $U_{e\text{ min}} - 15\%$,
- or $U_{B\text{ max}}$ and $U_{B\text{ min}}$.

The measured voltage drop shall not exceed the values specified in 8.2.1.13.

9.3.3.3 Temperature-rise

The proximity switch, installed in free air, is supplied with its rated operational voltage (U_e) (or the highest operational voltage of its voltage range), and connected to a load corresponding to its rated operational current (I_e) until the thermal equilibrium is reached.

The temperature-rise, measured on the terminals when applicable, and on any point of the enclosure shall not exceed the values according to 8.2.2.

The length of conductor connected to each terminal shall be $2^{+0,1}_0$ m.

9.3.3.4 Dielectric properties

9.3.3.4.1 General

The test for verifying dielectric properties shall be made in accordance with 9.3.3.4.2, 9.3.3.4.3, 9.3.3.4.4 and 9.3.3.4.5 of this document.

For class II proximity switches insulated by encapsulation, see Annex B.

9.3.3.4.2 Application of the test voltage

This test is to be carried out as near as possible to actual in-service conditions e.g. with conductors attached. The external surface of all insulating parts likely to be touched in-service shall be covered by a metal foil in mutual contact with these parts. The proximity switch shall be capable of withstanding the test voltage applied for 1 min for a type test, and 1 s for routine test with the following conditions:

- between live parts of the switching element and parts of the proximity switch intended to be earthed;
- between live parts of the switching element and surfaces of the proximity switch likely to be touched in service, conducting or made conducting by metal foil;
- between live parts belonging to electrically separated switching elements, if any.

9.3.3.4.3 Value of the test voltage

A sinusoidal voltage of power frequency is applied according to 9.3.3.4.2.

The test voltages are given in Table 12.

Table 12 – Test voltages

Rated insulation voltage		Dielectric test voltage ^a
DC	AC	AC (RMS)
(V)	(V)	(V)
75	50	500
150	125	1 250
300	250	1 500

^a The defined test voltages are specified for basic insulation.

The values of Table 12 are deemed to cover the ability to withstand temporary overvoltages according to overvoltage category I.

9.3.3.4.4 Results to be obtained

There shall be no unintentional disruptive discharge during the test.

NOTE 1 Exception is an intentional disruptive discharge designed for the purpose, e.g. transient overvoltage suppressing means.

NOTE 2 The term "disruptive discharge" relates to a phenomenon associated with the failure of insulation under electrical stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or nearly to zero.

NOTE 3 The term "sparkover" is used when a disruptive discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric.

NOTE 4 The term "flashover" is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a dielectric in a gaseous or liquid medium.

NOTE 5 The term "puncture" is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.

A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength; in a liquid or gaseous dielectric, the loss may be only temporary.

9.3.3.4.5 Impulse withstand voltage test

The test is performed according to 7.2.3 of IEC 60947-1:2007, IEC 6094-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 and 8.2.3.2 of this document with the following additional requirement:

- the proximity device is not powered during the test;
- the impulse test shall be applied:
 - a) between all terminals connected together and earth;
 - b) between terminals intended to be connected to the power supply;
 - c) between each output terminal and each terminal intended to be connected to the power supply.
- three positive and three negative pulses shall be applied between each two points at intervals of not less than 5 s.

NOTE The impulse withstand voltage test is designed as a type test.

9.3.3.5 Making and breaking capacities

9.3.3.5.1 General

Tests for verification of making and breaking capacities shall be made according to the general test requirements stated in 9.3.2.1.

9.3.3.5.2 Test circuits

The load impedance shall be placed on the load side of the device as shown in Figure 10a) and Figure 10b). The circuit voltage with the test current flowing shall not be less than U_e .

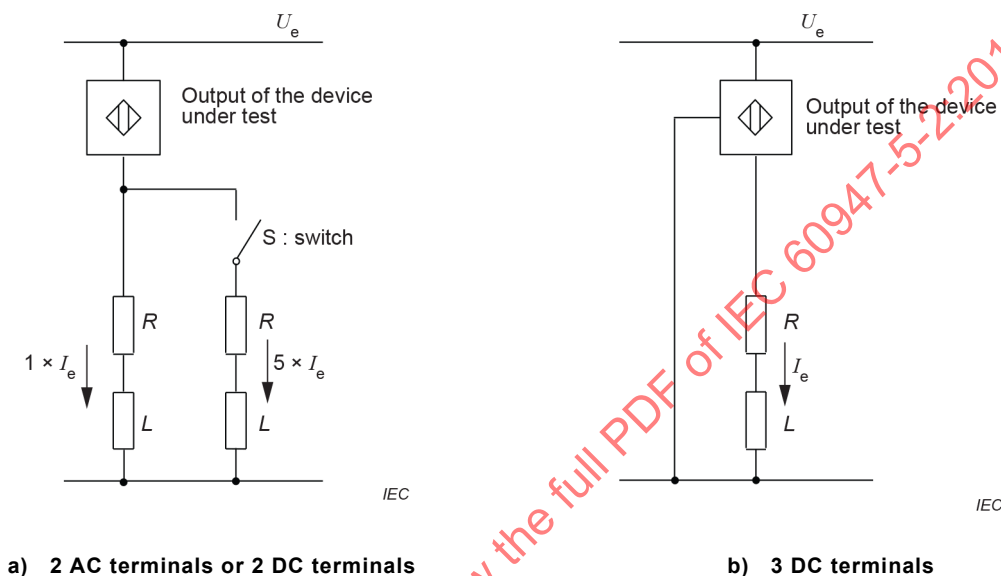


Figure 10 – Test circuit for the verification of making and breaking capability (see 9.3.3.5)

9.3.3.5.3 Making and breaking capacities under normal conditions

The load circuit shall be adjusted to give the values shown in Table 7.

9.3.3.5.4 Making and breaking capacities under abnormal conditions

The load circuit shall be adjusted to give the values shown in Table 8.

9.3.3.5.5 Results to be obtained

After the test, the effective operating distance of the proximity switch shall be measured and remain within the limits given in 8.2.1.3.2.

9.3.4 Performance under short-circuit current conditions

9.3.4.1 Test circuit and test procedure

The proximity switch "PS" in new condition shall be mounted as in service, in free air, and connected to the test circuit with the same size wire as used in service, see Figure 11a) and Figure 11b).

In case of different type of outputs, e.g. current sinking outputs (NPN) or optical isolated outputs or combinations, the test setups have to be adapted accordingly.

The short-circuit protective device "SCPD" shall be of the type and rating specified by the manufacturer. This "SCPD" shall be omitted if the proximity switch is integrally protected against short circuits.

The target is placed in a position such that the switching element is in the ON-state, R_1 is selected so that the current flowing through the proximity switch is equal to its rated operational current. The supply S shall be adjusted to 100 A prospective short-circuit current. The "SC" switch connected in parallel with load R_1 is fitted to initiate the short circuit. The open circuit voltage shall be 1,1 times the rated operational voltage or the maximum value of the voltage range.

The test shall be performed three times by randomly closing the "SC" switch. The test current is maintained until the SCPD or the internal short-circuit protection in the proximity switch has operated. The interval between each of the three tests shall be not less than 3 min. The actual time between tests shall be stated in the test report. After each test, the "SCPD" shall be replaced or reset.

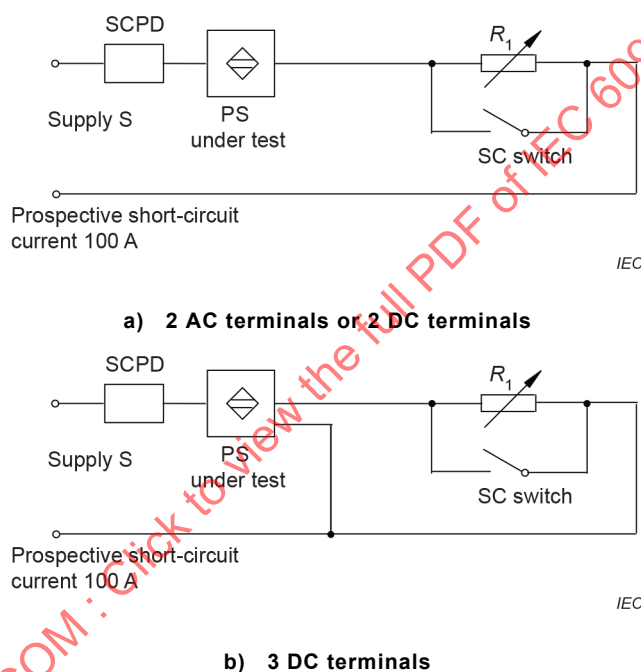


Figure 11 – Short-circuit testing (see 9.3.4.2)

9.3.4.2 Results to be obtained

After the test, the effective operating distance of the proximity switch shall be measured and remain within the limits given in 8.2.1.3.2 and shall pass a dielectric test performed in accordance with 9.3.3.4.

9.4 Testing of operating distances

9.4.1 Inductive, capacitive, non-mechanical magnetic and ultrasonic proximity switches

9.4.1.1 Test conditions

A proximity switch in new condition is mounted according to the relevant annex and the target is moved at a slow speed (but not faster than 1 mm/s at the point of switching), towards and away from the sensing face of the proximity switch in an axial direction. The operating distances are measured as shown in Figure 1, Figure 2 and Figure 3.

9.4.1.2 Effective operating distance (s_r)

The effective operating distance is measured at the rated voltage or at any voltage within the voltage range and at $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ ambient air temperature. The measured value shall be within the limits given in 8.2.1.3.2.

9.4.1.3 Differential travel (H)

The differential travel is defined as a percentage of the effective operating distance (s_r). The measurement is made at the ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ at rated supply voltage. The target shall be moved towards the proximity switch within the (s_r) range and then be moved away from the proximity switch. The measured value shall be according to 8.2.1.5.

9.4.1.4 Usable operating distance (s_u)

Usable operating distance is measured over the -25 °C to $+70\text{ °C}$ ambient temperature range with the supply voltage at 85 % and 110 % of its rated value. The target shall be moved towards the proximity switch. The measured value shall be within the limits given in 8.2.1.3.3.

9.4.1.5 Repeatability (R)

The repeatability of the effective operating distance (s_r) is measured over an 8 h period with an enclosure temperature within $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and with supply voltage $U_e \pm 5\%$ or at any voltage $\pm 5\%$ within the rated operational voltage range. The target shall be moved towards the proximity switch. The period between any two consecutive measurements shall be 1 h or less. The measured value shall be within the limits given in 8.2.1.4.

9.4.2 Photoelectric proximity switches

9.4.2.1 Test conditions

This test is performed at rated voltage or at any voltage within the voltage range with new photoelectric proximity switches, except when specified as verification after another test (see 9.3.1), in clean air conditions, at any ambient temperature between $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ at an ambient light value of 5 000 lx obtained as per 9.4.2.3, 9.4.2.4, 9.4.2.5, 9.4.2.6.

9.4.2.2 Source for ambient light

A light source with a colour temperature between 3 000 K and 3 200 K shall be used.

9.4.2.3 Type T

The emitter is installed near the stated operating range and moved not faster than 1 mm/s in an axial direction, towards the receiver. The operating range is measured with ambient light value of 5 000 lx ($\pm 1\text{ 000 lx}$ tolerance).

The light source is positioned at an angle of $5^\circ \pm 1^\circ$ to the reference axis and is aimed at the receiver (see Figure 12a), Type T).

9.4.2.4 Type R

The reflector is installed on the reference axis near the stated operating range r_o .

The device is moved, not faster than 1 mm/s in an axial direction towards the reflector. The operating range is measured with ambient light value of 5 000 lx ($\pm 1\text{ 000 lx}$ tolerance).

The light source is positioned at an angle of $5^\circ \pm 1^\circ$ to the reference axis and is aimed at the photoelectric proximity switch (see Figure 12b), Type R).

9.4.2.5 Type D

- a) For sensing ranges not exceeding 400 mm:

The target (see 9.3.2.1.4) is installed on the reference axis near the stated sensing range s_d ;

The light source is positioned at an angle of $15^\circ \pm 1^\circ$ to the reference axis and is aimed at the target (see Figure 12d), Type D);

The device is moved, not faster than 1 mm/s in an axial direction, towards the target and the sensing range is measured with ambient light value of 5 000 lx ($\pm 1\,000$ lx tolerance).

- b) For sensing ranges above 400 mm:

The target is installed on the reference axis near the stated sensing range s_d ;

The light source is positioned at an angle of $15^\circ \pm 1^\circ$ to the reference axis and is aimed at the device (see Figure 12c), Type D);

The target is moved, not faster than 1 mm/s in an axial direction, towards the device and the sensing range is measured with ambient light value of 5 000 lx ($\pm 1\,000$ lx tolerance).

9.4.2.6 Type D with background suppression

- a) For sensing ranges not exceeding 400 mm:

The light source is positioned at an angle of $15^\circ \pm 1^\circ$ to the reference axis and is aimed at the paper target (see Figure 12d), Type D) with the following conditions:

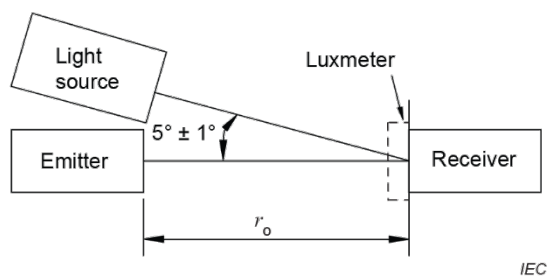
- b) For sensing ranges above 400 mm:

The light source is positioned at an angle of $15^\circ \pm 1^\circ$ to the reference axis and is aimed at the device (see Figure 12c), Type D);

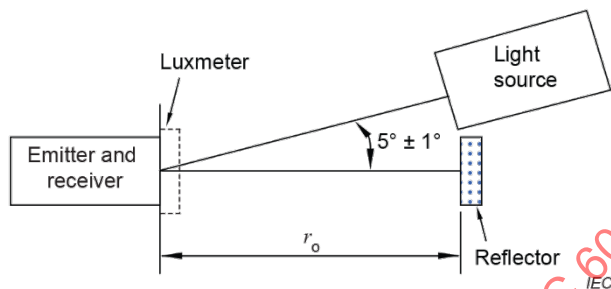
For both ranges a) and b), the sensing range s_d is measured successively with white and black paper target (see 9.3.2.1.4). The paper target is installed on the reference axis near the stated sensing range s_d . The device is moved at moderate speed (not faster than 1 mm/s at the point of switching) in an axial direction, towards the paper target and the sensing range is measured with ambient light value of 5 000 lx ($\pm 1\,000$ lx tolerance).

9.4.2.7 Results to be obtained

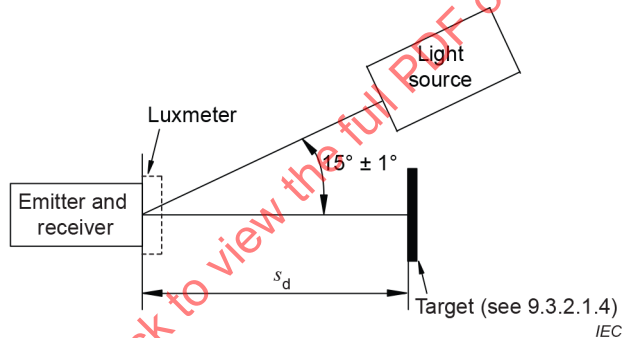
The results of the test for operating range and sensing range shall comply with the values stated by the manufacturer (see 8.2.1.3.5 and 8.2.1.3.6).



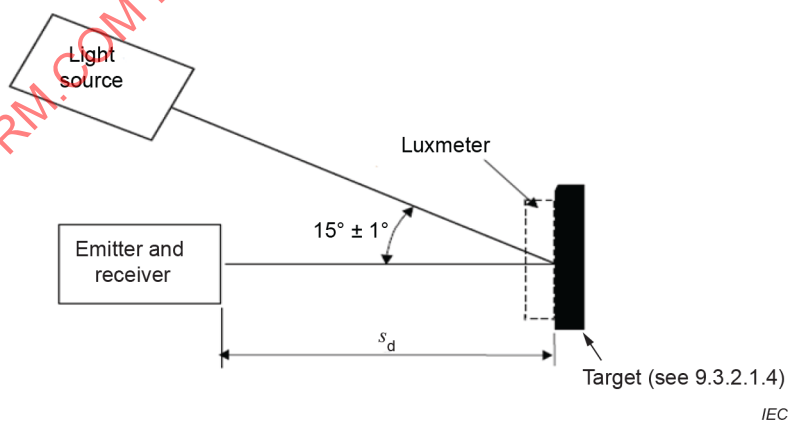
a) Type T, emitter and receiver



b) Type R, emitter-receiver and reflector



c) Type D (and Type D with background suppression) light-source aimed to emitter-receiver



d) Type D (and Type D with background suppression) light-source aimed to target

Figure 12 – Testing of the sensing range (see 9.4.2)

9.4.2.8 Determination of the excess gain values and in case of Type D with background suppression sensing range displacement

a) Type D

The standard target is positioned at the stated sensing distance. The reduction of luminance which is necessary to deactivate the proximity switch is determined with neutral density filters. The excess gain can then be calculated. During the test sequence the element under test (EUT) shall not be adjusted.

b) Type D with background suppression

The standard target is positioned at the stated sensing distance. The reduction of luminance which is necessary to deactivate the proximity switch is determined by moving the target.

The sensing range displacement can then be calculated. During the test sequence the element under test (EUT) shall not be adjusted.

To determine the value of the sensing range displacement, the following steps shall be performed:

- set white target to desired sensing range and adjust/teach the proximity switch to the white target;
- slowly move the white target (not faster than 1 mm/s) away from the EUT (equipment under test) until it is switching off;
- measure the distance W_{off} between the white target and EUT;
- change target to black and slowly move the target toward the EUT until it is switching on;
- measure the distance B_{on} between the black target and EUT;
- calculate the sensing range displacement according to Equation (1).

$$\text{Sensing_range_displacement} = \frac{W_{\text{off}} - B_{\text{on}}}{B_{\text{on}}} \quad (1)$$

W_{off} → White target, 90 % reflectivity

B_{on} → Black target, 6 % reflectivity

c) Types R and T

The emitter or the reflector is positioned at the stated operating range. The reduction of luminance which is necessary to activate the proximity switch is determined with neutral density filters. The excess gain is then calculated.

EXAMPLE To determine the distance at which an excess gain of 2 is achieved, a 50 % neutral density filter can be used for Type T, and a 70 % neutral density filter can be used for Types R and, D. The filter shall be as close as possible to the sensing face. In the case of Type D with background suppression, the target shall be adjusted to achieve a sensing range displacement of 0,5 or less.

The neutral density filter measurement technique is the preferred method. Other techniques leading to similar results may be used and shall then be stated by the manufacturer.

NOTE Care is taken to avoid erroneous results due to reflections from the filter.

9.5 Testing for the frequency of operating cycles

9.5.1 General

When the proximity switch frequency of operating cycles exceeds the limit of the measuring method described, the manufacturer shall state the method of measurement.

9.5.2 Method for measuring the frequency of operating cycles

a) Inductive, capacitive and non-mechanical magnetic proximity switches

As shown in Figure 13, the targets are fixed on the front (method 1, Figure 13a)) or sides (method 2, Figure 13b)) of teeth on a rotating disc, the spaces between the teeth being $2a$, in such a manner that they can pass in front of the sensing face of the proximity switch at a distance equal to half of the rated operating distance.

Each target shall have the same dimensions as those specified in 9.3.2.1. The output signal of the proximity switch is measured with the speed of rotation of the disc increasing from 0.

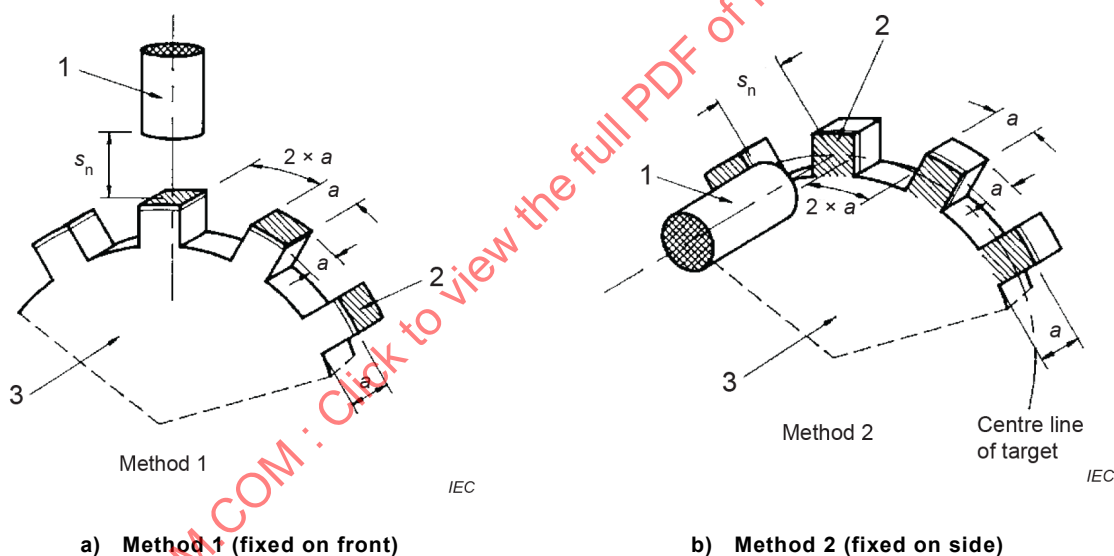
The targets of the rotating disc shall be connected to earth when capacitive proximity switches are tested.

An illustration of the output signal of proximity switches is given in Figure 15.

With the speed increasing, the durations t_1 and t_2 decrease.

For direct current proximity switches, the rated value of the frequency of operating cycle is obtained when t_1 or t_2 correspond to $50 \mu\text{s}$, or when the characteristics of the output signal, in the "ON" or "OFF" states, reaches the values specified in the relevant annexes.

For alternating current proximity switches, the rated value of the frequency of operating cycle is obtained when either t_1 or t_2 corresponds to one-half period of the supply frequency (f_b).



Key

- 1 proximity switch
- 2 target
- 3 disc in non-magnetic and non-conducting material

NOTE To avoid angular influence from one target to another, the disc is constructed to include at least 10 targets, if the rated operating distance (s_n) is less than 10 mm, or 6 targets for higher operating distances.

Figure 13 – Methods for measuring the frequency of operating cycle of inductive, capacitive and non-mechanical magnetic proximity switches (if applicable)

b) Ultrasonic proximity switch

As shown in Figure 14, the targets are fixed on the front (method 1, Figure 14a)) or sides (method 2, Figure 14b)) of teeth on a rotating disc.

The spaces between the teeth being $3a$ in such a manner that they can pass in front of the sensing face at the minimum operating distance and the proximity switch shall be adjusted to this operating distance.

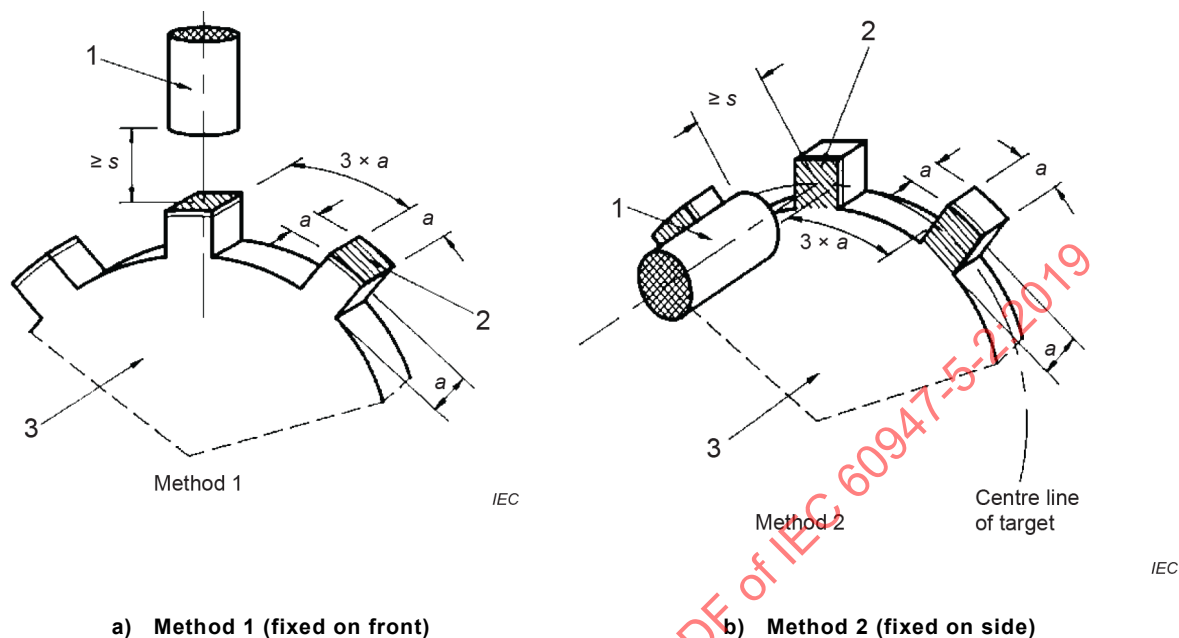
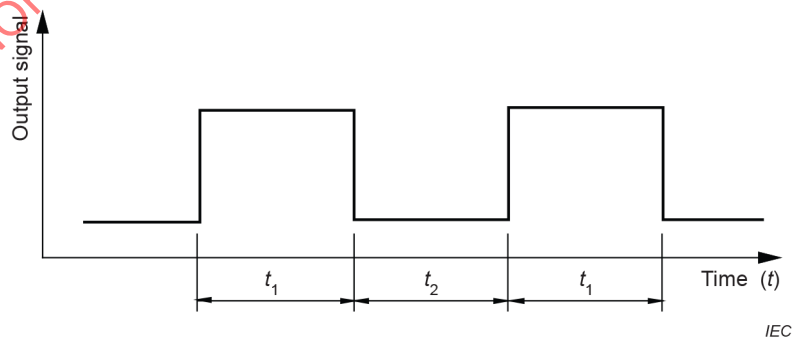


Figure 14 – Methods for measuring the frequency of operating cycles (f), ultrasonic proximity switch



The frequency of operating cycle f is determined from the following formula:

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$

9.5.3 Results to be obtained

The values obtained shall be not less than those given in the relevant annexes.

9.5.4 Photoelectric proximity switches

9.5.4.1 Measurement means

As shown in Figure 16a), Figure 16b) and Figure 16c), a rotating disc with one or more targets is fixed parallel to the sensing face of the proximity switch at a distance chosen by the manufacturer, and in such a way that the reference axis of the proximity switch passes through the centre of the target.

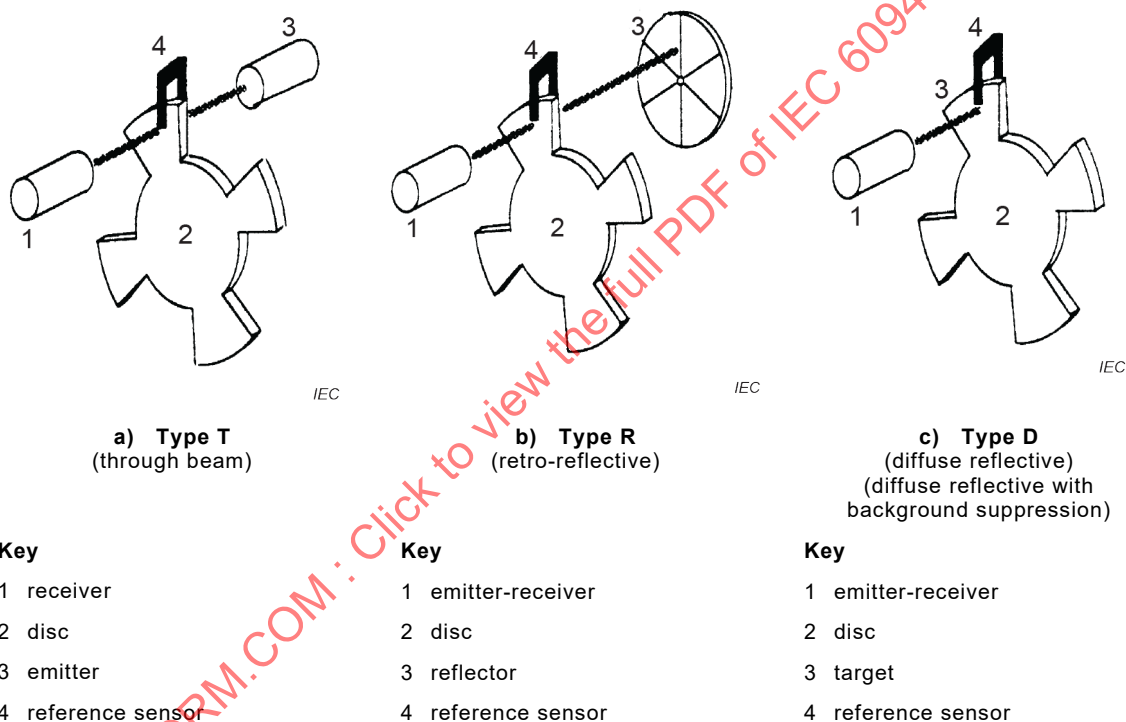


Figure 16 – Measurement means for turn-on time t_{on} and turn-off time t_{off}

For Types T and R, the effective beam shall be fully broken by the rotating target.

For Type D and Type D with background suppression, the surface of the rotating target shall be made of the same material as the standard target.

If the operating distance affects the tests, then the manufacturer shall state the test distance.

A reference sensor having a frequency of operating cycles at least ten times higher EUT is also put around the disc.

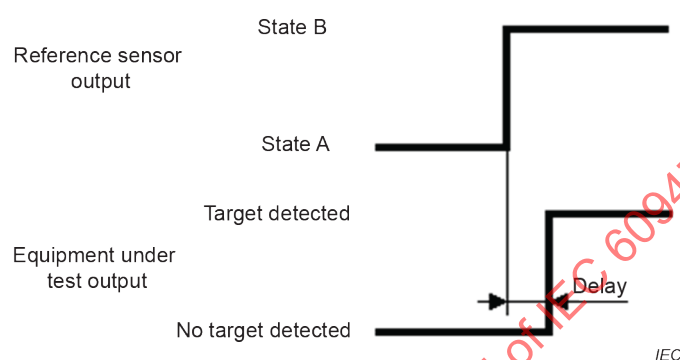
A recorder (for example, a memory oscilloscope) can draw simultaneously curves delivered by the proximity switch and by the reference sensor (see Figure 17 and Figure 18).

9.5.4.2 Measurement of turn-on time (t_{on})

The positional relationship between the reference sensor and the EUT shall be adjusted while moving the disc slowly so that the output of the reference sensor changes its state simultaneously with the output of the EUT.

To measure t_{on} , the disc speed is adjusted so that the EUT is operated at approximately half of the maximum frequency of operating cycle stated by the manufacturer.

The turn-on time t_{on} is the maximum observed delay between the output of the reference sensor and the change of state of the EUT output (see Figure 17).



NOTE The diagram refers to logical states A and B. A and B will differ according to the type of proximity switch.

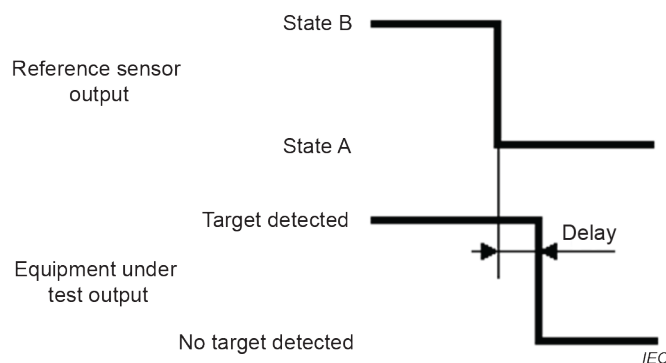
Figure 17 – Turn-on time t_{on} measurement

9.5.4.3 Measurement of turn-off time (t_{off})

The positional relationship between the reference sensor and the EUT shall be adjusted while moving the disc slowly so that the output of the reference sensor changes its state simultaneously with the output of the EUT.

To measure t_{off} , the disc speed is adjusted so that the EUT is operated at approximately half of the maximum frequency of operating cycle stated by the manufacturer.

The turn-off time t_{off} is the maximum observed delay between the noted output of the reference sensor and the change of state of the EUT output (see Figure 18).



NOTE The diagram refers to logical states A and B. A and B will differ according to the type of proximity switch.

Figure 18 – Turn-off time t_{off} measurement

9.5.4.4 Results to be obtained

The frequency of operating cycles f determined by the formula given in 8.2.1.6.2 shall be not less than that given by the manufacturer.

9.6 Verification of the electromagnetic compatibility

9.6.1 General

The tests shall be performed under the following conditions:

- the proximity device mounted in free air shall be connected to a load corresponding to the rated operational current (I_e) and supplied with its rated operational voltage (or the maximum voltage of its voltage range) (U_e);
- the connecting leads shall be $2^{+0,1}_0$ m. For proximity devices not having integral cables, the type of cable used shall be specified by the manufacturer and recorded in the test report.

The test shall be performed:

- a) with the target set at a position such that the switching element is in the OFF-state;
- b) with the target set at a position such that the switching element is in the ON-state;
- for inductive and capacitive proximity devices, the target shall be positioned at $1/3 s_n$ or $3 s_n$;
- for photoelectric proximity devices, two tests shall be performed.

For Types T, R, D the target shall firstly be positioned such that the excess gain is 2 and in case of the Type D with background suppression the black target according to 9.3.2.1.4 shall firstly be positioned on the maximum distance and then be reduced by 10 %.

- then:
 - without the target for Type D and Type D with background suppression, or
 - without the reflector for Type R, or
 - without the emitter for Type T.

For the test according to 8.2.6.2.4, the following additional mounting conditions apply:

- cylindrical proximity devices shall be mounted in a non-embedded manner according to Figure A.6 (IA, IB) b). A metal washer, clamped between the lock-nuts of the device, shall be connected to the reference ground plane;
- rectangular proximity devices shall be mounted in a non-embedded manner on a flat metal plate which shall be connected to the reference ground plane;
- the method of connection to the reference ground plane shall be in accordance with the manufacturer's instructions, if given, and shall be stated in the test report.

9.6.2 Immunity

9.6.2.1 Electrostatic discharges

The test shall be performed according to IEC 61000-4-2 and 8.2.6.2.2, and shall be repeated 10 times at each measuring point, with a minimum time interval of 1 s between pulses.

9.6.2.2 Radiated radio-frequency electromagnetic fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-3 and 8.2.6.2.3.

9.6.2.3 Electrical fast transients/bursts

The test shall be performed according to IEC 61000-4-4 and 8.2.6.2.4.

9.6.2.4 Conducted disturbances induced by radio-frequency fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-6 and 8.2.6.2.6.

9.6.2.5 Power-frequency magnetic fields

The test shall be performed according to IEC 61000-4-8 and 8.2.6.2.7.

9.6.2.6 Voltage dips and interruptions

The test shall be performed according to IEC 61000-4-11 and 8.2.6.2.8.

9.6.3 Emission

The test shall be performed according to the requirements defined in subclause 8.2.6.3.

These limits are given for proximity devices exclusively built for an industrial environment (environment A). When they may be used in a domestic environment (environment B), the following notice shall be included in the instructions for use:

NOTICE

In a residential environment, this product may cause radio interference, in which case the user may be required to take adequate measures.

9.7 Test results and test report

The test results shall be documented in a comprehensive test report. The test report shall present the objective, the results and all relevant information of the tests. The test report shall define the proximity device under test, including the cable layout and the necessary auxiliary equipment. Any deviation from the test plan shall be mentioned.

Where a range of proximity devices are made according to the same principle and design, and using the same type of components, tests may be performed on representative samples. Furthermore, based on first results, the testing laboratory may limit the tested frequency range for radiation or conduction tests and shall include in the report the frequency range used.

Annex A (informative)

Typical dimensions and operating distances of proximity switches

A.1 MODEL IA, IB – INDUCTIVE CYLINDRICAL PROXIMITY SWITCHES WITH THREADED BARREL (IA) OR SMOOTH BARREL (IB) WITH CABLE OR CONNECTOR

A.1.1 (IA, IB) Dimensions

The dimensions and thread sizes shown in Figure A.1 (IA), Figure A.2 (IB), Figure A.3 (Type A), Figure A.4 (Type B) and Figure A.5 (Type C) shall be according to Table A.1, Table A.2, and Table A.3. Within the dimensional limits of d_1 and l_2 , all rigid parts of the connecting leads shall be included.

The diameter of unthreaded portion d_2 shall not exceed the minor diameter of the thread. For Type I1 embeddable, the thread can be omitted and the diameter reduced to d_2 on a length not exceeding $l_3 = 1$ mm. For Type I2 non-embeddable, the thread can be omitted and the diameter reduced to d_2 on a length not exceeding $l_3 = 2 s_n$.

A.1.1.1 (IA, IB) Dimensions – cable types

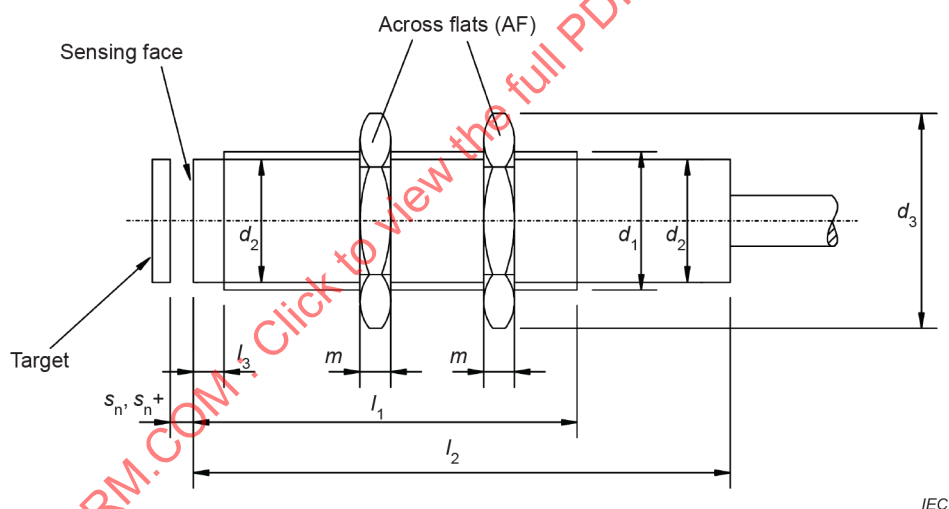


Figure A.1 – (IA) – Dimensions for threaded barrel – cable type

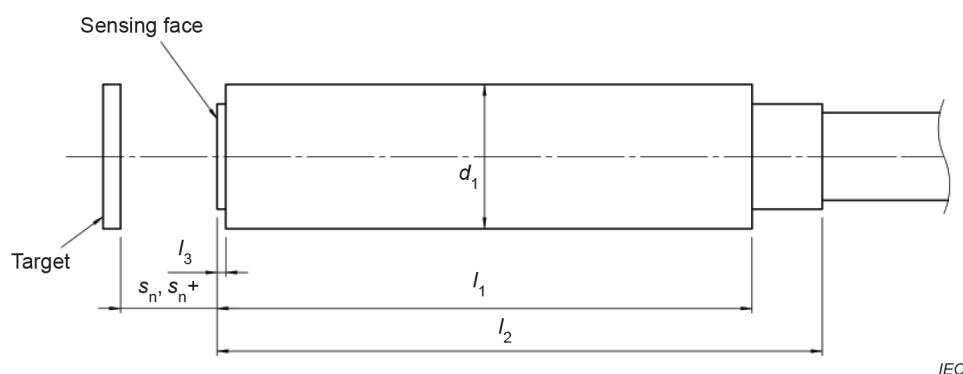


Figure A.2 – (IB) – Dimensions for smooth barrel – cable type

NOTE Additional requirements exist for integrally connected cable types (see Annex C).

Table A.1 – (IA, IB) – Preferred and secondary series smooth and threaded barrel cable types

Size ^a	Type	Figure	Preferred series 1		Preferred series 2		Secondary series	
			Type I1	Type I2	Type I1	Type I2	Type I1	Type I2
Ø 4 _{h10}	IB	A.2	20 ... 25	20 ... 25	25 ... 30	25 ... 30	-	-
M5	IA	A.1	18 ... 25	20 ... 25	25 ... 30	25 ... 30	-	-
Ø 6,5 _{h10}	IB	A.2	25 ... 30	25 ... 30	30 ... 40	30 ... 40	40 ... 50	40 ... 50
M8	IA	A.1	22 ... 30	22 ... 30	25 ... 40	30 ... 40	35 ... 50	40 ... 50
M12, M18, M30	IA	A.1	30 ... 45	30 ... 45	40 ... 60	45 ... 60	50 ... 80	60 ... 80

NOTE All dimensions are expressed in millimetres.

^a Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

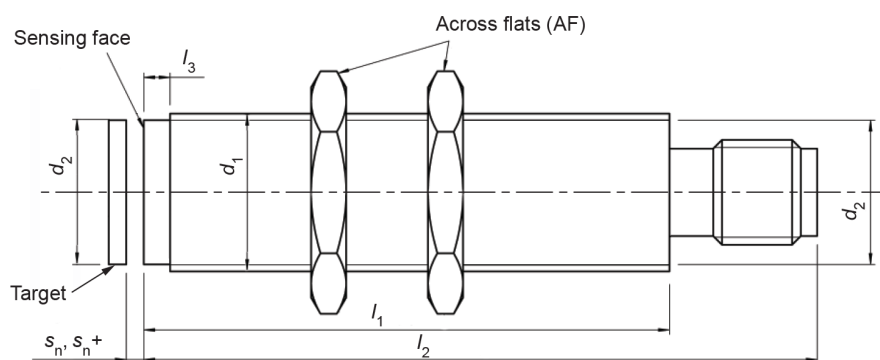
Table A.2 – (IA) – Dimensions of nuts

d_1 Thread size ^a	AF	$m + 0,15$
M5 x 0,5	8	2,7
M8 x 1	13	4
M12 x 1	17	4
M18 x 1	24	4
M30 x 1,5	36	5

NOTE All dimensions are expressed in millimetres.

^a Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

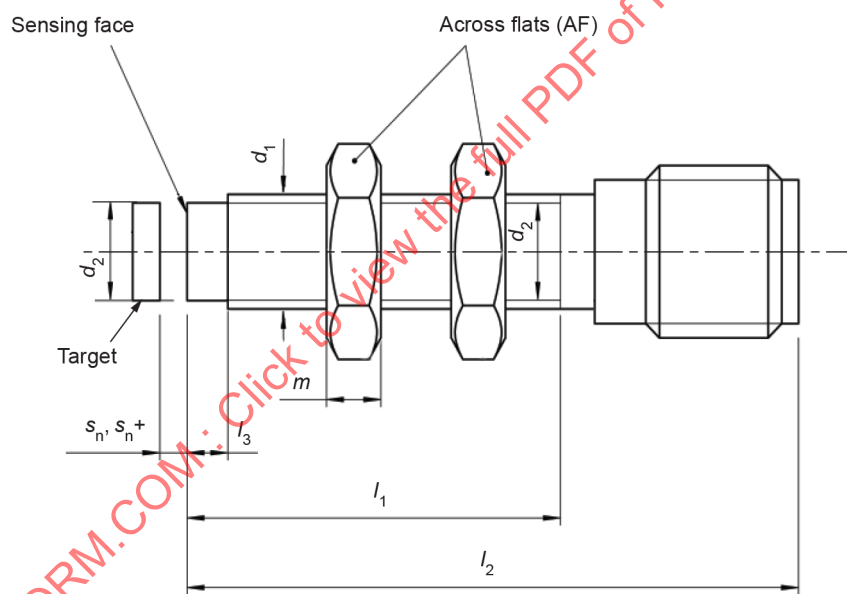
A.1.1.2 (Types A, B, C) Dimensions – connector types



IEC

NOTE Connector referred to Annex D.

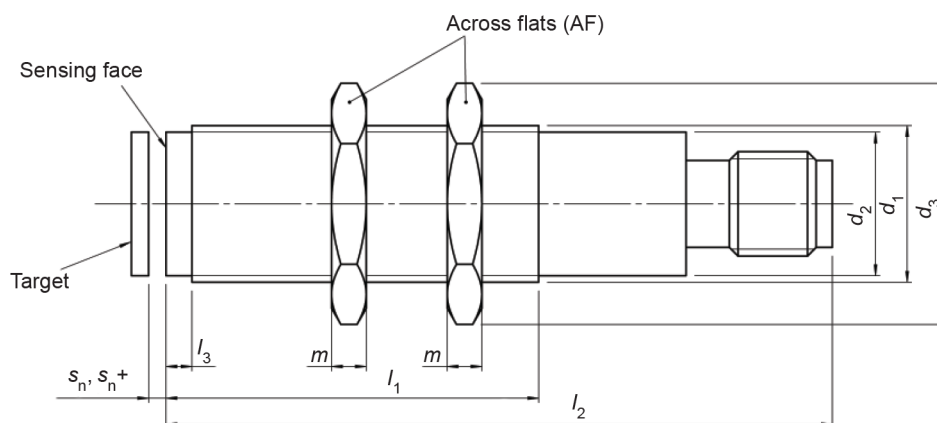
Figure A.3 – Type A dimensions – Body M5x0,5, M8x1, Ø 4, Ø 6,5 with connector M5/M8



IEC

NOTE Connector referred to Annex D.

Figure A.4 – Type B dimensions – Body M5x0,5, M8x1, Ø 4, Ø 6,5 with connector M8/M12



NOTE Connector referred to Annex D.

Figure A.5 – Type C dimensions – Body M12x1, M18x1, M30x1,5 with connector M12

Table A.3 – (Types A, B, C) – Preferred and secondary series, smooth and threaded barrel connector types

Thread size/ Diameter ^a	Type	Figure	Preferred series 1		Preferred series 2		Secondary series	
			Type I1	Type I2	Type I1	Type I2	Type I1	Type I2
M5 x 0,5	A	A.3	-	-	-	-	-	-
	B	A.4	20 ... 25	40 ... 50	-	-	-	-
M8 x 1	A	A.3	18 ... 30	30 ... 40	28 ... 40	40 ... 50	38 ... 55	50 ... 65
	B	A.4	15 ... 25	33 ... 45	25 ... 40	40 ... 60	35 ... 55	55 ... 75
M12 x 1	C	A.5	25 ... 35	40 ... 50	35 ... 50	50 ... 65	45 ... 65	65 ... 80
M18 x 1	C	A.5	25 ... 35	40 ... 50	35 ... 50	50 ... 65	45 ... 65	65 ... 80
M30 x 1,5	C	A.5	25 ... 35	40 ... 50	35 ... 50	50 ... 65	45 ... 65	65 ... 80
Ø 4 _{h10}	A	A.3	-	-	-	-	-	-
	B	A.4	20 ... 25	40 ... 50	-	-	-	-
Ø 6,5 _{h10}	A	A.3	18 ... 25	30 ... 40	28 ... 40	40 ... 50	38 ... 55	50 ... 65
	B	A.4	-	-	-	-	-	-

NOTE All dimensions are expressed in millimetres.

^a Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

A.1.2 (IA, IB) Rated operating distances

The rated operating distance, for embeddable and non-embeddable proximity switches, shall be according to Table A.4 (IA, IB). The rated operating distance is a conventional quantity, it does not take into account either manufacturing tolerances or variations due to external conditions such as voltage and temperature (see 3.3.1.1 and 8.2.1.3.2).

Table A.4 – (IA, IB) – Rated operating distances

Type I1 – Embeddable		Type I2 – Non-embeddable	
Form and size ^a	Rated operating distance $s_n (s_n^+)$	Form and size ^a	Rated operating distance $s_n (s_n^+)$
D4 _{h10}	0,8 (1,2)	D4 _{h10}	-
M5 x 0,5	0,8 (1,2)	M5 x 0,5	-
D6,5 _{h10}	1 (2)	D6,5 _{h10}	2 (3)
M8 x 1	1 (2)	M8 x 1	2 (4)
sz	2 (4)	M12 x 1	4 (7)
M18 x 1	5 (8)	M18 x 1	8 (12)
M30 x 1,5	10 (15)	M30 x 1,5	15 (20)

NOTE 1 All distances are expressed in millimetres.

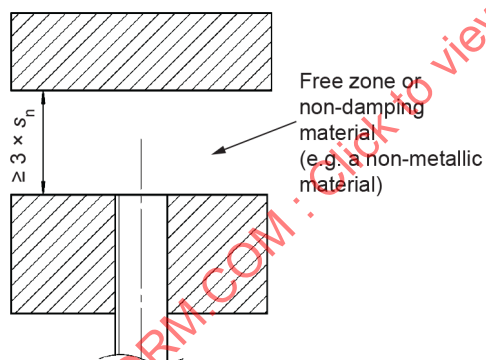
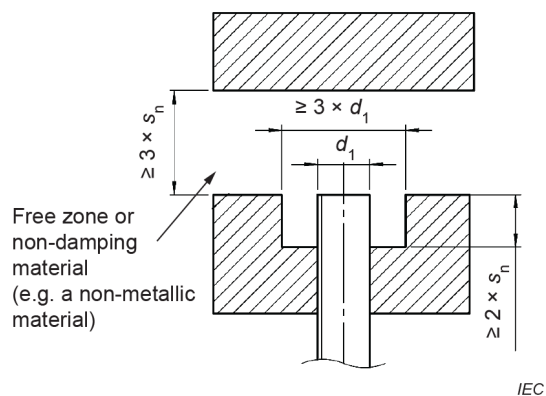
NOTE 2 s_n^+ stands for extended rated operating distance.

^a Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

A.1.3 (IA, IB) Installation (mounting) threaded barrel (IA) and smooth barrel (IB)

Embeddable proximity switches, when installed in damping material, shall be according to Figure A.6 a).

Non-embeddable proximity switches when installed in damping material, shall be according to Figure A.6 b).

**a) Embedded in metal****b) Non-embedded in metal**

^a Other mounting conditions shall be stated by the manufacturer.

Figure A.6 – (IA, IB) – Installation (mounting) ^a**A.1.4 (IA, IB) Frequency of operating cycles (f)**

(IA, IB) proximity switches performance shall be in accordance with Table A.5.

**Table A.5 – (IA, IB) – Frequency of operating cycles (f)
in operating cycles per second – Minimum requirements**

Form and size	Installation	Switching element function ^a : A or B			
		Type of output			
		P or N	D	F	
D4, M5 x 0,5	Type I1	1 000	800	5	
D4, M5 x 0,5	Type I2	800	600		
M8 x 1, D6,5	Type I1	500	300		
M8 x 1, D6,5	Type I2	300	200		
M12 x 1	Type I1	400	200		
	Type I2	200	100		
M18 x 1	Type I1	200	100		
	Type I2	100	50		
M30 x 1,5	Type I1	70	50		
	Type I2	50	30		
NOTE The frequencies of operating cycles apply to s _n and s _n + types.					
^a The frequencies of operating cycles are only stated for the most common types. For all other possible types (according to Table 1), the frequencies of operating cycles shall be stated by the manufacturer.					

A.2 MODEL IC – INDUCTIVE RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH SQUARE CROSS-SECTION

A.2.1 (IC) Dimensions

A.2.1.1 (IC) Type I1C26

Type I1C26 is inductive, embeddable, 26 mm x 26 mm. Overall and mounting dimensions shall be according to Figure A.7 (IC). The rigid part of the cable assembly is included in the overall dimensions. The cable entry shall allow the passage and ensure the anchorage as well as the tightness of a cable with an external diameter of 7 mm to 10 mm.

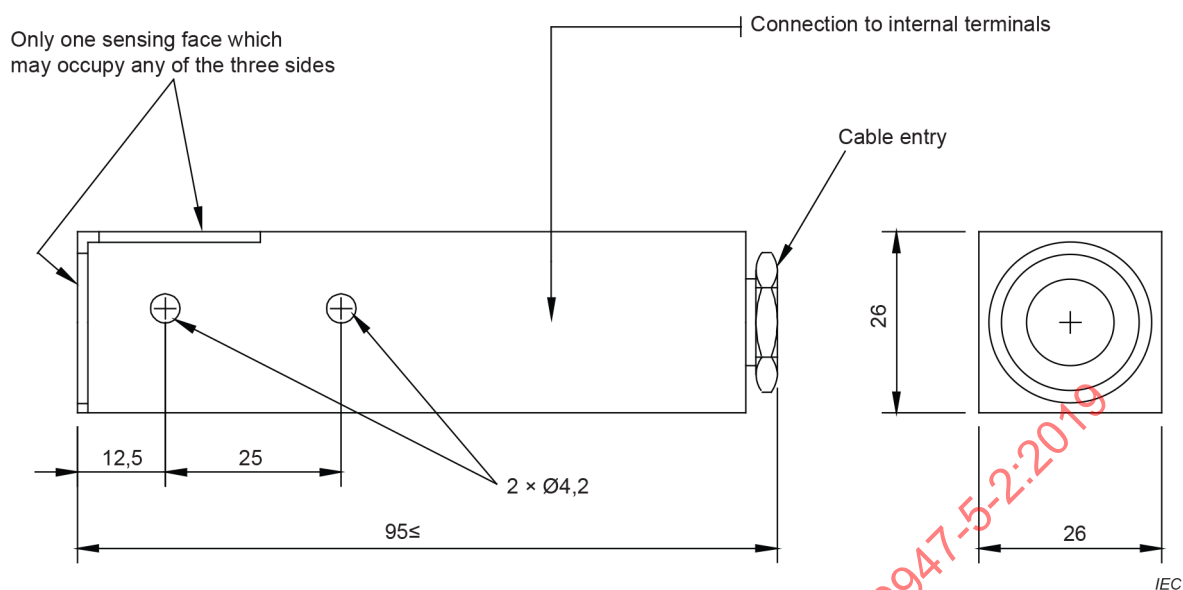


Figure A.7 – Dimensions of Type I1C26 (in millimetres)

A.2.1.2 (IC) Types I2C40 and I1C40

Type I2C40 is inductive, non-embeddable, when Type I1C40 is inductive embeddable, both 40 mm × 40 mm. Overall and mounting dimensions shall be according to Figure A.8 (IC). The rigid part of the cable assembly is not included in the overall dimensions.

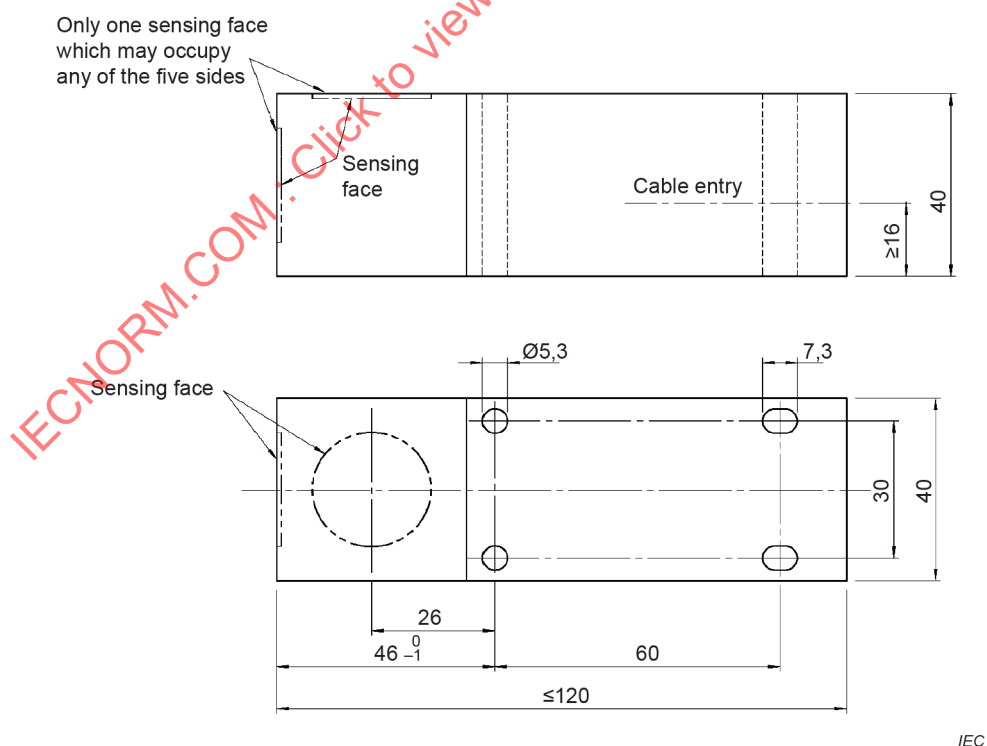
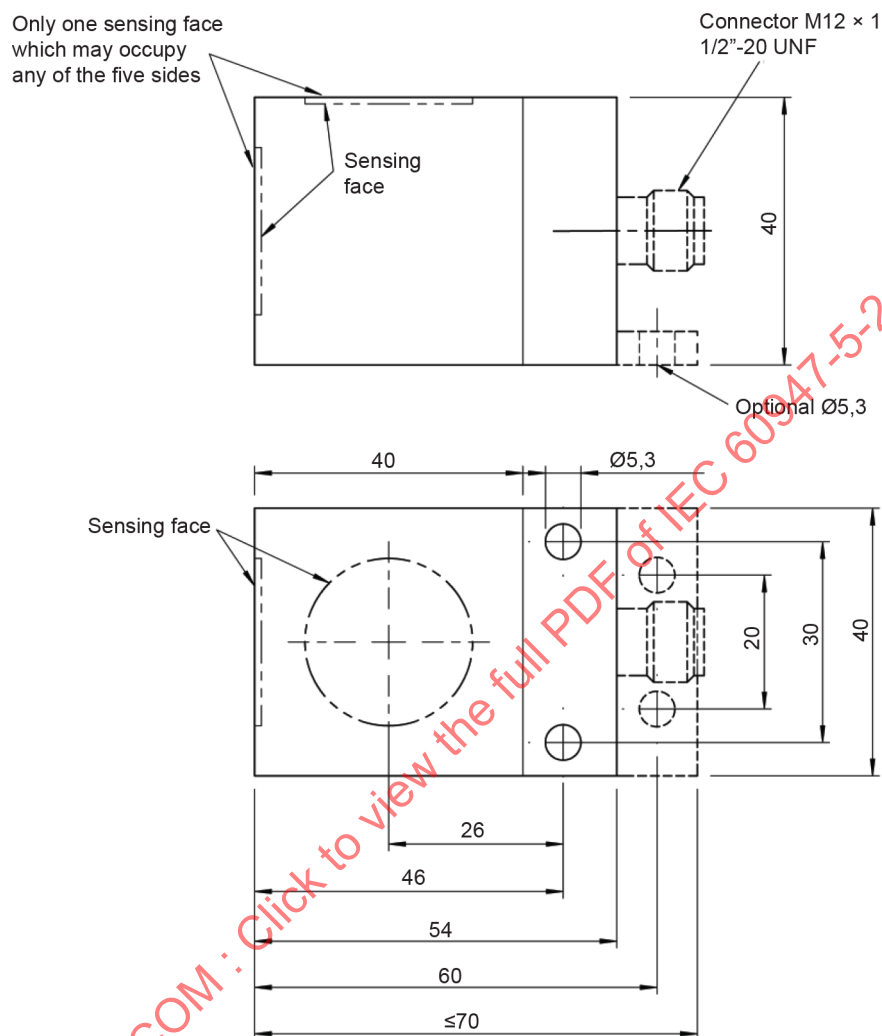


Figure A.8 – Dimensions of Types I2C40 and I1C40 (in millimetres)

A.2.1.3 (IC) Types I2IMC and I1IMC

Type I2IMC is inductive, non-embeddable, when Type I1IMC is inductive embeddable, both 40 mm × 40 mm (cube). Overall and mounting dimensions shall be according to Figure A.9 (IMC). The rigid part of the connector assembly is not included in the dimensions.



IEC

Figure A.9 – Dimensions of Types I2IMC and I1IMC (IMC) 40 x 40 (cube) (in millimetres)

A.2.2 (IC) Rated operating distance

The rated operating distance shall be according to Table A.6 (IC). The rated operating distance is a conventional quantity, it does not take into account either manufacturing tolerances or variations due to external conditions such as voltage and temperature (see 3.3.1.1 and 8.2.1.3).

Table A.6 – (IC) – Rated operating distance

Type	Type I1 – Embeddable	Type I2 – Non-embeddable
	Rated operating Distance ^a s_n (s_n+)	Rated operating Distance ^a s_n (s_n+)
C26	10	-
C40 IMC	15 (20)	20 (35)

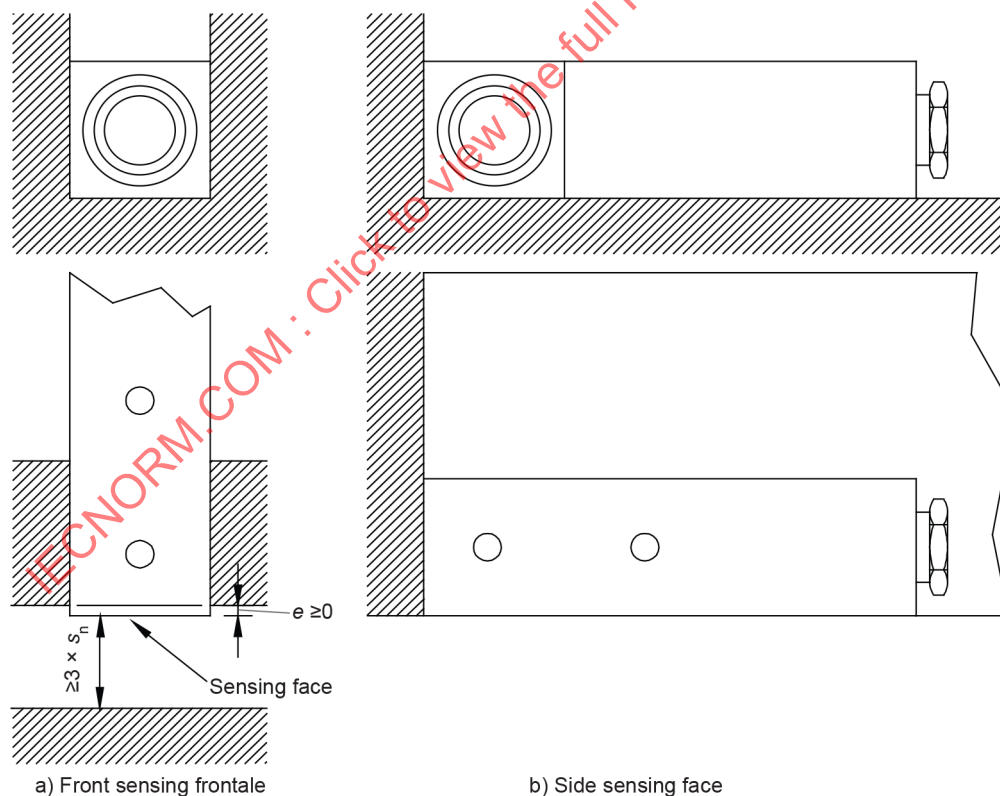
NOTE 1 All distances are expressed in millimetres.

NOTE 2 s_n+ stands for extended rated operating distance.

^a Other operating distances shall be stated by the manufacturer.

A.2.3 (IC) Installation (mounting)**A.2.3.1 (IC) Type I1C**

Type I1C proximity switch installed in damping material is shown in Figure A.10 (IC). Figure A.10 (IC) a) shows the proximity switch with front sensing face. Figure A.10 (IC) b) shows the proximity switch with side sensing face installed.

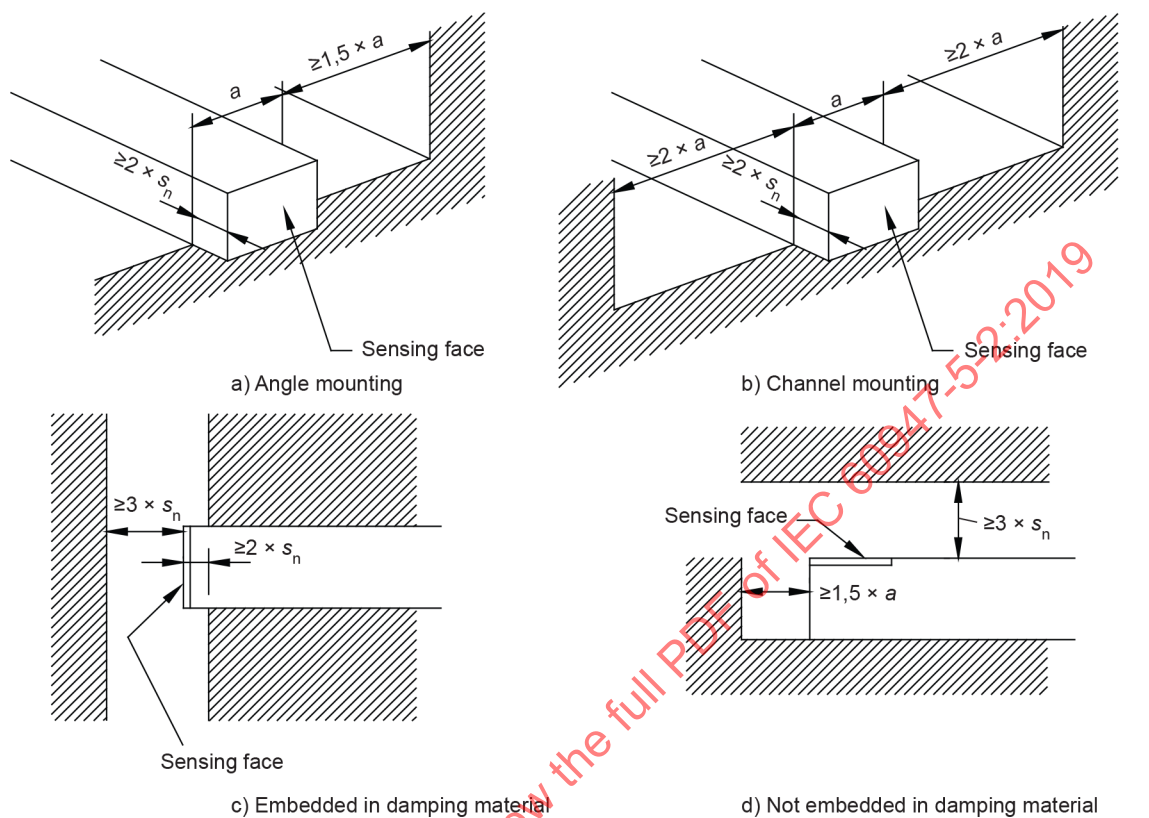


IEC

Figure A.10 – Installation of a I1C proximity switch in damping material

A.2.3.2 (IC) Type I2C

A.3.2 (IC) Type I2C proximity switch installed in damping material is shown in Figure A.11 (IC).



^a Other mounting conditions shall be stated by the manufacturer.

Figure A.11 – (IC) Installation of I2C in damping material ^a

A.2.4 (IC) Frequency of operating cycles (f)

(IC) proximity switches performance shall be in accordance with Table A.7.

**Table A.7 – (IC) – Frequency of operating cycles (f)
in operating cycles per second – Minimum requirements**

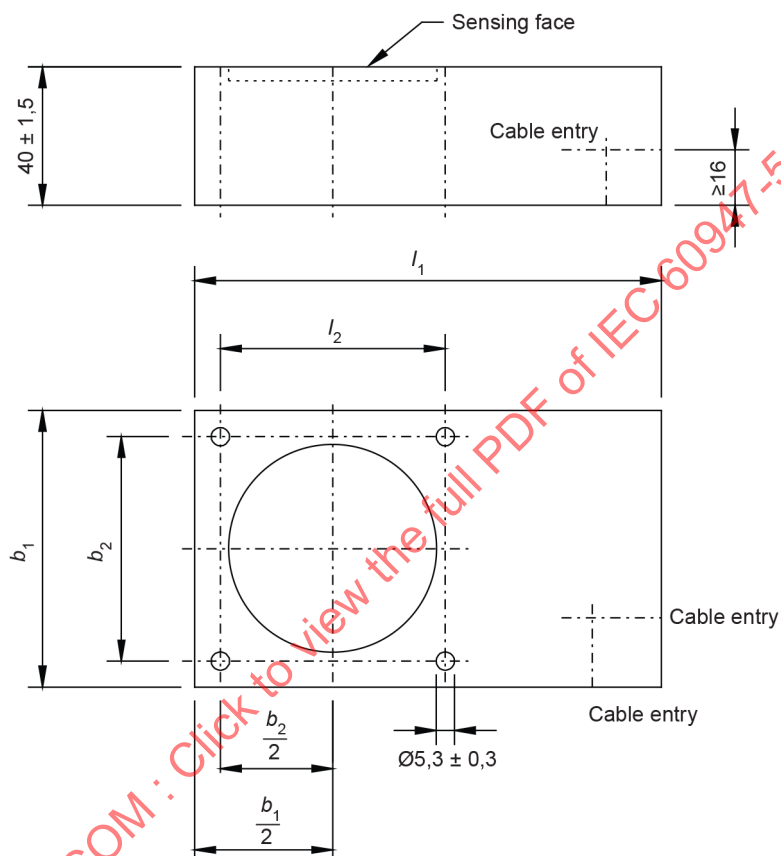
Form and size	Installation	Switching element function ^a : A or B		
		Type of output		
		P or N	D	F
C26	Type I1	40	40	5
C40, IMC	Type I1	50	50	
C40, IMC	Type I2	50	50	
NOTE Type C40, IMC: the frequency of operating cycles applies for s _n and s _n + types.				
^a Other frequencies of operating cycles shall be stated by the manufacturer.				

A.3 MODEL ID – INDUCTIVE RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH RECTANGULAR CROSS-SECTION

A.3.1 (ID) Dimensions

A.3.1.1 Type I2D

Type I2D non-embeddable proximity switches shall have overall and mounting dimensions according to Figure A.12 (ID) and Table A.8 (ID). Parts of the cable assembly are not included in the overall dimensions.



IEC

Figure A.12 – (ID) Dimensions

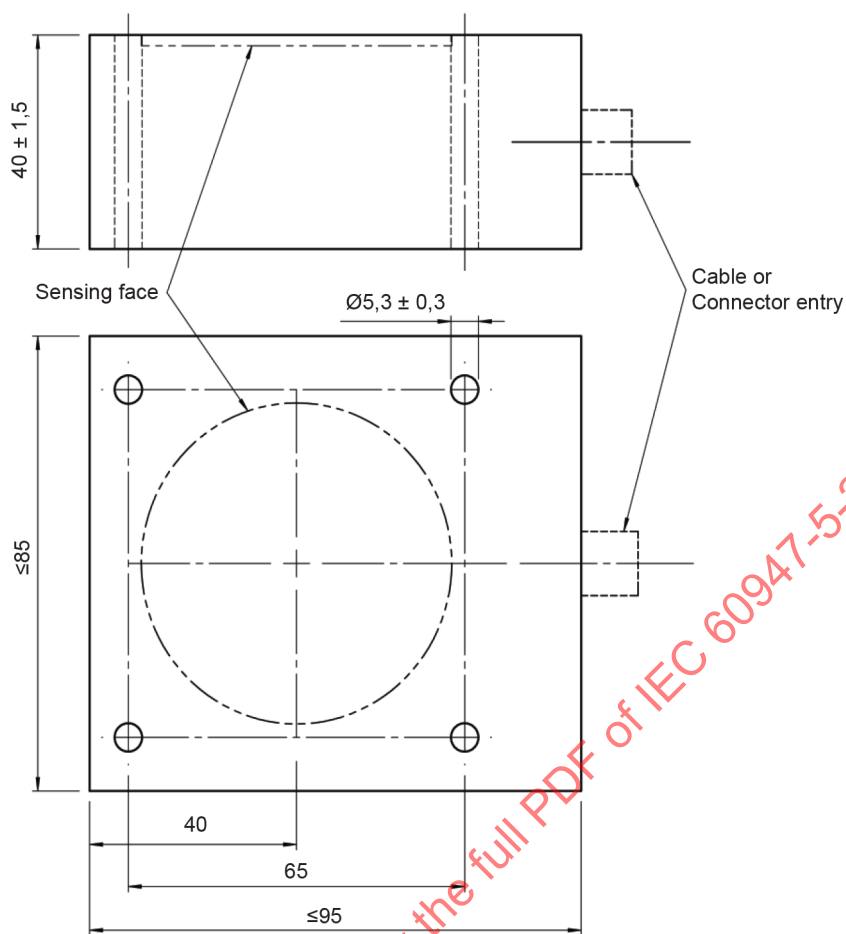
Table A.8 – (ID) – Dimensions

Type	l_1 maximum	$l_2 = b_2$	b_1 maximum
I2D60	120	45	60
I2D80	135	65	80

NOTE All dimensions are expressed in millimetres.

A.3.1.2 (ID) Type I1IDC

Type I1IDC embeddable proximity switch has overall and mounting dimensions according to Figure A.13 (IDC). Parts of the cable connector assembly are not included.

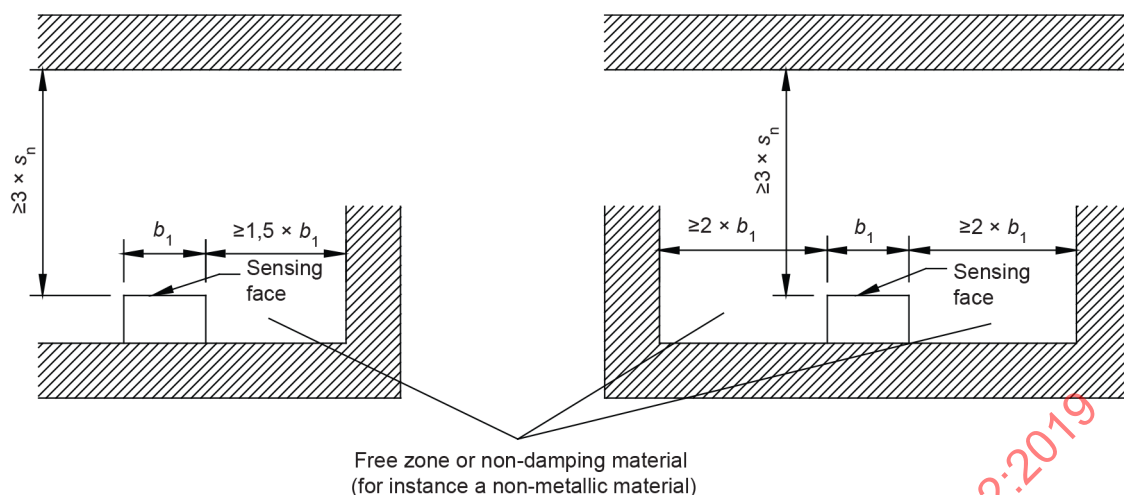


IEC

Figure A.13 – (IDC) Dimensions

A.3.2 (ID) Installation (mounting)

The installation of the I2D60 and I2D80 proximity switches in damping material is shown in Figure A.14 (ID). The installation of I1IDC shall be stated by the manufacturer.



IEC

Figure A.14 – (ID) Installation in damping material

A.3.3 (ID) Frequency of operating cycles (f)

(ID) proximity switches performance shall be in accordance with Table A.9.

Table A.9 – (ID) – Frequency of operating cycles (f) in operating cycles per second – Minimum requirements

Form and size	Installation	Switching element function ^a : A or B		
		Type of output (see Table 1)		
		P or N	D	F
D60	Type I2	25	15	5
D80	Type I2	10	10	
IDC	Type I1	10	10	
NOTE The frequencies of operating cycles apply for s _n and s _n + types.				
^a Other frequencies of operating cycles shall be stated by the manufacturer.				

A.4 MODEL IX (IN, IS, FLATPACK, CUBICAL INDUCTIVE RECTANGULAR AND CUBICAL PROXIMITY SWITCHES WITH SMALL SIZES)

A.4.1 (IX) Dimensions

(IN, IS) Inductive are non-embeddable and embeddable proximity switch. Overall and mounting dimensions shall be according to Figure A.15 (IN) and Figure A.16 (IS). Parts of the cable and connector assembly are not included in the dimensions.

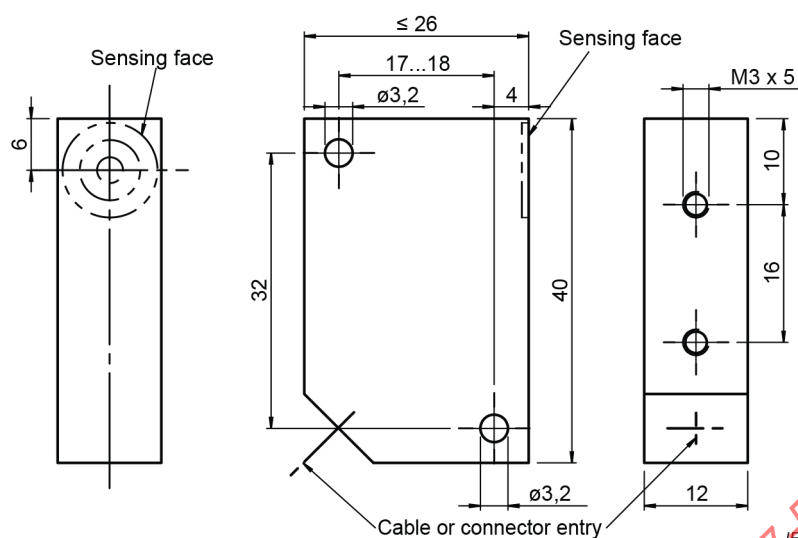


Figure A.15 – (IN) with cable or connector M8 entry

Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

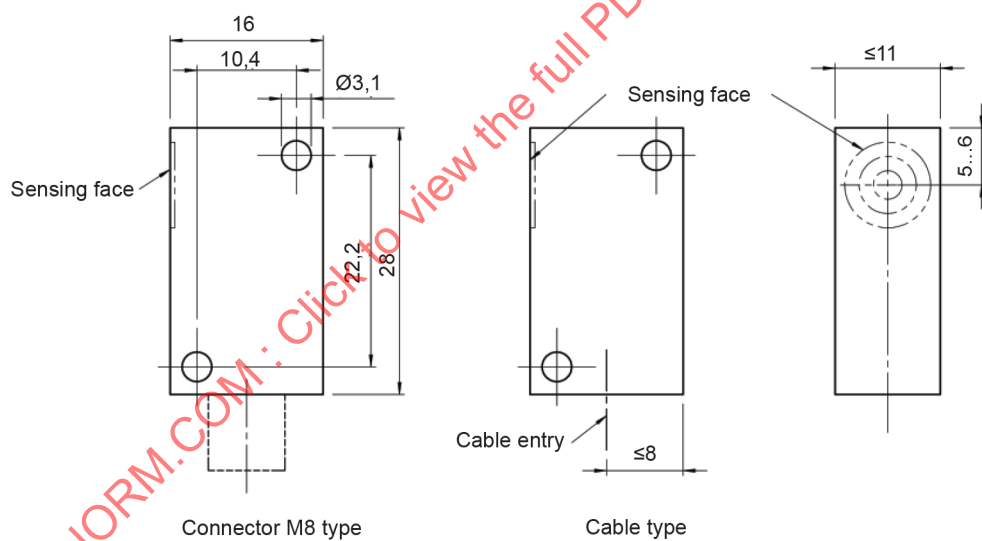
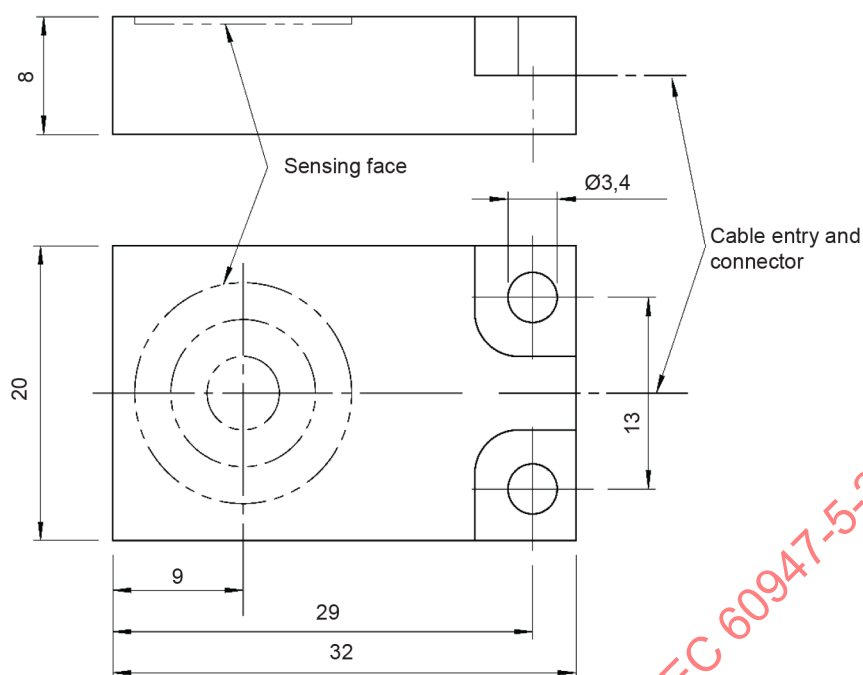


Figure A.16 – (IS) with cable or connector M8 entry

Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

A.4.2 (Flatpack) Dimensions

Flatpack are inductive non-embeddable proximity switches. The rigid part of the cable and the connector assembly is not included in the dimensions. Overall and mounting dimensions shall be according to Figure A.17 (Flatpack).



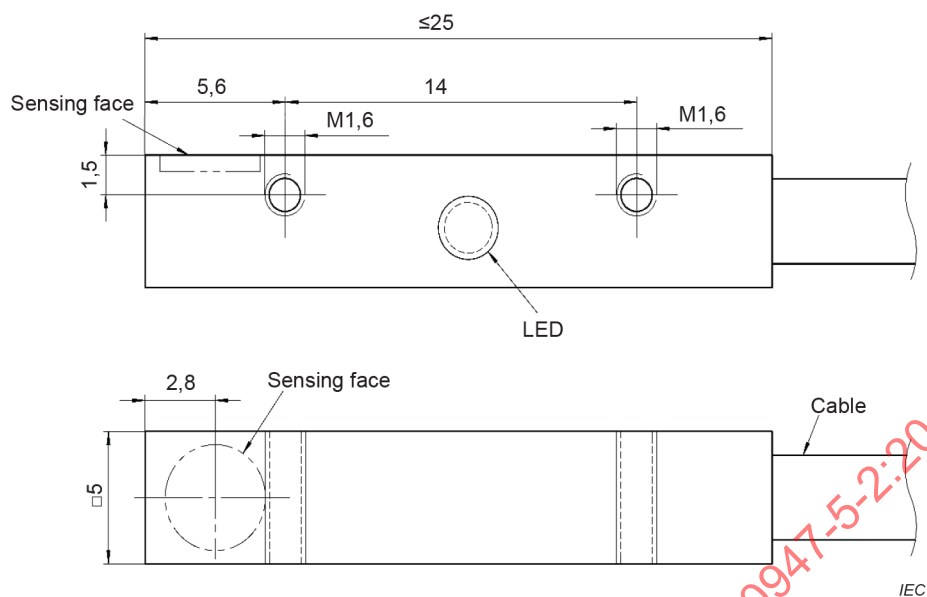
IEC

Figure A.17 – (Flatpack) with cable or connector M8 entry

Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

A.4.3 (Cubical) Dimensions

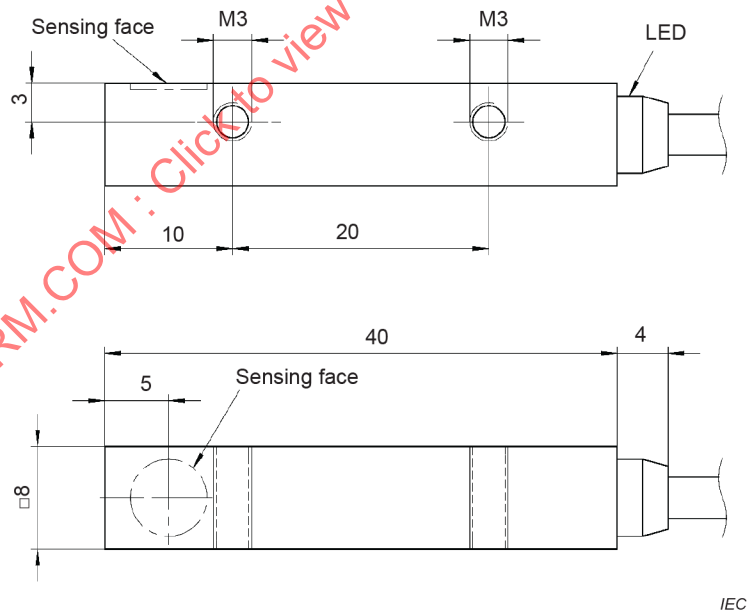
Cubicle are inductive non-embeddable and embeddable proximity switches with cable and connector assembly. Overall and mounting dimensions shall be according to Figure A.18 (5 mm x 5 mm), Figure A.19 (8 mm x 8 mm), and Figure A.20 (8 mm x 8 mm).

**Key**

LED light-emitting diode

Figure A.18 – (5 mm x 5 mm) Cubical with cable

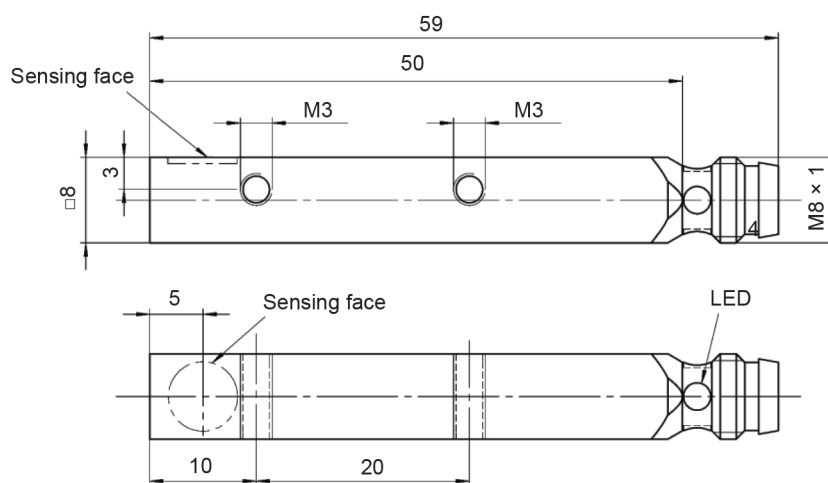
Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

**Key**

LED light-emitting diode

Figure A.19 – (8 mm x 8 mm) Cubical with cable

Other dimensions shall be stated by the manufacturer.



Key

LED light-emitting diode

Figure A.20 – (8 mm x 8 mm) Cubical with M8 connector

Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

A.4.4 (IX) Rated operating distance

The rated operating distance shall be according to Table A.10 (IX).

Table A.10 – (IX) – Rated operating distances IN, IS, flatpack, cubical

Form and size	Type I1 – Embeddable	Type I2 – Non-embeddable
	Rated operating distance ^a s_n (s_{n+})	Rated operating distance ^a s_n (s_{n+})
IN	2 (4)	4 (7)
IS	2 (3)	4 (6)
Flatpack	3 (6)	5 (8)
5 x 5	0,8 (1,5)	-
8 x 8	1,5 (2,0)	-

NOTE 1 All distances are expressed in millimetres.

NOTE 2 s_{n+} stands for extended rated operating distance.

^a Other rated operating distances shall be stated by the manufacturer.

A.4.5 (IX) Installation (mounting)

Type IN, IS, flatpack, cubical proximity switches installed in damping material according to Figure A.10, Figure A.11, Figure A.14 or according to the instructions of the manufacturer.

A.4.6 (IX) Frequency of operating cycles (f)

(IX) proximity switches performance shall be in accordance with Table A.11.

Table A.11 – (IX) – Frequency of operating cycles IN, IS, flatpack and cubical (*f*) in operating cycles per second

Form and size	Installation	Type of output ^a		
		P or N	D	F
IN	Type I1	400	200	5
IN	Type I2	200	100	
IS	Type I1	400	200	
IS	Type I2	200	100	
Flatpack	Type I2	200	100	
5 mm x 5 mm	Type I1	1 500	-	-
8 mm x 8 mm	Type I1	1 000	-	

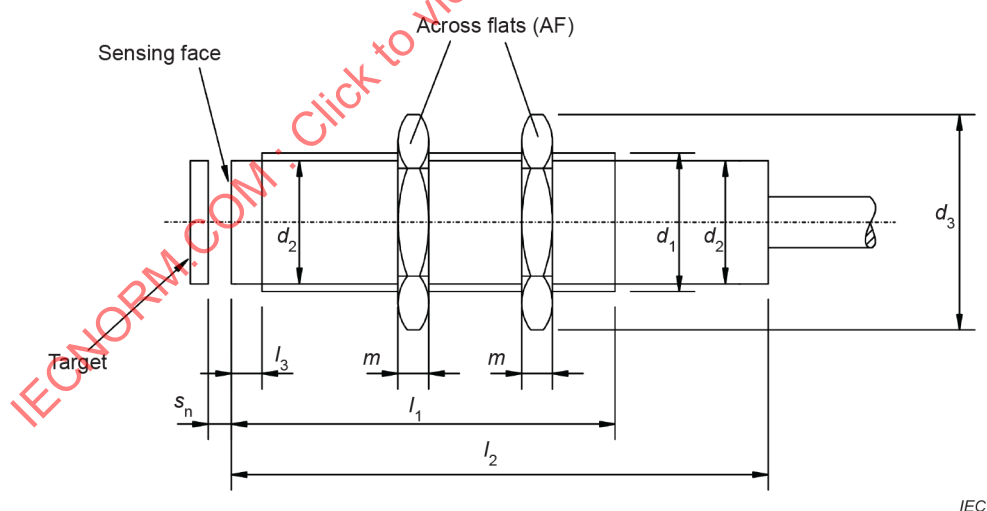
NOTE The frequencies of operating cycles apply for s_n and $s_n +$ types.

^a Other frequencies of operating cycles shall be stated by the manufacturer.

A.5 MODEL CA – CAPACITIVE CYLINDRICAL PROXIMITY SWITCHES WITH THREADED BARREL

A.5.1 (CA) Dimensions

The dimensions are thread sizes shown in Figure A.21 (CA) shall be according to Table A.12 (CA). Within the dimensional limits of d_1 and l_2 , all rigid parts of the connecting leads shall be included. The diameter of unthreaded portion d_2 shall not exceed the minor diameter of the thread. The thread can be omitted and the diameter reduced to d_2 on a length not exceeding $l_3 \leq 2 \times s_n$.



IEC

Figure A.21 – (CA) Dimensions

Table A.12 – (CA) – Dimensions

Sensing means: capacitive (C)	Dimensions				
Type	Body			Nuts	
	d_1 Thread size	l_1 minimum	l_2 maximum	AF	$m +0,15$
CA18	M18 × 1	50	100	24	4
CA30	M30 × 1,5	50	100	36	5

NOTE All dimensions are expressed in millimetres.

A.5.2 (CA) Rated operating distance (s_n)

The rated operating distance is adjusted by the manufacturer under mounting conditions stated in A.5.3.

The rated operating distance shall be set according to Table A.13 (CA). The rated operating distance is a conventional quantity, it does not take into account either manufacturing tolerances or variations due to external conditions such as voltage, temperature, humidity and mounting conditions.

Table A.13 – (CA) – Rated operating distances

Type	Rated operating distance
CA18	5
CA30	10

NOTE All distances are expressed in millimetres.

A.5.3 (CA) Installation (mounting)

(CA) proximity switches shall be installed accordingly to Figure A.22.

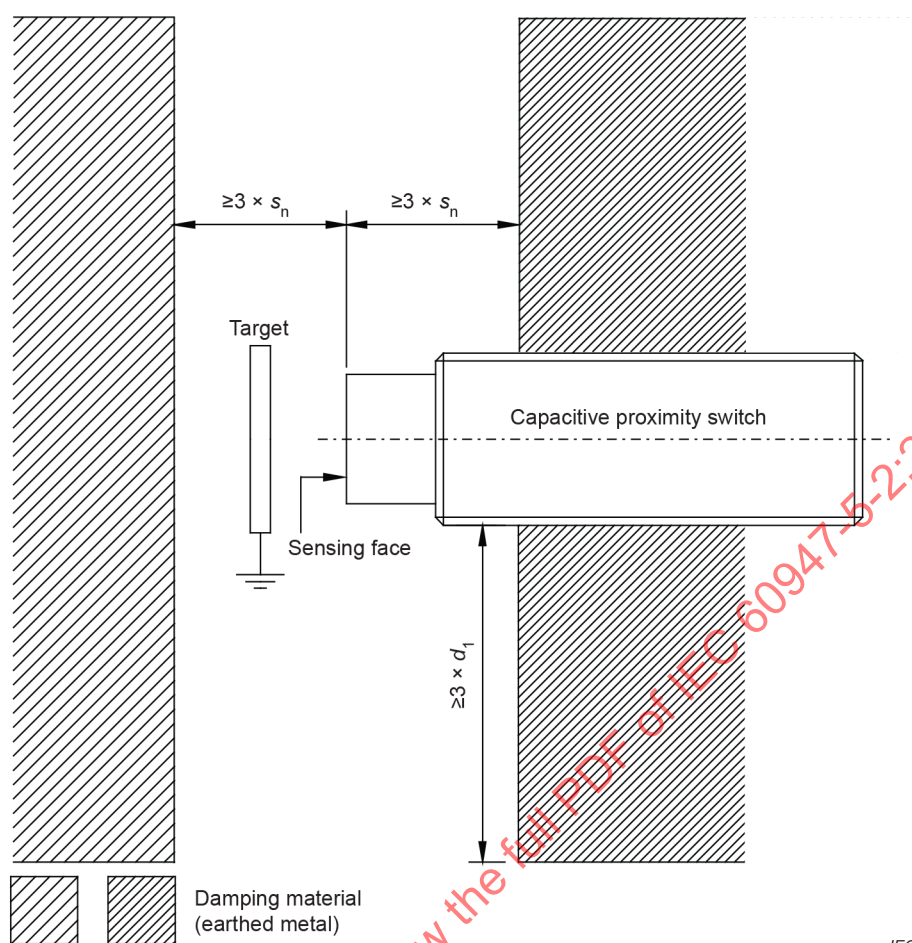


Figure A.22 – (CA) Installation (mounting)

A.5.4 (CA) Frequency of operating cycles (f)

Minimum requirements for Type A18 and Type A30 is 10 operating cycles per second.

A.6 MODEL CB – CAPACITIVE PROXIMITY SWITCHES WITH SMOOTH BARREL

NOTE Due to the wide range of applications the manufacturer developed over the years, many different designs, forms, sizes, dimensions and sensing ranges (fixed or adjustable) exists. Therefore, no further designs, dimensions and sensing ranges will be included in the document.

A.7 MODEL CC – CAPACITIVE RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH SQUARE CROSS-SECTION

A.7.1 (CC) Dimensions

Overall and mounting dimensions of Type C30 shall be according to Figure A.23 a) and Type C40 shall be according to Figure A.23 b). Apart from these dimensions, the design of the proximity switch is not restricted. The mounting dimensions are included within the dimensions of the housing, but the cable entry dimensions are not.

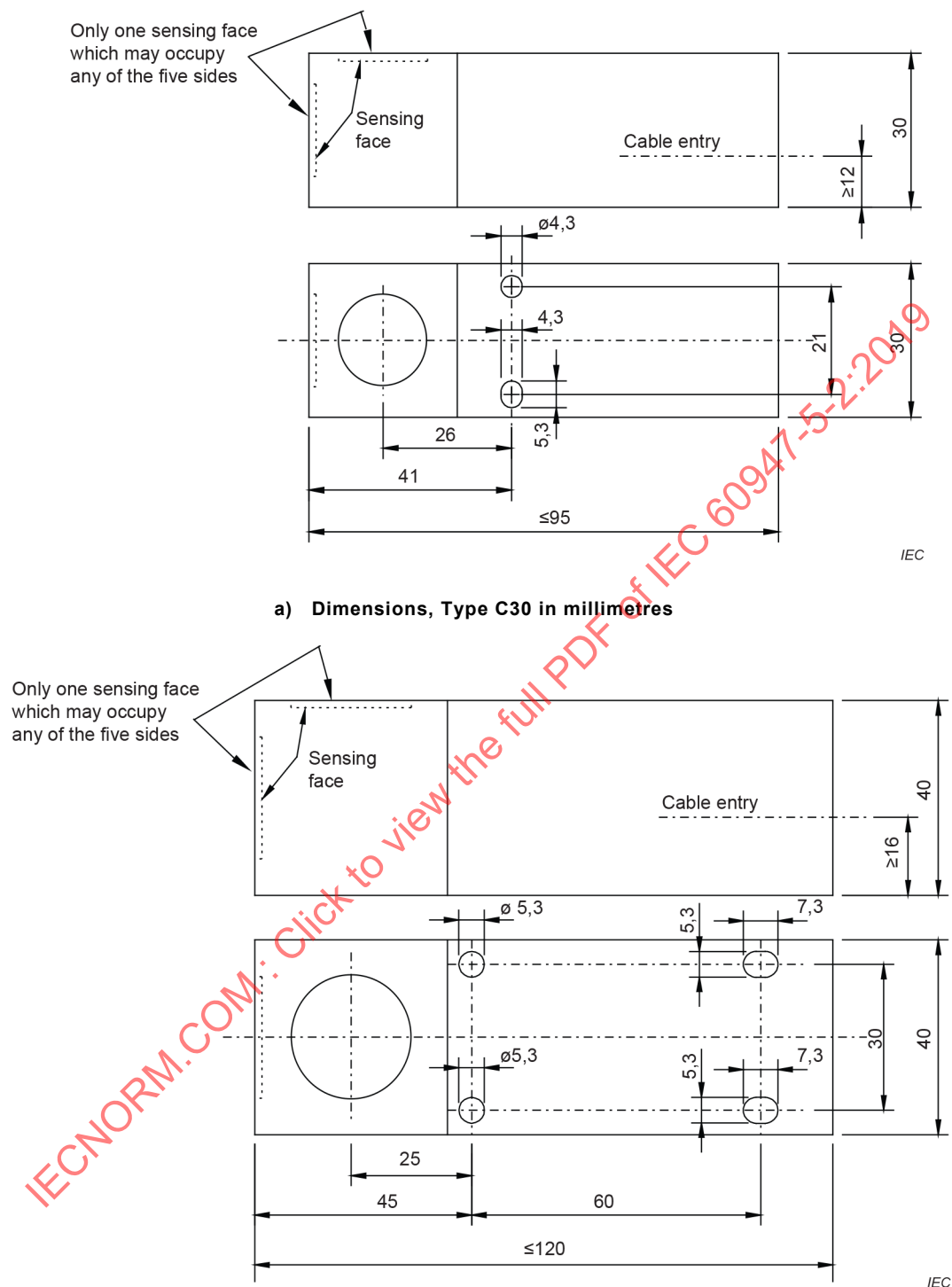


Figure A.23 – Model CC Dimensions

A.7.2 (CC) Rated operating distance (s_n)

The rated operating distance is adjusted by the manufacturer under mounting conditions stated in A.7.3.

The rated operating distance shall be according to Table A.14 – (CC). The rated operating distance is a conventional quantity, it does not take into account either manufacturing tolerances or variations due to external conditions such as installation (mounting), voltage, humidity and temperature.

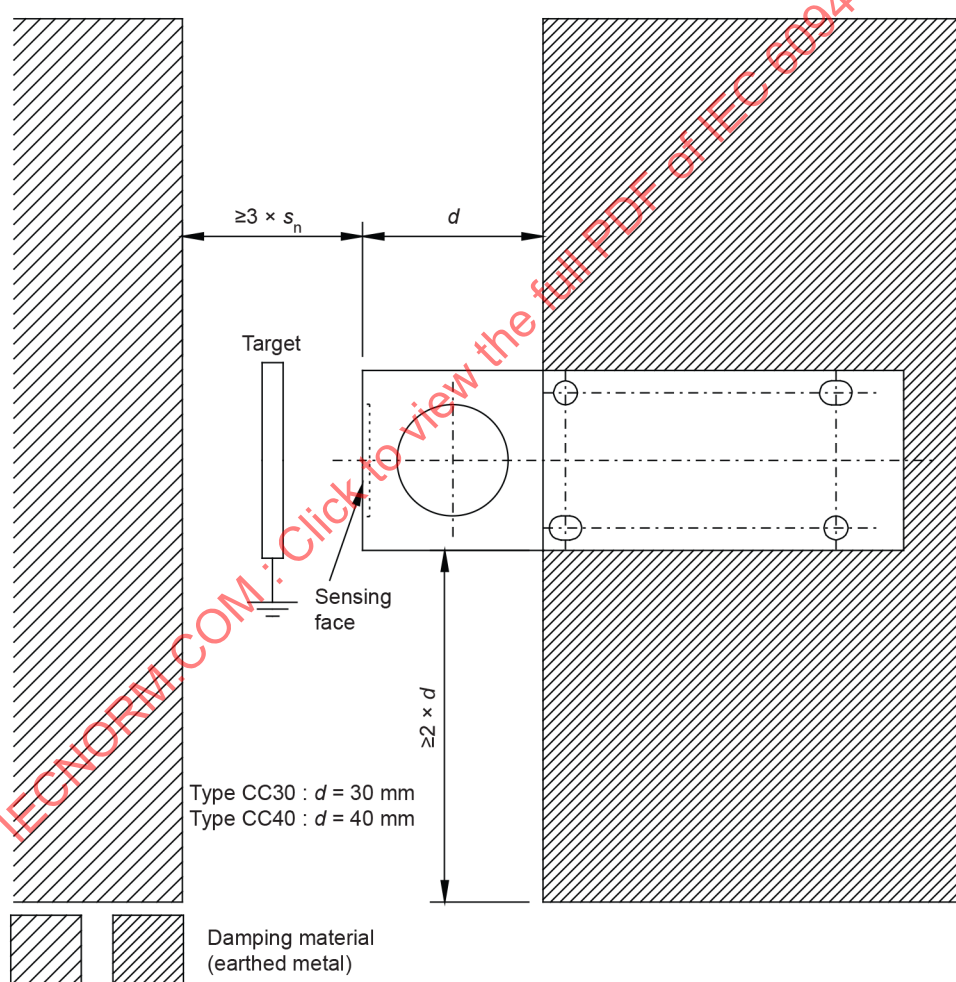
Table A.14 – (CC) – Rated operating distance

Type	Rated operating distance
CC30	10
CC40	15

NOTE All distances are expressed in millimetres.

A.7.3 (CC) Installation (mounting)

(CC) proximity switches shall be installed accordingly to Figure A.24.



IEC

Figure A.24 – (CC) Installation (mounting)

A.7.4 (CC) Frequency of operating cycles (f)

Minimum requirements for Type C30 and Type C40 is 10 operating cycles per second.

A.8 MODEL CD – CAPACITIVE RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH RECTANGULAR CROSS-SECTION

A.8.1 (CD) Dimensions

Type D80 proximity switches shall have overall and mounting dimensions according to Figure A.25 (CD). Parts of the cable assembly are not included in the overall dimensions.

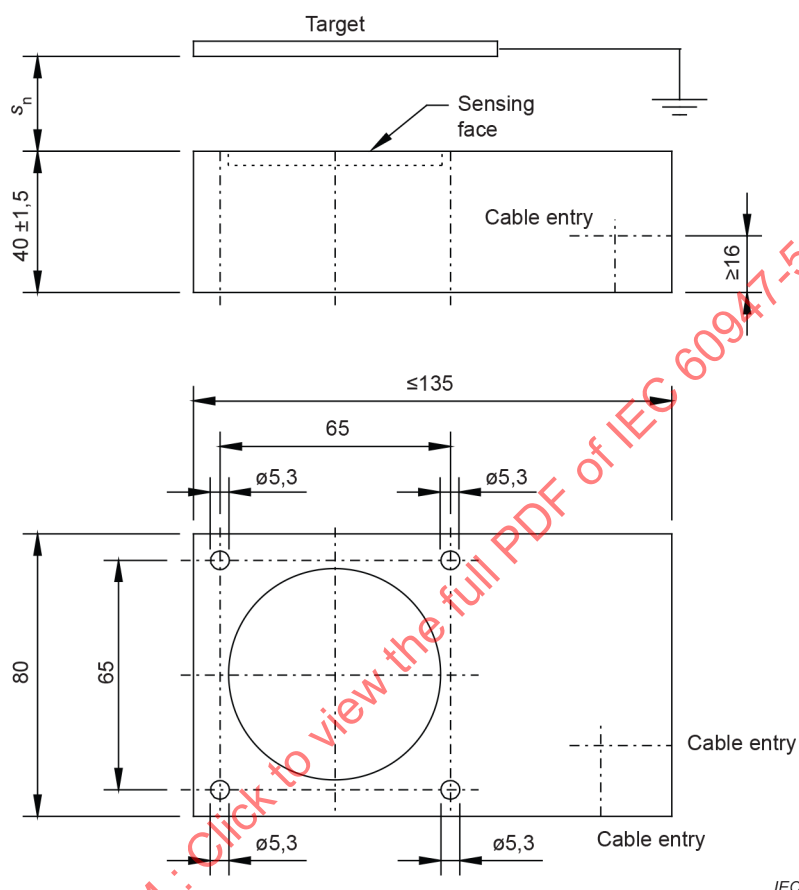


Figure A.25 – (CD) Dimensions in millimetres

A.8.2 (CD) Rated operating distance (s_n)

The rated operating distance is adjusted by the manufacturer under mounting conditions stated in A.8.3.

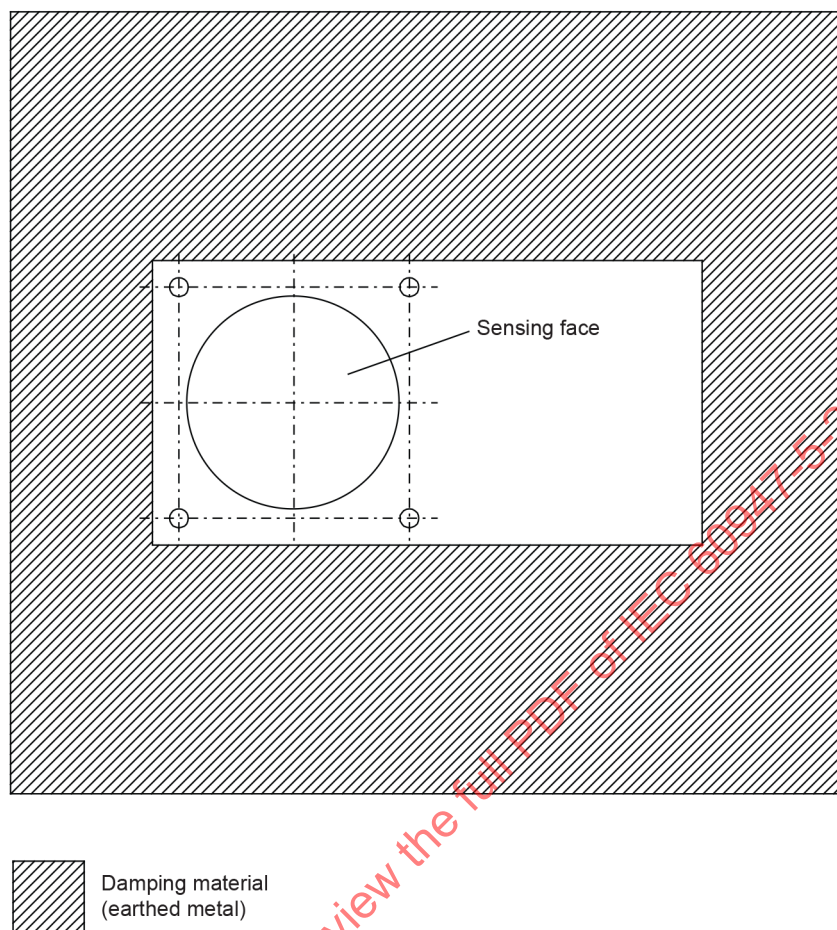
The rated operating distance shall be: $s_n = 40$ mm.

The rated operating distance is a conventional quantity, it does not take into account either manufacturing tolerances or variations due to external conditions such as installation (mounting), voltage, humidity and temperature.

A.8.3 (CD) Installation (mounting)

The proximity switch shall be mounted on damping material accordingly to Figure A.26. The dimensions of the damping material shall be at least three times the outside dimensions of the capacitive proximity switch.

Damping material in opposite of the sensing face shall not be closer than $3 \times s_n$.



IEC

Figure A.26 – (CD) Installation (mounting)

A.8.4 (CD) Frequency of operating cycles (f)

Minimum requirement is 10 operating cycles per second.

A.9 MODEL CX – CAPACITIVE PROXIMITY SWITCHES WITH OTHER FORMS, DIMENSIONS AND SMALL SIZES

NOTE Due to the wide range of applications the manufacturer developed over the years, many different designs, forms, sizes, dimensions and sensing ranges (fixed or adjustable) exists. Therefore, no further designs, dimensions and sensing ranges will be included in the document.

A.10 MODEL UA – THREADED BARREL ULTRASONIC CYLINDRICAL PROXIMITY SWITCHES

A.10.1 (UA) Dimensions

The dimensions and thread size shown in Figure A.27 (UA) shall be according to Table A.15 (UA). Within the dimensional limits of d_1 and l_2 , all rigid parts of the connecting leads or connectors shall be included. The diameter d_2 may exceed the diameter of the thread according to extended sensing ranges. The diameter d_4 of the unthreaded part shall not exceed the minor diameter of the thread.

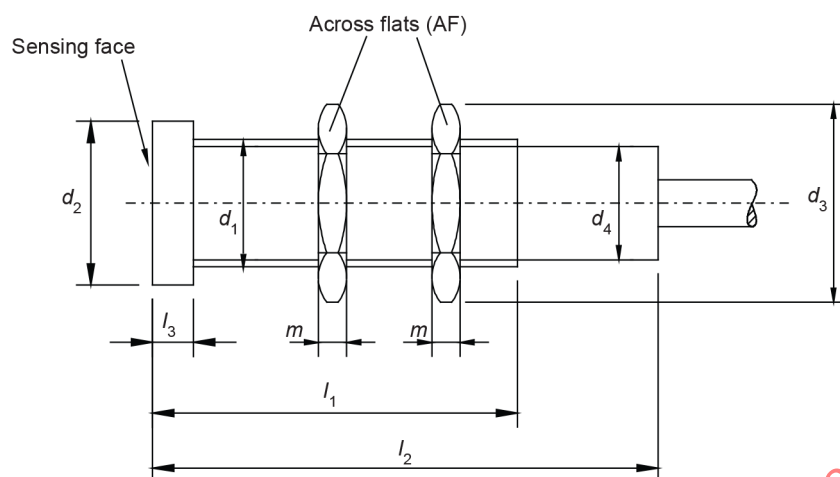


Figure A.27 – (UA) Dimensions

Table A.15 – (UA) – Dimensions

Dimensions ^b						
Body					Nuts	
d_1 thread size	d_2	l_1 minimum	l_2 maximum	l_3 maximum	AF	$m + 0,15$
M8x1	M8	24	70	0	13	4
M12x1	M12	24	80	0	17	4
M18x1	M18	30	100	0	24	4
M30x1,5	M30	50	150	0	36	5
M30x1,5 ^a	70 maximum	50	150	35	36	5

NOTE All dimensions are expressed in millimetres.

^a Minimum thread length = l_1 .

^b Other dimensions shall be stated by the manufacturer.

A.10.2 (UA) Sensing range

The sensing range shall be stated by the manufacturer.

Target sizes, see Table 11.

A.10.3 (UA) Installation (mounting)

According to the instructions of the manufacturer.

A.10.4 (UA) Frequency of operating cycles (f)

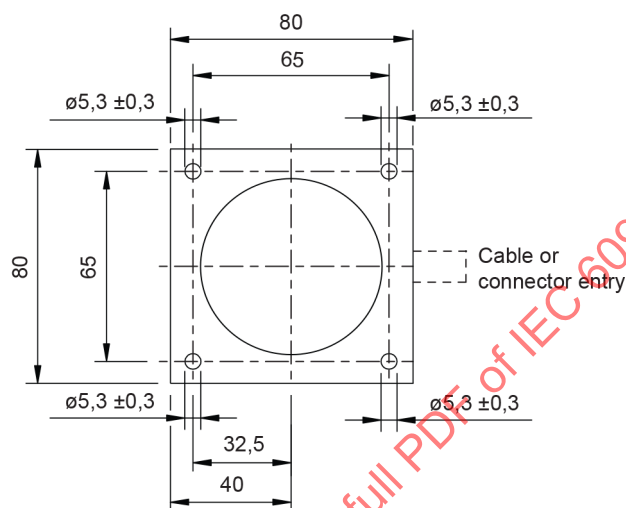
Shall be stated by the manufacturer either in operating cycles per second or in operating cycles per minute.

A.11 MODEL UD – ULTRASONIC RECTANGULAR PROXIMITY SWITCHES WITH RECTANGULAR CROSS-SECTION

A.11.1 (UD) Dimensions

Type D80 ultrasonic proximity switches shall have overall and mounting dimensions according to Figure A.28 (UD). Parts of the cable assembly or connectors are not included in the overall dimensions. The overall height shall be less than or equal to 50 mm.

Other dimensions shall be stated by the manufacturer.



IEC

NOTE All dimensions are expressed in millimetres.

Figure A.28 – (UD) Dimensions of Type D80

A.11.2 (UD) Sensing range

The sensing range shall be as stated by the manufacturer. For target size, see Table 11.

A.11.3 (UD) Installation (mounting)

According to the instructions of the manufacturer.

A.11.4 (UD) Frequency of operating cycles (f)

Shall be stated by the manufacturer either in operating cycles per second or in operating cycles per minute.

Annex B (normative)

Class II proximity switches insulated by encapsulation – Requirements and tests

B.1 General

This annex specifies constructional requirements and tests for class II proximity switches or parts of devices in which insulation of class II, according to IEC 61140, is achieved by encapsulation.

All parts which are not encapsulated shall follow the requirements specified for double insulation concerning clearances and creepage distances.

B.2 Terms and definitions

The following terms and definitions apply to this annex.

B.2.1 encapsulation

process by which all components, conductors and ends of integral cables are encased in an insulating compound by suitable means such as embedding or potting

B.2.1.1 embedding

process of completely encasing electrical device(s) by pouring a compound over it (them) in a mould, and removing the encased device(s) from the mould after solidification of the compound

B.2.1.2 potting

embedding process in which the mould remains attached to the encased electrical device(s)

B.2.2 compound

any thermosetting, thermoplastic, catalytically cured and elastomeric materials with or without fillers and/or additives

[SOURCE: IEC 60050-426:2008, 426-12-02, modified – “epoxy resin” and “in its solid state” deleted, “catalytically cured” inserted]

B.6 Marking

Proximity switches according to this annex shall be marked with the following symbol:



This symbol is IEC 60417-5172 (2003-02).

B.8 Constructional and functional requirements

B.8.1 Choice of compound

The compound shall be chosen so that the encapsulated proximity switches comply with the tests in B.9.

B.8.2 Adhesion of the compound

The adhesion of the compound shall be sufficient to prevent the ingress of moisture between the compound and all encapsulated parts and to prevent movement of the encapsulated portion of the cable if any as shown in the example in Figure B.1.

Compliance shall be verified by the tests of B.9.1.2.6 and B.9.1.2.3.

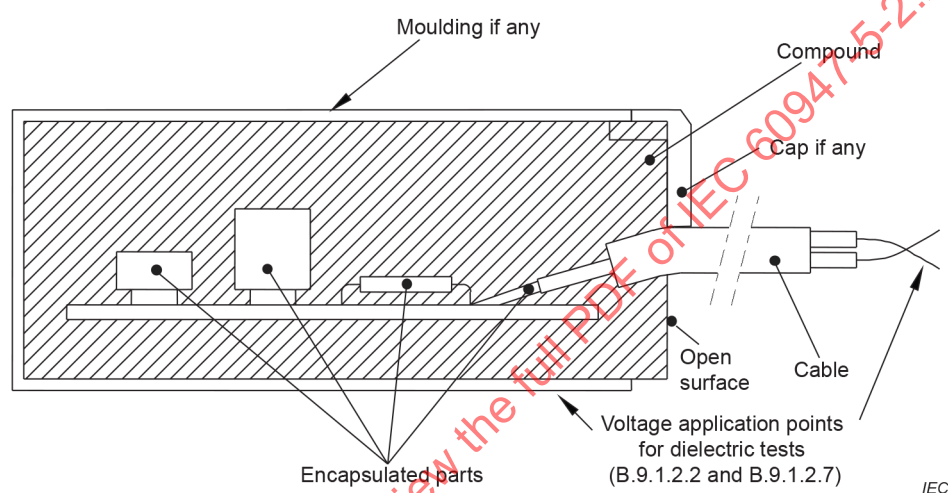


Figure B.1 – Encapsulated device

B.8.3 Dielectric properties

Subclause 8.2.3 applies with the following changes:

When U_{imp} is declared by the manufacturer, the test voltage shall be selected according to the next higher category of the maximum rated operational voltage in the first column of Table H.1 of IEC 60947-1:2007 for the stated overvoltage category.

When U_{imp} is not declared by the manufacturer, the test voltage shall be the voltage stated in Table 12 of this document plus 1 000 V.

B.9 Tests

B.9.1 Kind of tests

B.9.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1:2007 applies.

B.9.1.2 Type tests

B.9.1.2.1 General

The following sequence of six tests shall be applied to each of three samples in the specified order.

B.9.1.2.2 Dielectric tests in new conditions

Subclause 8.3.3.4 of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 applies with the exception that the values of voltage shall be applied between the stripped joined ends of the cable or the shorted terminals and any point of the surface (or metallic foil on the surface) of the encapsulated device (see Figure B.1).

No breakdown of the insulation shall occur.

B.9.1.2.3 Cable tests (if applicable)

Proximity switches provided with integrally connected cables shall comply with requirements of Annex C.

B.9.1.2.4 Change of temperature test

Test Na shall be performed in accordance with IEC 60068-2-14 with the following values:

- T_A and T_B are the minimum and the maximum temperatures stated in 6.1.1 of IEC 60947-1:2007 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014;
- transition time t_2 : 2 min to 3 min;
- number of cycles: 5;
- exposure time t_1 : 3 h.

After the test, no visible damage shall be observed. Small cracks of the moulding compounds, if any (see Figure B.1) are acceptable after tests B.9.1.2.4, B.9.1.2.5 and B.9.1.2.6. They shall not impair the results of the final test of B.9.1.2.7.

B.9.1.2.5 Impact test

The test is performed as follows (see Figure B.2).

The sample is placed on a rigid support.

Three impacts of 0,5 J shall be applied near the centre of the largest surface or the longest axis (for cylindrical shape) of the encapsulated device.

The impacts are obtained by dropping a steel ball 0,25 kg from a height of 0,20 m.

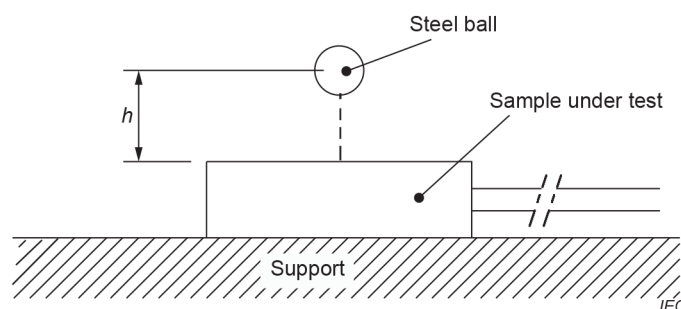


Figure B.2 – Test device

The support is considered sufficiently rigid if its displacement under the impact energy is less than 0,1 mm.

After the test, no visible damage shall be observed. Small cracks of the moulding compounds, if any (see Figure B.1) are acceptable after tests B.9.1.2.4, B.9.1.2.5 and B.9.1.2.6. They shall not impair the results of the final test of B.9.1.2.7.

B.9.1.2.6 Damp heat, cyclic test

The test Db shall be performed in accordance with IEC 60068-2-30 with the following values:

- upper temperature: 55 °C;
- number of cycles: 6.

The test report shall state which variant is applied: variant 1 or variant 2.

After the test, no visible damage shall be observed. Small cracks of the moulding compounds, if any (see Figure B.1) are acceptable after tests B.9.1.2.4, B.9.1.2.5 and B.9.1.2.6. They shall not impair the results of the final test of B.9.1.2.7.

B.9.1.2.7 Dielectric test after stresses

Following test B.9.1.2.6, the dielectric properties shall be checked by respecting tests specified in 9.3.3.4.2 and 9.3.3.4.3 with the test voltage being applied for 1 min.

The results to be obtained shall be as stated in 9.3.3.4.4 with the addition that the leakage current shall not exceed 2 mA at 1,1 U_i .

B.9.1.3 Routine tests

Subclause 9.1.3 applies but the dielectric test is mandatory.

Annex C (normative)

Additional requirements for proximity switches with integrally connected cables

C.1 General

This annex gives additional requirements applying proximity switches with integrally connected cables for electrical connection to other equipment and/or to the power source.

The cable integrally connected to such proximity switches is not considered replaceable by the user. This annex states the constructional and performance requirements for the cable, the cable anchorage and the cable entrance seal.

C.2 Terms and definitions

The following terms and definitions apply to this annex:

C.2.1

cable connected proximity switch

proximity switch having integrally connected leads for electrical connection to other equipment and/or to the power source

C.2.2

cable entrance sealing means

sealing means between cable and device enclosure providing the required protection from cable abrasion and which may provide required sealing of enclosure and cable anchorage

C.2.3

cable anchorage

means to relieve mechanical stress from the cable termination so as to prevent damage to the electrical connection between the device and the cable

C.8 Constructional and performance requirements

C.8.1 Constructional requirements

C.8.1.1 Cable material

The proximity switch shall be provided with flexible cable of appropriate voltage, current and temperature rating and environmental condition.

NOTE The length of cable provided can be specified in the relevant product standard.

C.8.1.2 Cable anchorage

The cable anchorage shall be such that a force being applied to the cable is not transmitted to electrical connections integral to the device.

Movement of the cable in to or out of the proximity switch shall not cause damage to the cable connection or internal parts of the device.

C.8.1.3 Cable entrance sealing means

A sealing means shall be provided at the cable entrance to the proximity switch suitable for the degree of protection specified for the proximity switch (see Annex C of IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014).

NOTE The sealing means can be inherent in the device encapsulation.

C.8.2 Performance requirements

The cable and the cable entrance sealing means shall be capable of withstanding the tests given in Clause C.9.

C.9 Tests

C.9.1 Type tests

C.9.1.1 General

The purpose of these tests is to ensure integrity of the cable anchorage during transit handling and installation. Once installed, the proximity switch and cable should be fixed relative to each other.

The following sequence of four tests shall be performed on a representative sample in the specified order.

C.9.1.2 Pull test

The cable shall be subjected to a steady pull along the axis of the cable entry, applied to the insulating jacket of the cable for a duration of 1 min. The pull force shall be the corresponding minimum value of Table C.3. Typical material characteristics are given in Table C.1. Table C.2 gives some examples of usual cross-section and outside diameter values.

Table C.1 – Material characteristics

Material	Performance	Value
Copper (soft / unalloyed)	Tensile strength	200 N/mm ² to 250 N/mm ² (MPa)
	Yield strength	40 N/mm ² to 80 N/mm ²
	Elongation at break	> 40 %
Copper (at cold deformation)	Tensile strength	minimum 350 N/mm ²
	Yield strength	minimum 320 N/mm ²
	Elongation at break	< 5 %
Pure copper (electrolytic 99,9 %)	Tensile strength	220 N/mm ²
Copper (industrial)	Tensile strength (1 % elongation)	120 N/mm ² to 180 N/mm ²
ETP1 Copper (usual in cable)	Tensile strength	240 N/mm ²
Aluminium	Tensile strength	45 N/mm ²
Commercial steel	Tensile strength	880 N/mm ²

According to Table C.1 the strain relief tests are based on the industrial copper requirements by acceptable elongation of 1 % and a tensile strength of 100 N/mm².

Table C.2 – Examples of standard cable types

No. of terminals	Cross-section (mm²)	Outside diameter (mm)
2	0,09	1,9
3	0,09	2,2
2	0,09	2,2
4	0,08	2,6
3	0,14	2,9
3	0,25	3,7
2	0,25	3,7
3	0,25	4,5

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019

Table C.3 – Tensile forces

No. of terminal	Single cross-section (mm ²)	Total cross-section (mm ²)	Limit value Cu (N/mm ²)	Tensile force calculated (N)	Tensile force minimum value (N)
2	0,08	0,16	100	16 ^a	16 ^a
3		0,24		24 ^a	24 ^a
4		0,32		32 ^a	32 ^a
2	0,14	0,28	100	28	28
3		0,42		42	42
4		0,56		56	56
12		1,68		168	90 ^b /160 ^c
2	0,18	0,36	100	36	36
3		0,54		54	54
4		0,72		72	72
8		1,44		144	90 ^b /144
2	0,20	0,40	100	40	40
3		0,60		60	60
4		0,80		80	80
3	0,25	0,75	100	75	75
4		1,00		100	90 ^b /100
5		1,25		125	90 ^b /125
7		1,75		175	90 ^b /160 ^c
8		2,00		200	90 ^b /160 ^c
3	0,34	1,02	100	102	90 ^b /102
4		1,36		136	90 ^b /136
5		1,70		170	90 ^b /160 ^c
8		2,72		272	90 ^b /160 ^c
2	0,50	1,00	100	100	90 ^b /100
3		1,50		150	90 ^b /150
4		2,00		200	90 ^b /160 ^c
5		2,50		250	90 ^b /160 ^c

NOTE 1 These values are valid for industrial environment.

NOTE 2 A shield is considered as an additional terminal with similar single cross-section in the calculation according to this table in case it is fixed with the enclosures and possesses strain relief properties.

^a The smaller values for single cross-section of 0,08 mm² are only applicable for devices with safety extra low voltage (SELV). For other voltage ranges the tensile forces according to IEC 60947-1 have to be considered.

^b Only for devices with safety extra low voltage (SELV).

^c Tensile force limitation for table value upper limit: $F = 160 \text{ N}$.

C.9.1.3 Torque test

The cable shall be subjected to a torque of 0,1 Nm or limited to the value giving an angle of torque of 360°. The torque shall be applied to the cable, clockwise for 1 min and then counter-clockwise for 1 min, at a distance of 100 mm from the proximity switch entrance.

C.9.1.4 Push test

The push force shall be applied along the axis of the cable as close as possible to the cable entrance.

The force is increased slowly to 20 N. The force shall be applied for 1 min for each time and with a 1 min pause between applications. A minimum of three applications shall be made on the same unit.

After the tests, no visible damage of the cable entrance sealing means and no displacement of the cable shall be observed.

C.9.1.5 Bend test

The cable shall be loaded and bent in the following manner:

- a) Suspend a 3 kg mass by attaching it to the cable 1 m from the cable entrance and with the axis of the cable entrance vertical. For cables with small cross-sections, the test is carried out with the reduced forces according to Table C.3 in case they are less than 29,4 N.
- b) Tilt the proximity switch 90° to cause a 90° bend in the cable, maintaining that position for 1 min.
- c) Tilt the proximity switch 90° in the opposite direction relative to vertical so as to cause an opposite 90° bend in the cable, maintaining the position for a duration of 1 min.

C.9.2 Results to be obtained

There shall be no damage to the cable, cable sealing means, cable entrance or electrical connecting means of the proximity switch. This will be verified by visual examination and verification of compliance with the stated IP designation.

Annex D (normative)

Integral connectors for plug-in proximity switches

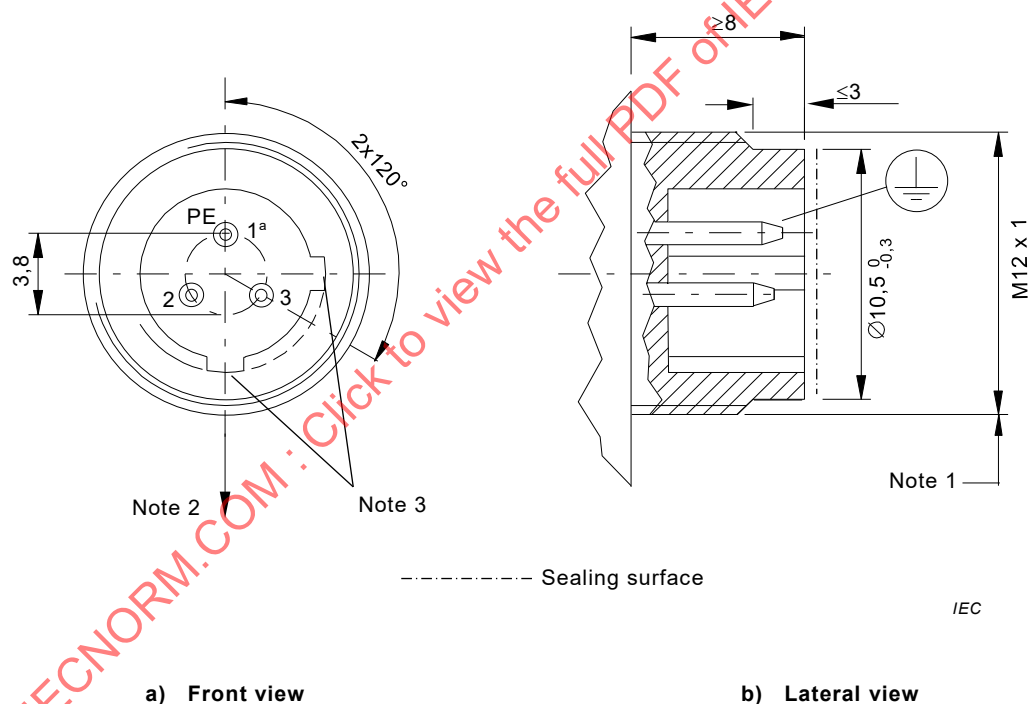
M12, M8 or M5 integral connectors used for plug-in proximity switches shall be in accordance with relevant parts of the IEC 61076-2 (all parts). They shall provide a minimum protection rating of IP65 when correctly coupled with their mating connector.

The protective earth pin (PE) shall be omitted for class II proximity switches.

The pin identification numbering is not necessary.

Figure D.1a), Figure D.1b) Figure D.2a), Figure D.2b), Figure D.3a), Figure D.3b), Figure D.4a), Figure D.4b), Figure D.5a), Figure D.5b), Figure D.6a), Figure D.6b), Figure D.7a), Figure D.7b), Figure D.8a), Figure D.8b) and Figure D.8c) show examples of these connectors.

NOTE In Figures D.1 to D.8, numbers 1 to n indicate the connector pin numbers.



NOTE 1 For a provisional period the use of 1/2" UNF can be an alternative to M12 on AC proximity switches.

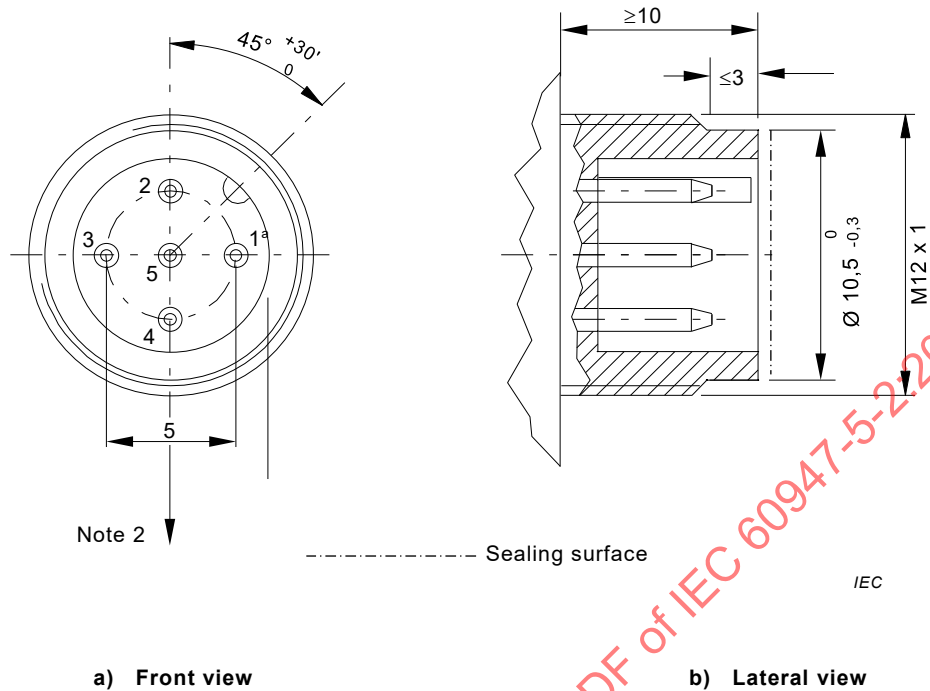
NOTE 2 Direction of cable entry relative to the mating face, using an angled cable socket.

NOTE 3 Figure D.1a) shows a pin front view 3 way C-coding, according to IEC 61076-2-101.

NOTE 4 The central pin can be omitted when not necessary.

^a The contact marking shall be on the termination side of the connector insert as long as the size of the component allows the placement there.

Figure D.1 – M12 thread 3-pin integral connector for AC proximity switches



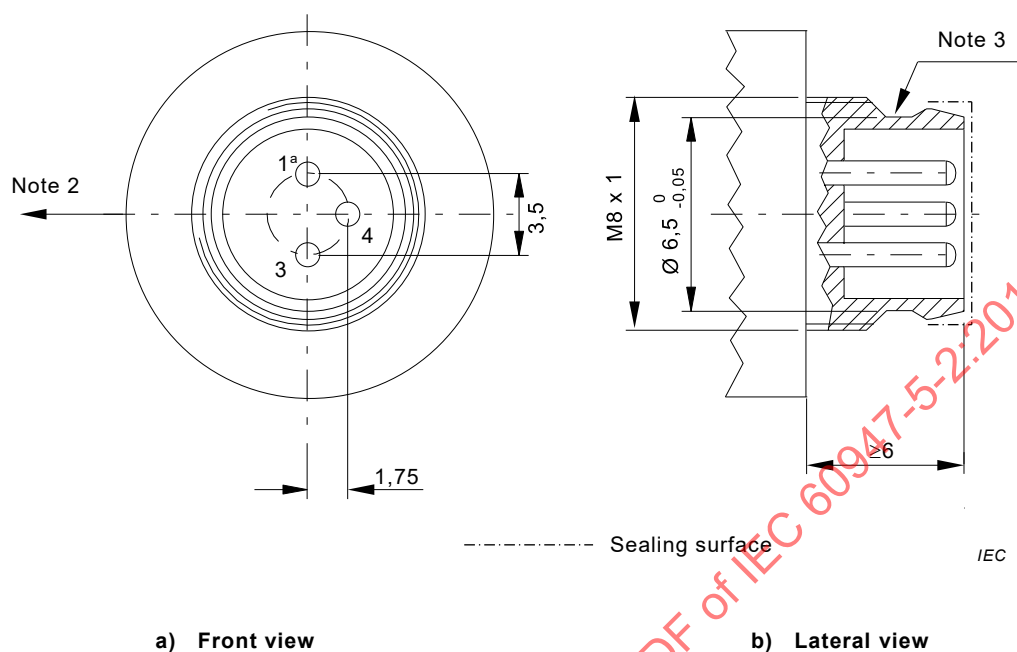
NOTE 1 Figure D.2a) shows a pin front view A-coding, according to IEC 61076-2-101.

NOTE 2 Direction of cable entry relative to the mating face, using an angled cable socket.

NOTE 3 The central pin can be omitted when not necessary.

^a The contact marking shall be on the termination side of the connector insert as long as the size of the component allows the placement there.

Figure D.2 – M12 thread 5-pin integral connector for DC proximity switches



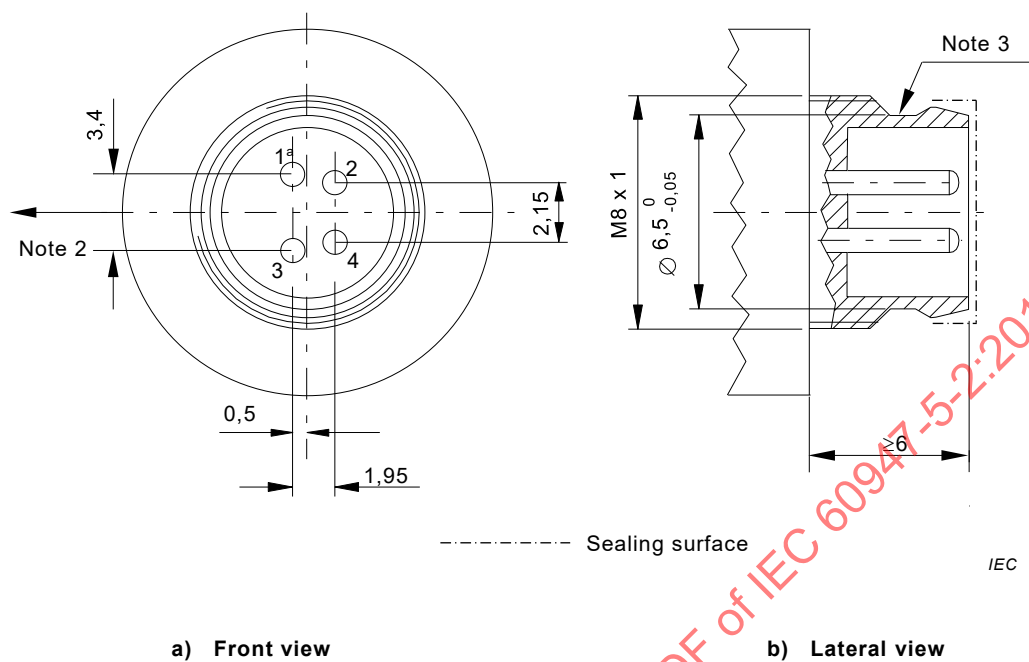
NOTE 1 Figure D.3a) shows a pin front view A-coding, according to IEC 61076-2-104.

NOTE 2 Direction of cable entry relative to the mating face, using an angled cable socket.

NOTE 3 Snap-locking-contour.

^a The contact marking shall be on the termination side of the connector insert as long as the size of the component allows the placement there.

Figure D.3 – 8 mm thread 3-pin integral connector for DC proximity switches



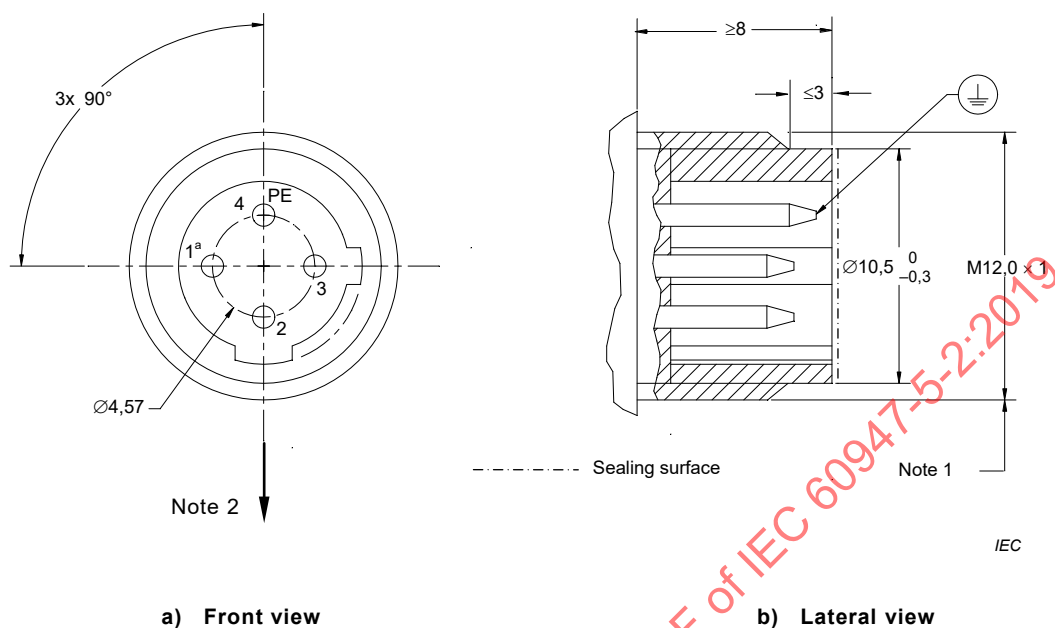
NOTE 1 Figure D.4a) shows a pin front view A-coding, according to IEC 61076-2-104.

NOTE 2 Direction of cable entry relative to the mating face, using an angled cable socket.

NOTE 3 Snap-locking-contour.

^a The contact marking shall be on the termination side of the connector insert as long as the size of the component allows the placement there.

Figure D.4 – 8 mm thread 4-pin integral connector for DC proximity switches



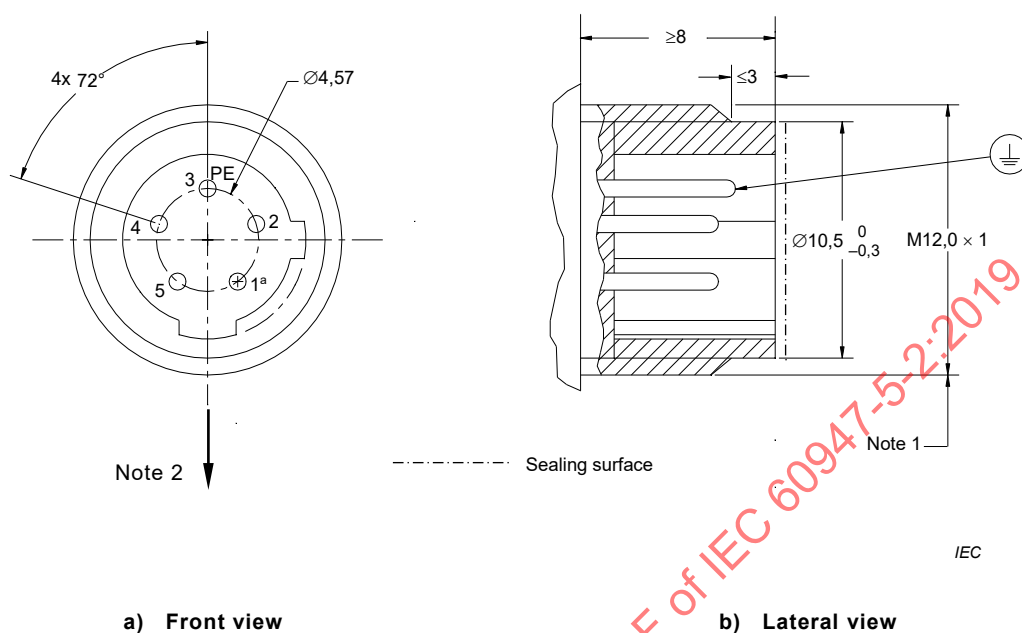
NOTE 1 For a provisional period, the use of 1/2"-20UNF-2A can be an alternative to M12 on AC proximity switches.

NOTE 2 Direction of cable entry relative to the mating face, using an angled cable socket.

NOTE 3 Figure D.5a) shows a pin front view 4-way C-coding, according to IEC 61076-2-101.

^a The contact marking shall be on the termination side of the connector insert as long as the size of the component allows the placement there.

Figure D.5 – M12 thread 4-pin integral connector for AC proximity switches



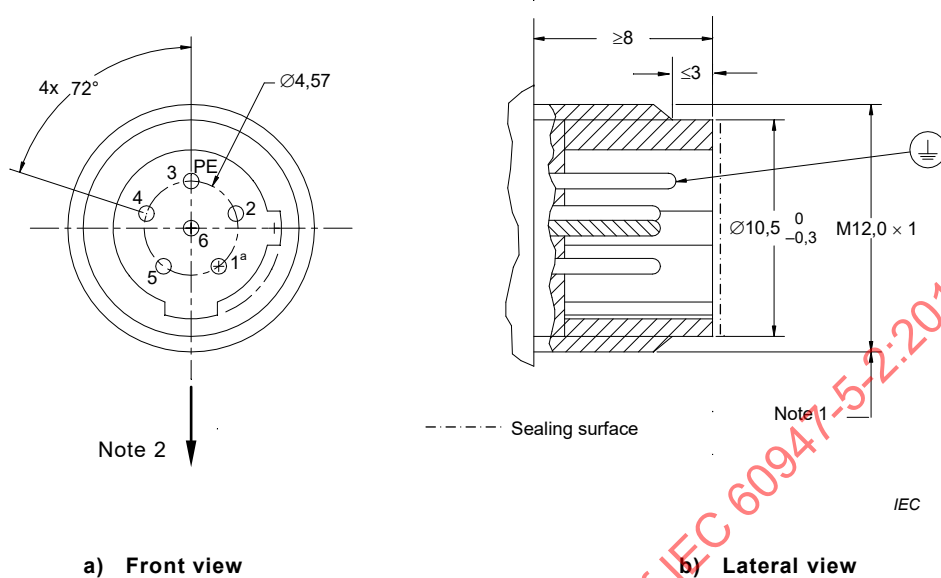
NOTE 1 For a provisional period, the use of 1/2"-20UNF-2A can be an alternative to M12 on AC proximity switches.

NOTE 2 Direction of cable entry relative to the mating face, using an angled cable socket.

NOTE 3 Figure D.6a) shows a pin front view 5-way C-coding, according to IEC 61076-2-101.

^a The contact marking shall be on the termination side of the connector insert as long as the size of the component allows the placement there.

Figure D.6 – M12 thread 5-pin integral connector for AC proximity switches



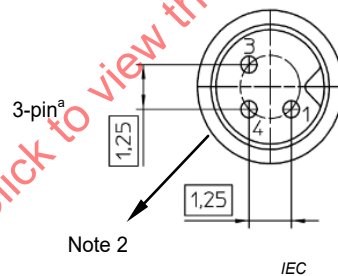
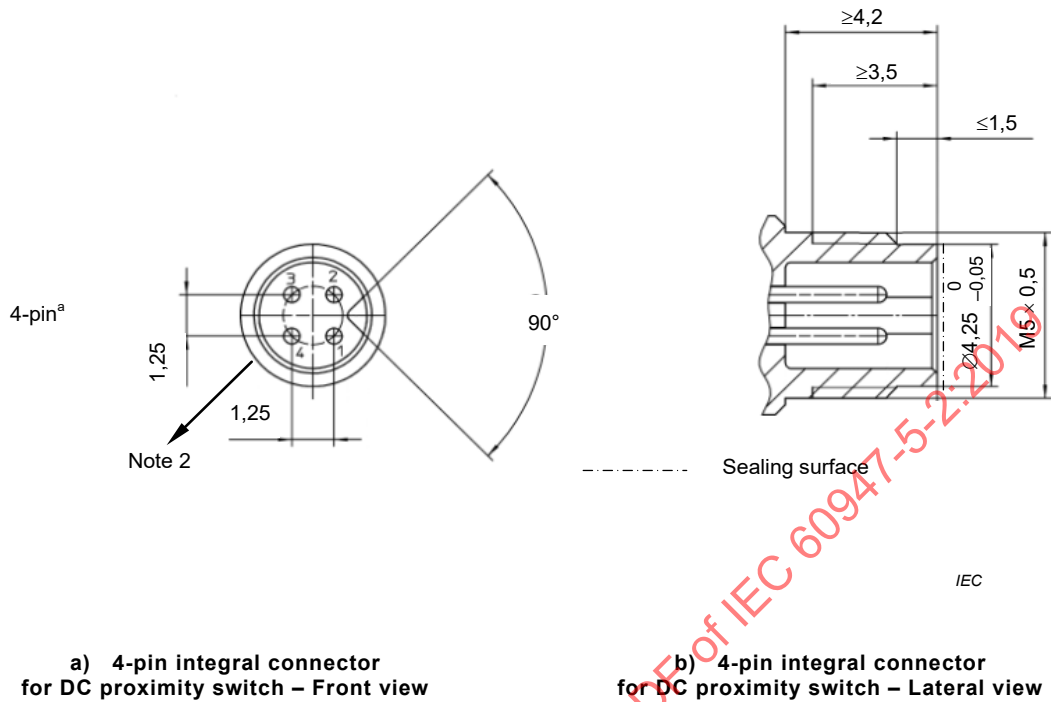
NOTE 1 For a provisional period, the use of 1/2"-20UNF-2A can be an alternative to M12 on AC proximity switches.

NOTE 2 Direction of cable entry relative to the mating face, using an angled cable socket.

NOTE 3 Figure D.7a) shows a pin front view 6-way C-coding, according to IEC 61076-2-101.

^a The contact marking shall be on the termination side of the connector insert as long as the size of the component allows the placement there.

Figure D.7 – M12 thread 6-pin integral connector for AC proximity switches



NOTE 1 Figure D.8a) and D.8c) shows a 4-pin/3-pin, according to IEC 61076-2-105.

NOTE 2 Direction of cable entry relative to the mating face, using an angled cable socket.

^a The contact marking shall be on the termination side of the connector insert as long as the size of the component allows the placement there.

Figure D.8 – M5 thread 4-pin/3-pin integral connector for DC proximity switches

Annex E (normative)

Additional requirements for proximity switches suitable for use in strong magnetic fields

E.1 Preamble

This annex is applicable for proximity switches which operate within strong magnetic fields, for example electric weld fields (normally alternating) or electrolytic fields (normally constant).

The object of this annex is to state the performance and the test conditions for proximity switches which operate in strong magnetic fields.

E.3 Terms and definitions

The following terms and definitions apply to this annex:

E.3.1

magnetic field

the magnetic field in the meaning of this document is defined by the value of the magnetic induction (flux density)

Note 1 to entry: The field value is stated in Tesla.

E.3.1.1

alternating magnetic field

magnetic field with alternating direction of the magnetic induction with a fundamental frequency of 45 Hz to 65 Hz where the reference value is the peak value of the magnetic induction

E.3.1.2

constant magnetic field

magnetic field with a temporal constant value of the magnetic induction, where the reference value is the mean value of the magnetic induction

Note 1 to entry: A total ripple content of $\pm 5\%$ is allowed.

E.3.2 Immunity

E.3.2.1

immunity to an alternating magnetic field

a proximity switch is immune to an alternating magnetic field when the state of the output is not changed by the influence of the alternating magnetic field under specified conditions

E.3.2.2

immunity to a constant magnetic field

a proximity switch is immune to a constant magnetic field if the change – due to the influence of the constant magnetic field – of the effective operating distance (s_r) is not higher than the value specified

E.4 Classification

According to Table 1 with the following addition:

E.4.1 Classification according to the type of the influencing magnetic field

E.4.1.1 Immunity to an alternating magnetic field

The immunity to an alternating magnetic field is designed by a capital letter X, placed in the seventh position.

E.4.1.2 Immunity to a constant magnetic field

The immunity to a constant magnetic field is designated by a capital letter Y, placed in the seventh position.

E.4.1.3 Immunity to an alternating field and to a constant magnetic field

The immunity to both types of magnetic field is designated by a capital letter Z, placed in the seventh position.

E.8 Construction and performance requirements

E.8.1 Frequency of operating cycles of inductive and capacitive proximity switches

The frequency of operating cycles shall be stated by the manufacturer and measured according to 9.5.

E.8.2 Immunity to a magnetic field

E.8.2.1 General

The following values shall be applied:

- a) alternating magnetic field maximum
Magnetic induction: 0 to 0,1 T, peak value;
- b) constant magnetic field
Magnetic induction: 0 to 0,1 T, mean value.

E.8.2.2 Performance

E.8.2.2.1 In an alternating magnetic field

The state of the output shall not change when proximity switch tested in accordance with E.9.1.1.

E.8.2.2.2 In a constant magnetic field

Subclause 8.2.1.3.2 applies, with the following addition for inductive and capacitive proximity switches.

The effective operating distance (s_r) shall not deviate more than ± 30 % over the state range of the magnetic field.

Test is made according to E.9.1.2.

E.9 Tests

E.9.1 Verification of immunity

E.9.1.1 Immunity to an alternating magnetic field

E.9.1.1.1 Inspection and test sequence (see Figure E.1)

NOTE Other test configurations can be set up.

The test shall be performed as follows:

- a) The sensor (1) for measuring the magnetic field shall be arranged in the centre of the interior of the air-core inductor (4).
- b) The air-core inductor (4) shall be energized with alternating current (A), until the oscilloscope (3) shows a peak value of the magnetic induction of 0,1 T. This value I_{ref} of the current shall be noted.

To adjust the value I_{ref} , it is allowed to use a phase control up to 30 °

- c) The sensor (1) is removed and the proximity switch (I) shall be arranged in the air-core inductor, so that the reference axis of the proximity switch is identical with the axis of the air-core inductor (4) and the sensing face of the proximity switch is at the mid point (L/2) of the air-core inductor.

Tests should be performed with the orientations of the proximity switches in line and perpendicular to the magnetic field.

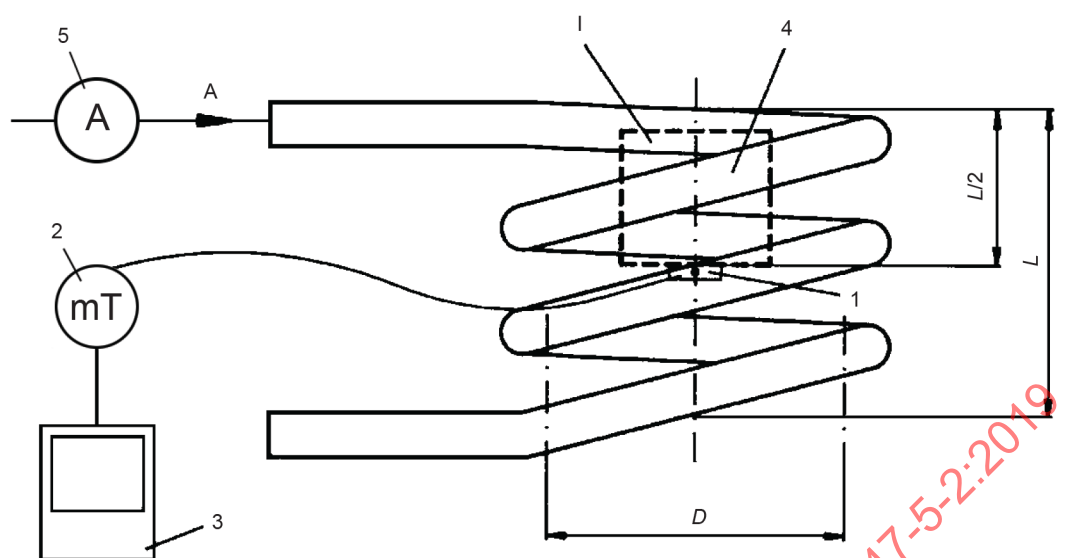
- d) The air-core inductor (4) shall be energized with the value I_{ref} for a time not less than 0,1 s.
- e) The test according to d) shall be performed;
 - with the target located at $3 \times s_n$ from the sensing face;
 - with the target located at $1/3 \times s_n$ from the sensing face.

E.9.1.1.2 Results to be obtained

The state of the output shall not change by switching on and switching off I_{ref} or during the time I_{ref} current flows in the air-core inductor.

After the test, the effective operating distance (s_r) shall remain in accordance with 8.2.1.3.2.

NOTE For sensing face diameters larger than 18 mm, the target in the OFF condition can be removed.



IEC

Key

- 1 sensor
- 2 measuring instrument for the magnetic induction
- 3 oscilloscope (to indicate the peak value)
- 4 air-core inductor (the number of windings is not stated)
- 5 AC ammeter
- A alternating current
- I proximity switch
- D inner diameter of the air-core inductor ≥ 100 mm
- L length of the air-core inductor ≥ 100 mm

Figure E.1 – Examples of test configuration for verification of the immunity to an alternating field

E.9.1.2 Immunity to a constant magnetic field

E.9.1.2.1 Inspection and test sequence (see Figure E.2)

NOTE Other test configurations can be set up.

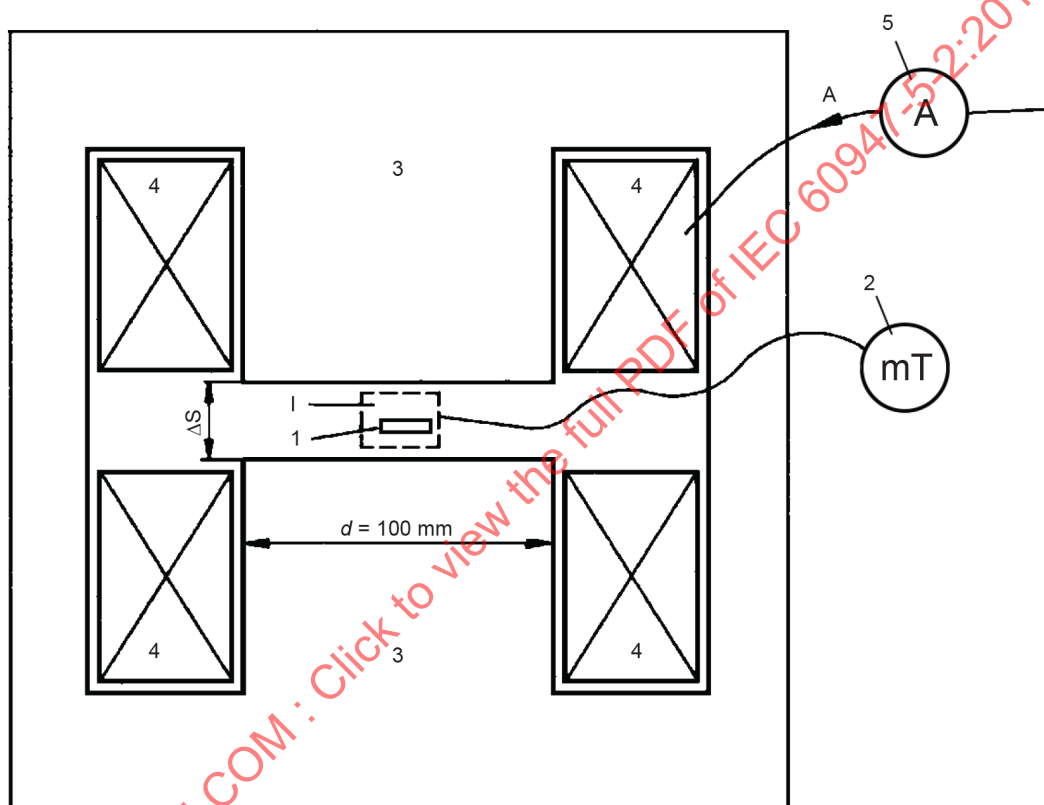
The test shall be performed as follows.

- a) The sensor (1) for measuring the magnetic induction shall be arranged in the centre of the air gap between the iron cores (3).
- b) The inductance coils (4) shall be energized with direct current (A) until the measuring instrument for the magnetic induction (2) shows the magnetic induction of 0,1 T. The value I_{ref} of the current shall be noted.
- c) The sensor (1) is removed and the proximity switch (I) shall be arranged in the middle of the air gap between the iron cores (3) and so that the sensing face is in line with the outsides of the iron cores (3).
- d) The effective operating distance s_r shall be measured by axis approach of the target with the direct current A being adjusted to each of the following values:

$0 \times I_{\text{ref}}$
 $0,2 \times I_{\text{ref}}$
 $0,4 \times I_{\text{ref}}$
 $0,6 \times I_{\text{ref}}$
 $0,8 \times I_{\text{ref}}$
 $1,0 \times I_{\text{ref}}$

E.9.1.2.2 Results to be obtained

In the whole range of the direct current A , the deviation of the effective operating distance s_r shall be within $\pm 30\%$ of the value measured at $0 \times I_{\text{ref}}$.



IEC

Key

- 1 sensor
- 2 measuring instrument for the magnetic induction
- 3 iron core of the magnetic inductor (inner diameter of iron core = 100 mm)
- 4 inductance coils
- 5 DC ammeter
- A direct current
- 1 proximity switch

ΔS air gap between core (3) $> 2 \times$ proximity switch diameter with a minimum of 40 mm

NOTE For test purposes, the parts of the proximity switch affected by the magnetic field can be separated from the rest of the switch.

Figure E.2 – Example of test configuration for verification of the immunity in a constant magnetic field

Annex F (informative)

Symbols for proximity switches

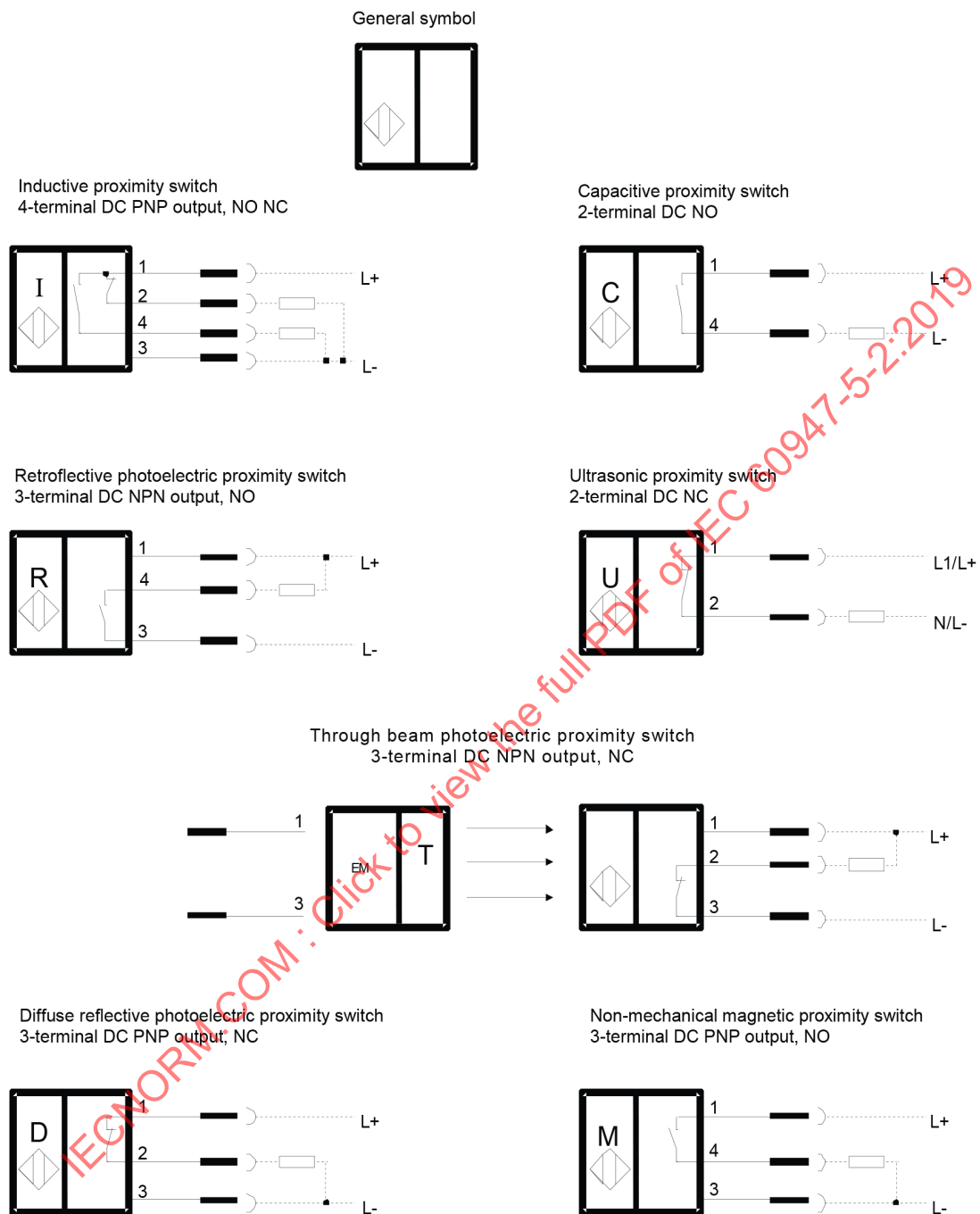
F.1 General

Other symbols can be stated by the manufacturer.

F.2 Standard symbols for proximity switches

Figure F.1 below contains all essential symbols for proximity switches.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019



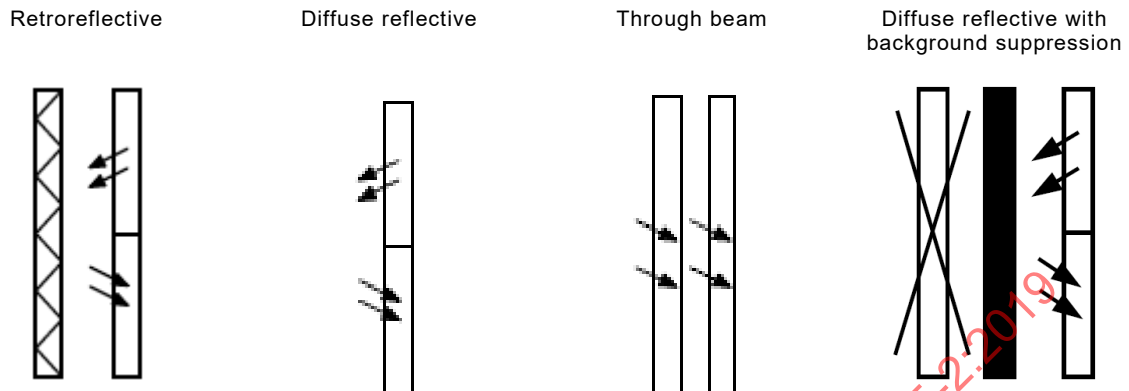
IEC

NOTE Different orientations of the symbols can be done, provided that all information is retained.

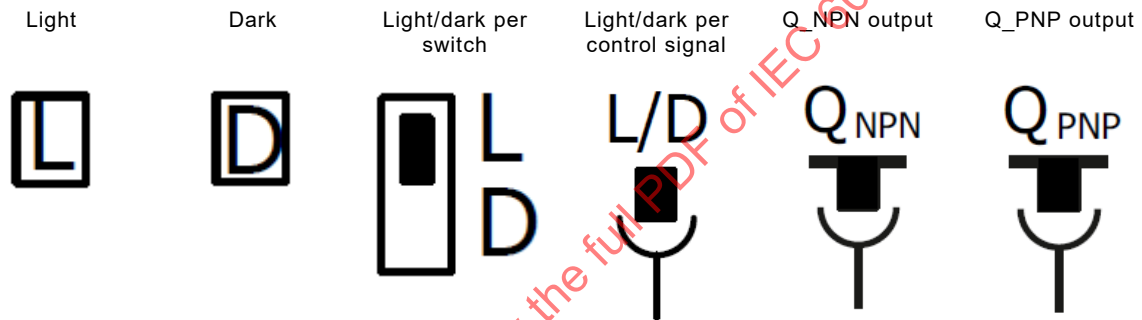
Figure F.1 – Examples of symbols for proximity switches

F.3 Additional symbols for photoelectric proximity switches

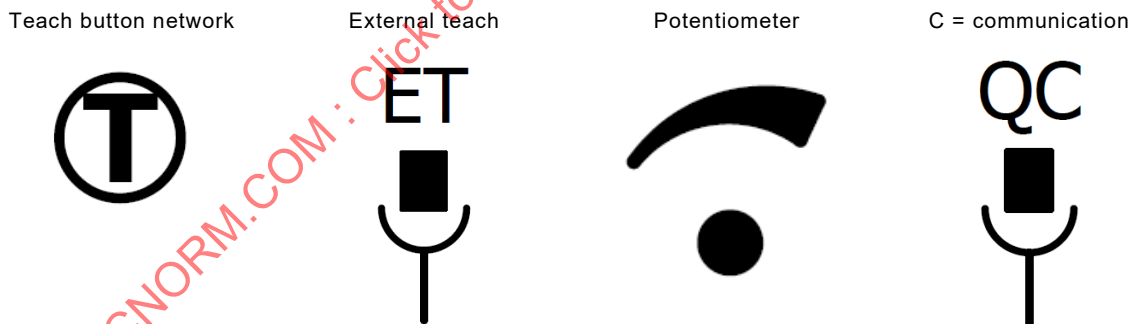
F.3.1 Sensor principles



F.3.2 Optical actuation means



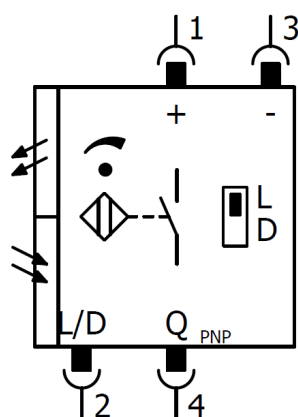
F.3.3 Functional symbol definitions



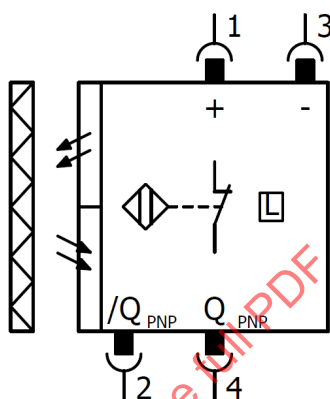
EXAMPLES

Figure F.2 below describes three use cases for photoelectric proximity switches.

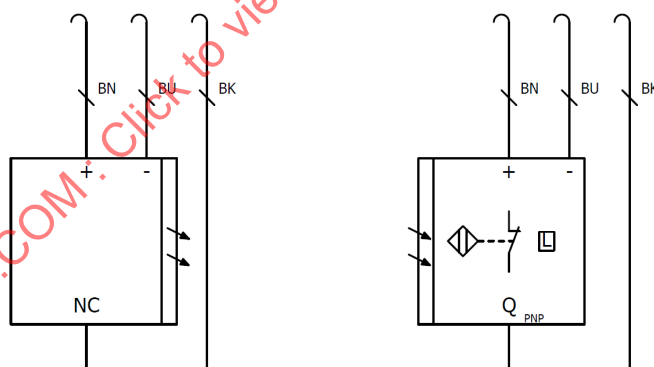
- Diffuse reflective photoelectric proximity switch, potentiometer adjustment, PNP output, "L"ight/"D"ark switchable by Pin 2 control signal, Plug with 4 terminals;
- Retroreflective photoelectric proximity switch, PNP output, "L"ight switching, Plug with 4 terminals;
- Through beam photoelectric proximity switch (transmitter – receiver), PNP output, "L"ight switching, open wire terminals.



a) Diffuse reflective photoelectric proximity switch



b) Retroreflective photoelectric proximity switch



c) Through beam photoelectric proximity switch

Figure F.2 – Examples of symbols for photoelectric proximity switches

Bibliography

IEC 60050-426:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000

IEC 60825 (all parts), *Safety of laser products*

IEC 61000-3-2:2018, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*
IEC 61000-3-3:2013/AMD1:2017

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low-frequency immunity tests*
IEC 61000-4-13:2002/AMD1:2009
IEC 61000-4-13:2002/AMD2:2015

IEC 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61076-2-104, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-104: Circular connectors – Detail specification for circular connectors with M8 screw-locking or snap-locking*

IEC 61076-2-105, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-105: Circular connectors – Detail specification for M5 connectors with screw-locking*

IEC 62471:2006, *Photobiological safety of lamps and lamp systems*

IEC 62683-1:2017, *Low-voltage switchgear and controlgear – Product data and properties for information exchange – Part 1: Catalogue data*

IEC Guide 116, *Guidelines for safety related risk assessment and risk reduction for low voltage equipment*²

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment* (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

DIN 5033-9:2005, *Farbmessung Teil 9: Weißstandard zur Kalibrierung in Farbmessung und Photometrie* (available in German only)

² This publication was withdrawn.

2006/25/EC, *Directive 2006/25/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	138
1 Domaine d'application	141
2 Références normatives	142
3 Termes et définitions	143
3.1 Termes et définitions fondamentaux.....	146
3.2 Parties d'un détecteur de proximité.....	147
3.3 Fonctionnement d'un détecteur de proximité	149
3.4 Caractéristiques de l'élément de commutation	151
4 Classification	153
4.1 Généralités	153
4.2 Classification selon le mode de détection.....	155
4.3 Classification selon l'installation mécanique.....	155
4.4 Classification selon la forme et la taille du boîtier.....	155
4.5 Classification selon la fonction de l'élément de commutation	155
4.6 Classification selon le type de sortie	155
4.7 Classification selon la méthode de connexion	155
5 Caractéristiques	155
5.1 Généralités	155
5.1.1 Énumération des caractéristiques	155
5.1.2 Fonctionnement d'un détecteur de proximité inductif ou capacitif.....	155
5.1.3 Fonctionnement d'un détecteur de proximité ultrasonique.....	156
5.1.4 Fonctionnement d'un détecteur de proximité photoélectrique	156
5.1.5 Fonctionnement d'un détecteur de proximité magnétique.....	156
5.2 Conditions de fonctionnement.....	156
5.2.1 Conditions de fonctionnement des détecteurs de proximité inductifs et capacitifs	156
5.2.2 Portée (s) des détecteurs de proximité ultrasoniques.....	157
5.2.3 Portée (s) des détecteurs de proximité photoélectriques	158
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour les détecteurs de proximité et pour leur(s) élément(s) de commutation	160
5.3.1 Tensions.....	160
5.3.2 Courants.....	161
5.3.3 Fréquence d'alimentation assignée.....	161
5.3.4 Fréquence de commutation (f)	161
5.3.5 Caractéristiques en charges normale et anormale	161
5.3.6 Caractéristiques de court-circuit	161
5.4 Catégories d'emploi de l'élément de commutation.....	161
6 Informations sur le matériel	162
6.1 Nature des informations – Identification	162
6.2 Marquage	163
6.2.1 Généralités	163
6.2.2 Identification et marquage des bornes	163
6.2.3 Repères fonctionnels	163
6.3 Instructions pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien	163
6.4 Informations relatives à l'environnement	164

6.4.1	Processus d'écoconception (ECD, Environmentally Conscious Design)	164
6.4.2	Mode opératoire pour la déclaration de matière	164
7	Conditions normales de service, de montage et de transport	164
7.1	Conditions normales de service	164
7.1.1	Généralités	164
7.1.2	Température de l'air ambiant	164
7.1.3	Altitude	165
7.1.4	Conditions climatiques	165
7.2	Conditions pendant le transport et le stockage	165
7.3	Montage	165
8	Exigences relatives à la construction et aux performances	165
8.1	Exigences relatives à la construction	165
8.1.1	Matériaux	165
8.1.2	Parties transportant le courant et leurs connexions	166
8.1.3	Distances d'isolement et lignes de fuite	167
8.1.4	Actionnement	167
8.1.5	Vide	167
8.1.6	Vide	167
8.1.7	Bornes	167
8.1.8	Vide	169
8.1.9	Dispositions pour la mise à la terre	169
8.1.10	Degré de protection	169
8.1.11	Exigences relatives aux détecteurs de proximité avec câble solidaire de l'appareil	170
8.1.12	Détecteurs de proximité de classe II	170
8.1.13	Contraintes chimiques	170
8.1.14	Conception du matériel	170
8.1.15	Protection contre le rayonnement optique artificiel	170
8.1.16	Effets biologiques et chimiques	171
8.1.17	Fonctionnement sans surveillance	171
8.1.18	Considérations de sûreté relatives à la sécurité	171
8.1.19	Exigences relatives aux logiciels intégrés	171
8.2	Exigences relatives aux performances	171
8.2.1	Conditions de fonctionnement	171
8.2.2	Echauffement	175
8.2.3	Caractéristiques diélectriques	177
8.2.4	Aptitude à l'établissement et à la coupure dans les conditions de charge normales et anormales	177
8.2.5	Courant de court-circuit conditionnel	179
8.2.6	Compatibilité électromagnétique (CEM)	179
8.3	Dimensions	183
8.4	Chocs et vibrations et conditions d'environnement particulières	183
8.4.1	Chocs	183
8.4.2	Vibrations	183
8.4.3	Résultats à obtenir	183
8.4.4	Conditions d'environnement particulières – chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs	184
9	Essais	184
9.1	Nature des essais	184

9.1.1	Généralités	184
9.1.2	Essais de type	184
9.1.3	Essais individuels de série.....	184
9.1.4	Essais sur prélèvement.....	184
9.1.5	Essais spéciaux.....	185
9.2	Conformité aux exigences relatives à la construction	185
9.2.1	Généralités	185
9.2.2	Matériaux	185
9.3	Performances	185
9.3.1	Séquences d'essais	185
9.3.2	Conditions générales pour les essais.....	186
9.3.3	Fonctionnement à vide et dans les conditions de charges normales et anormales.....	188
9.3.4	Fonctionnement en conditions de court-circuit	195
9.4	Essais relatifs aux portées	196
9.4.1	Détecteurs de proximité inductifs, capacitifs, magnétiques non mécaniques et ultrasoniques	196
9.4.2	Détecteurs de proximité photoélectriques	196
9.5	Essai pour la fréquence de commutation.....	201
9.5.1	Généralités	201
9.5.2	Méthode de mesure de la fréquence de commutation	201
9.5.3	Résultats à obtenir	204
9.5.4	Détecteurs de proximité photoélectriques	204
9.6	Vérification de la compatibilité électromagnétique.....	206
9.6.1	Généralités	206
9.6.2	Immunité	207
9.6.3	Emissions	207
9.7	Résultats d'essai et rapport d'essai.....	207
Annexe A (informative)	Dimensions et portées types des détecteurs de proximité.....	209
A.1	MODELE IA, IB – DETECTEURS DE PROXIMITE INDUCTIFS CYLINDRIQUES A CORPS FILETE (IA) OU A CORPS LISSE (IB) AVEC CABLE OU CONNECTEUR.....	209
A.1.1	(IA, IB) Dimensions	209
A.1.2	(IA, IB) Portées assignées.....	212
A.1.3	(IA, IB) Installation (montage) pour un corps fileté (IA) et un corps lisse (IB)	213
A.1.4	(IA, IB) Fréquence de commutation (f)	213
A.2	MODELE IC – DETECTEURS DE PROXIMITE INDUCTIFS DE FORME RECTANGULAIRE A SECTION CARREE	214
A.2.1	(IC) Dimensions	214
A.2.2	(IC) Portée assignée	216
A.2.3	(IC) Installation (montage)	217
A.2.4	(IC) Fréquence de commutation (f)	218
A.3	MODELE ID – DETECTEURS DE PROXIMITE INDUCTIFS DE FORME RECTANGULAIRE A SECTION RECTANGULAIRE.....	219
A.3.1	(ID) Dimensions	219
A.3.2	(ID) Installation (montage)	220
A.3.3	(IC) Fréquence de commutation (f)	221

A.4	MODELE IX (DETECTEURS DE PROXIMITE INDUCTIFS DE FORMES RECTANGULAIRE ET CUBIQUE, IN, IS, A BOITIER PLAT, DE PETITES DIMENSIONS)	221
A.4.1	(IX) Dimensions	221
A.4.2	Type (A boîtier plat) Dimensions	222
A.4.3	Type (Cubique) Dimensions	223
A.4.4	(IX) Portée assignée	225
A.4.5	(IX) Installation (montage)	225
A.4.6	(IX) Fréquence de commutation (f)	225
A.5	MODELE CA – DETECTEURS DE PROXIMITE CAPACITIFS CYLINDRIQUES A CORPS FILETE	226
A.5.1	(CA) Dimensions	226
A.5.2	(CA) Portée assignée (s_n)	227
A.5.3	(CA) Installation (montage)	227
A.5.4	(CA) Fréquence de commutation (f)	228
A.6	MODELE CB – DETECTEURS DE PROXIMITE CAPACITIFS A CORPS LISSE	228
A.7	MODELE CC – DETECTEURS DE PROXIMITE CAPACITIFS DE FORME RECTANGULAIRE A SECTION CARREE	228
A.7.1	(CC) Dimensions	228
A.7.2	(CC) Portée assignée (s_n)	229
A.7.3	(CC) Installation (montage)	230
A.7.4	(CC) Fréquence de commutation (f)	230
A.8	MODELE CD – DETECTEURS DE PROXIMITE CAPACITIFS DE FORME RECTANGULAIRE A SECTION RECTANGULAIRE	231
A.8.1	(CD) Dimensions	231
A.8.2	(CD) Portée assignée (s_n)	231
A.8.3	(CD) Installation (montage)	231
A.8.4	(CD) Fréquence de commutation (f)	232
A.9	MODELE CX – DETECTEURS DE PROXIMITE CAPACITIFS PRESENTANT D'AUTRES FORMES ET DIMENSIONS, ET DE PETITES DIMENSIONS	232
A.10	MODELE UA – DETECTEURS DE PROXIMITE ULTRASONIQUES CYLINDRIQUES A CORPS FILETE	232
A.10.1	(UA) Dimensions	232
A.10.2	(UA) Domaine de détection	233
A.10.3	(UA) Installation (montage)	233
A.10.4	(UA) Fréquence de commutation (f)	233
A.11	MODELE UD – DETECTEURS DE PROXIMITE ULTRASONIQUES DE FORME RECTANGULAIRE A SECTION RECTANGULAIRE	234
A.11.1	(UD) Dimensions	234
A.11.2	(UD) Domaine de détection	234
A.11.3	(UD) Installation (montage)	234
A.11.4	(UD) Fréquence de commutation (f)	234
Annexe B (normative) Détecteurs de proximité de classe II isolés par encapsulation – Exigences et essais		235
B.1	Généralités	235
B.2	Termes et définitions	235
B.6	Marquage	235
B.8	Exigences fonctionnelles et relatives à la construction	236

B.9	Essais.....	236
Annexe C (normative) Exigences supplémentaires relatives aux détecteurs de proximité avec câble solidaire de l'appareil.....		
C.1	Généralités	239
C.2	Termes et définitions	239
C.8	Exigences relatives à la construction et aux performances.....	239
C.9	Essais.....	240
Annexe D (normative) Connecteurs intégrés de détecteurs de proximité enfichables		
Annexe E (normative) Exigences supplémentaires relatives aux détecteurs de proximité adaptés pour être utilisés dans des champs magnétiques élevés.....		
E.1	Préambule	252
E.3	Termes et définitions	252
E.4	Classification	253
E.8	Exigences relatives à la construction et aux performances.....	253
E.9	Essais.....	254
Annexe F (informative) Symboles pour les détecteurs de proximité.....		
F.1	Généralités	257
F.2	Symboles normalisés pour les détecteurs de proximité.....	257
F.3	Symboles supplémentaires pour les détecteurs de proximité photoélectriques	259
F.3.1	Principe de fonctionnement du capteur.....	259
F.3.2	Moyen d'actionnement optique	259
F.3.3	Définition des symboles de fonction.....	259
Bibliographie.....		
Figure 1 – Relation entre les portées des détecteurs de proximité inductifs et capacitifs (voir 8.2.1.3 et 9.4.1)		
Figure 2 – Portées des détecteurs de proximité ultrasoniques.....		
Figure 3 – Relation entre les portées des détecteurs de proximité ultrasoniques (voir 8.2.1.3 et 9.4.1)		
Figure 4 – Domaine de détection et domaine de fonctionnement des détecteurs de proximité photoélectriques (voir 8.2.1.3 et 9.4)		
Figure 5 – Relation entre U_e et U_B		
Figure 6 – Méthode de mesure de la portée (voir 9.3.2.1 et 9.4.1)		
Figure 7 – Circuit d'essai pour la vérification du retard à la disponibilité (voir 8.2.1.7 et 9.3.3.2.1)		
Figure 8 – Signal de sortie à travers la charge selon le circuit de la Figure 7 (voir 9.3.3.2.1)		
Figure 9 – Circuit d'essai pour la vérification du courant d'emploi minimal, du courant à l'état bloqué, de la chute de tension et de l'action indépendante (voir 9.3.3.2.2, 9.3.3.2.3, 9.3.3.2.4 et 9.3.3.2.5).....		
Figure 10 – Circuit d'essai pour vérifier les pouvoirs de fermeture et de coupure (voir 9.3.3.5)		
Figure 11 – Essai de court-circuit (voir 9.3.4.2).....		
Figure 12 – Essais relatifs au domaine de détection (voir 9.4.2).....		
Figure 13 – Méthodes de mesure de la fréquence de commutation des détecteurs de proximité inductifs, capacitifs et magnétiques non mécaniques (le cas échéant)		

Figure 14 – Méthodes de mesure de la fréquence de commutation (f) des détecteurs de proximité ultrasoniques	203
Figure 15 – Signal de sortie d'un détecteur de proximité c.c., pendant la mesure de la fréquence de commutation (f)	203
Figure 16 – Moyen de mesure du temps d'action t_{on} et du temps de relâchement t_{off}	204
Figure 17 – Mesure du temps d'action t_{on}	205
Figure 18 – Mesure du temps de relâchement t_{off}	206
Figure A.1 – (IA) – Dimensions pour le type à corps fileté avec câble	209
Figure A.2 – (IB) – Dimensions pour le type à corps lisse avec câble	210
Figure A.3 – Dimensions pour le type A – Boîtier M5x0,5, M8x1, Ø 4, Ø 6,5 avec connecteur M5/M8	211
Figure A.4 – Dimensions pour le type B – Boîtier M5x0,5, M8x1, Ø 4, Ø 6,5 avec connecteur M8/M12	211
Figure A.5 – Dimensions pour le type C – Boîtier M12x1, M18x1, M30x1,5 avec connecteur M12	212
Figure A.6 – (IA, IB) – Installation (montage)	213
Figure A.7 – Dimensions du type I1C26 (en millimètres)	215
Figure A.8 – Dimensions des types I2C40 et I1C40 (en millimètres)	215
Figure A.9 – Dimensions des types I2IMC et I1IMC (IMC) 40 mm x 40 mm (format cubique)	216
Figure A.10 – Installation d'un détecteur de proximité I1C dans un matériau amortissant	217
Figure A.11 – (IC) Installation d'un détecteur de proximité I2C dans un matériau amortissant	218
Figure A.12 – (ID) Dimensions	219
Figure A.13 – (IDC) Dimensions	220
Figure A.14 – (ID) Installation dans un matériau amortissant	221
Figure A.15 – Type (IN) avec entrée de câble ou connecteur M8	222
Figure A.16 – Type (IS) avec entrée de câble ou connecteur M8	222
Figure A.17 – Type (A boîtier plat) avec entrée de câble ou connecteur M8	223
Figure A.18 – (5 mm x 5 mm) Type cubique avec câble	224
Figure A.19 – (8 mm x 8 mm) Type cubique avec câble	224
Figure A.20 – (8 mm x 8 mm) Type cubique avec connecteur M8	225
Figure A.21 – (CA) Dimensions	226
Figure A.22 – (CA) Installation (montage)	228
Figure A.23 – (CC) Dimensions	229
Figure A.24 – (CC) Installation (montage)	230
Figure A.25 – (CD) Dimensions en millimètres	231
Figure A.26 – (CD) Installation (montage)	232
Figure A.27 – (UA) Dimensions	233
Figure A.28 – (UD) Dimensions pour le type D80	234
Figure B.1 – Appareil encapsulé	236
Figure B.2 – Montage d'essai	238
Figure D.1 – Connecteurs à filetage M12 intégré à 3 broches de détecteurs de proximité c.a.	244

Figure D.2 – Connecteurs à filetage M12 intégré à 5 broches de détecteurs de proximité c.c.	245
Figure D.3 – Connecteurs à filetage 8 mm intégré à 3 broches de détecteurs de proximité c.c.	246
Figure D.4 – Connecteurs à filetage 8 mm intégré à 4 broches de détecteurs de proximité c.c.	247
Figure D.5 – Connecteurs à filetage M12 intégré à 4 broches de détecteurs de proximité c.a.	248
Figure D.6 – Connecteurs à filetage M12 intégré à 5 broches de détecteurs de proximité c.a.	249
Figure D.7 – Connecteurs à filetage M12 intégré à 6 broches de détecteurs de proximité c.a.	250
Figure D.8 – Connecteur à filetage M5 intégré à 4 broches/3 broches de détecteurs de proximité c.c.	251
Figure E.1 – Exemples de configuration d'essai pour la vérification de l'immunité à un champ magnétique alternatif	255
Figure E.2 – Exemple de configuration d'essai pour la vérification de l'immunité à un champ magnétique continu	256
Figure F.1 – Exemples de symboles pour les détecteurs de proximité	258
Figure F.2 – Exemples de symboles pour les détecteurs de proximité	260
Tableau 1 – Classification des détecteurs de proximité	154
Tableau 2 – Correspondance entre la fonction de sortie et le signal optique actif	156
Tableau 3 – Catégories d'emploi des éléments de commutation	162
Tableau 4 – Conditions d'essai pour l'essai au fil incandescent	166
Tableau 5 – Identification du raccordement et du câblage	168
Tableau 6 – Seuil de brûlure	176
Tableau 7 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans des conditions normales correspondant aux catégories d'emploi	178
Tableau 8 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans des conditions anormales correspondant aux catégories d'emploi	179
Tableau 9 – Critères d'acceptation	180
Tableau 10 – Essais d'immunité	181
Tableau 11 – Dimensions des cibles des détecteurs de proximité ultrasoniques	187
Tableau 12 – Tensions d'essai	193
Tableau A.1 – (IA, IB) – Séries privilégiées et série secondaire pour les types à corps lisse et corps fileté avec câble	210
Tableau A.2 – (IA) – Dimensions des écrous	210
Tableau A.3 – (Types A, B, C) – Séries privilégiées et série secondaire pour les types à corps lisse et corps fileté avec connecteur	212
Tableau A.4 – (IA, IB) – Portées assignées	213
Tableau A.5 – (IA, IB) – Fréquence de commutation (f) en cycles par seconde – Exigences minimales	214
Tableau A.6 – (IC) – Portée assignée	217
Tableau A.7 – (IC) – Fréquence de commutation (f) en cycles par seconde – Exigences minimales	218

Tableau A.8 – (ID) – Dimensions	219
Tableau A.9 – (IC) – Fréquence de commutation (f) en cycles par seconde – Exigences minimales	221
Tableau A.10 – (IX) – Portée assignée des types IN, IS, A boîtier plat et cubique	225
Tableau A.11 – (IX) – Fréquence de commutation des types IN, IS, à boîtier plat et cubique (f) en cycles par seconde	226
Tableau A.12 – (CA) – Dimensions	227
Tableau A.13 – (CA) – Portées assignées	227
Tableau A.14 – (CC) – Portée assignée	230
Tableau A.15 – (UA) – Dimensions	233
Tableau C.1 – Caractéristiques des matériaux	240
Tableau C.2 – Exemples de types de câble normalisés	241
Tableau C.3 – Forces de traction	242

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – DéTECTEURS DE PROXIMITÉ

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A 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 60947-5-2 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2007 et l'Amendement 1:2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- mise à jour du domaine d'application;
- adaptation et mise à jour des exigences relatives à la construction, conformément à l'IEC Guide 116 (par exemple les exigences relatives aux matériaux, le rayonnement optique artificiel, les exigences relatives aux instructions, les surfaces chaudes, le fonctionnement sans surveillance, les cas prévisibles d'usage inapproprié...);
- modification des spécifications concernant le domaine de détection et la portée;
- nouvelles définitions pour le détecteur de proximité photoélectrique de type D à effacement d'arrière-plan;
- intégration des exigences et des modes opératoires d'essai relatifs au détecteur de proximité photoélectrique de type D à effacement d'arrière-plan;
- mise à jour des exigences de CEM dans le Tableau 9 et le Tableau 10;
- intégration des exigences relatives aux données d'environnement et aux conditions d'environnement, en faisant référence aux Annexes O, W et Q de l'IEC 60947-1:2007, l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014;
- modification de l'essai de tension assignée de tenue aux chocs (5.3.1.3, 9.3.3.4.5);
- modification du statut normatif des références données dans l'Annexe A, devenant une annexe informative;
- mise à jour majeure de l'Annexe A (mise à jour des définitions, nouvelles dimensions et formes);
- mise à jour de C.9.1.1;
- mise à jour de l'Annexe D afin de tenir compte des nouveaux types de connecteurs et des nouvelles références normatives;
- mise à jour de l'Annexe F (ajout de symboles pour les détecteurs de proximité photoélectriques).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
121A/313/FDIS	121A/322/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, publiées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, peut être consultée sur le site Web de l'IEC.

Il convient d'utiliser la présente Norme internationale conjointement à l'IEC 60947-1:2007, l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

Les dispositions des règles générales de l'IEC 60947-1 s'appliquent au présent document, lorsqu'elles sont spécifiquement mentionnées. Les articles et paragraphes des règles générales ainsi rendus applicables, de même que les tableaux, figures et annexes, sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1. Exemple d'identification: 1.2.3, Tableau 4 ou Annexe A de l'IEC 60947-1:2007.

Les pratiques divergentes données ci-après, de nature moins permanente, sont en vigueur dans les pays mentionnés ci-après.

- 8.1.7.3: le Code électrique national américain donne des recommandations relatives aux organes de raccordement;

- 8.1.7.4: il existe d'autres documents aux Etats-Unis qui définissent des codes couleurs pour les conducteurs pouvant s'appliquer à l'installation de détecteurs de proximité;
- 8.1.15.2: pour les pays de l'Union européenne: dans certains domaines, les limites de valeur d'exposition définies dans l'IEC 60825-1:2014 sont supérieures aux exigences de la Directive européenne 2006/25/CE relative aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels).

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. A 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 5-2: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – DéTECTEURS DE PROXIMITÉ

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60947 s'applique aux détecteurs de proximité inductifs et capacitifs qui détectent la présence d'objets métalliques et/ou non métalliques, aux détecteurs de proximité ultrasoniques qui détectent la présence d'objets réfléchissant les ultrasons, aux détecteurs de proximité photoélectriques qui détectent la présence d'objets et aux détecteurs de proximité magnétiques non mécaniques qui détectent la présence d'objets avec un champ magnétique.

Les produits relevant du domaine d'application du présent document ne sont pas associés à des comportements définis en conditions de défaut. Les détecteurs de proximité avec un comportement défini sont couverts par l'IEC 60947-5-3 et sont tenus de satisfaire à des exigences supplémentaires.

Ces détecteurs de proximité sont des appareils complets, qui comprennent un ou des éléments de commutation à semiconducteur et sont destinés à être connectés à des circuits dont la tension assignée n'excède pas 250 V c.a. 50 Hz/60 Hz en valeur efficace ou 300 V c.c.

Exemples d'applications types pour les produits relevant du domaine d'application de la présente norme:

- secteur de l'automatisation industrielle et des machines,
- secteur de la logistique et de l'emballage,
- tapis roulants, élévateurs,
- industrie des procédés,
- centrales de production énergétique.

Certaines applications spécifiques (par exemple en atmosphères corrosives) peuvent entraîner des exigences supplémentaires.

Le présent document n'est pas destiné à couvrir les détecteurs de proximité qui possèdent des sorties analogiques.

Le présent document a pour objet de fixer pour les détecteurs de proximité:

- les définitions,
- les classifications,
- les caractéristiques,
- les informations sur le produit,
- les conditions de service normal, de montage et de transport,
- les exigences relatives à la construction et aux performances,
- les essais pour la vérification des caractéristiques assignées.

Il est attendu des produits relevant du domaine d'application du présent document qu'ils soient choisis, installés et entretenus uniquement par des personnes qualifiées.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-6:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-14:2009, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-27:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60445:2017, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces hommes-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

IEC 60695-2-10:2013, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

IEC 60695-2-12:2010, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-12: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'indice d'inflammabilité au fil incandescent (GWFI) pour matériaux*

IEC 60695-2-12:2010/AMD1:2014

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

IEC 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60947-1:2007/AMD1:2010

IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

IEC 60947-5-3, *Appareillage à basse tension – Partie 5-3: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Exigences pour dispositifs de détection de proximité à comportement défini dans des conditions de défaut (PDDB)*

IEC 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en sèves*

IEC 61000-4-6:2013, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

IEC 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

IEC 61000-4-11:2004/AMD1:2017

IEC 61076-2 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2: Connecteurs circulaires*

IEC 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 62443 (toutes les parties), *Réseaux industriels de communication – Sécurité dans les réseaux et les systèmes*

IEC 62471 (toutes les parties), *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*

IEC TR 62471-2:2009, *Photobiological safety of lamps and lamp systems – Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety* (disponible en anglais seulement)

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

IEC Guide 117:2010, *Electrotechnical equipment – Temperatures of touchable hot surfaces* (disponible en anglais seulement)

EN 10084:2008, *Aciers pour cémentation – Conditions techniques de livraison*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'Article 2 de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

Index alphabétique des termes

Référence

A

Action brusque.....	3.4.2
Action indépendante	3.4.2
Adaptateur	3.2.15
Adaptateur <d'un détecteur de proximité capacitif>	3.2.15.1
Adaptateur <d'un détecteur de proximité ultrasonique ou photoélectrique>	3.2.15.2
Angle total du faisceau	3.3.1.4
Approche axiale	3.3.3
Approche latérale.....	3.3.2
Axe de référence	3.2.2
Axe de référence <pour les détecteurs de proximité inductifs, capacitifs, magnétiques non mécaniques et ultrasoniques>	3.2.2.1
Axe de référence <pour les détecteurs de proximité photoélectriques de types R et D>	3.2.2.2
Axe de référence <pour les détecteurs de proximité photoélectriques de type T>...	3.2.2.3

C

Caractéristiques de l'élément de commutation.....	3.4
Cible normalisée	3.2.3
Consommation hors charge	3.4.5.3
Courant d'emploi minimal.....	3.4.5.2
Courants	3.4.5
Courant à l'état bloqué.....	3.4.5.1
Course différentielle.....	3.3.5

D

Déplacement du domaine de détection	3.4.6.1
Détecteur de proximité.....	3.1.1
Détecteur de proximité à action directe	3.1.1.6
Détecteur de proximité à action indirecte	3.1.1.7
Détecteur de proximité capacitif.....	3.1.1.2
Détecteur de proximité encastrable	3.2.9
Détecteur de proximité inductif.....	3.1.1.1
Détecteur de proximité magnétique non mécanique	3.1.1.5
Détecteur de proximité non encastrable	3.2.10
Détecteur de proximité photoélectrique	3.1.1.4
Détecteur de proximité ultrasonique	3.1.1.3
Domaine de détection	3.3.1.2
Domaine de fonctionnement.....	3.3.1.8

E

Elément de commutation à semiconducteur	3.2.1
Emetteur	3.2.12

F

Face sensible	3.2.11
Face sensible <d'un détecteur de proximité inductif>	3.2.11.1
Face sensible <d'un détecteur de proximité capacitif>	3.2.11.2
Face sensible <d'un détecteur de proximité ultrasonique>	3.2.11.3
Face sensible <d'un détecteur de proximité magnétique non mécanique>	3.2.11.4
Filtre à densité neutre	3.1.1.8
Fonction claire	3.4.1.7.1
Fonction de fermeture	3.4.1.1
Fonction de fermeture-ouverture	3.4.1.3
Fonction inverseur	3.4.1.3
Fonction d'ouverture	3.4.1.2
Fonction sombre	3.4.1.7.2
Fonctionnement d'un détecteur de proximité	3.3
Fonctions de l'élément de commutation	3.4.1
Fréquence de commutation	3.4.3

G

Gain excédentaire	3.4.6
-------------------------	-------

L

Lumière ambiante <d'un détecteur de proximité photoélectrique>	3.4.7
--	-------

M

Matériau amortissant	3.2.5
Matériau sans amortissement	3.2.6

O

Objet absorbant le son	3.2.8
Objet réfléchissant le son	3.2.7

P

Parties d'un détecteur de proximité	3.2
Portée	3.3.1
Portée assignée	3.3.1.1
Portée utile	3.3.1.6
Portée de travail	3.3.1.7
Portée maximale	3.3.1.2.2
Portée minimale	3.3.1.2.1
Portée réelle	3.3.1.5

R

Récepteur	3.2.13
Réflecteur	3.2.14
Répétabilité	3.3.4
Retard à la disponibilité	3.4.4

S

Signal optique actif	3.4.1.7
----------------------------	---------

T

Temps d'action et temps de relâchement <d'un détecteur de proximité>	3.4.1.4
Temps de relâchement <d'un détecteur de proximité photoélectrique>	3.4.1.6
Temps d'action <d'un détecteur de proximité photoélectrique>	3.4.1.5
Type D	3.1.1.4.1
Type D à effacement d'arrière-plan	3.1.1.4.1.1
Type R	3.1.1.4.2
Type T	3.1.1.4.3

Z

Zone aveugle	3.3.1.3
Zone libre	3.2.4

3.1 Termes et définitions fondamentaux

3.1.1

détecteur de proximité

interrupteur de position actionné sans qu'il y ait contact mécanique avec la pièce mobile

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-14-51, modifié – Remplacement de "interrupteur de proximité" par "détecteur de proximité" et de "partie" par "pièce".]

3.1.1.1

détecteur de proximité inductif

détecteur de proximité qui produit un champ électromagnétique dans une zone sensible pour la détection d'objets, et qui possède un élément de commutation à semiconducteur

3.1.1.2

détecteur de proximité capacitif

détecteur de proximité qui produit un champ électrique dans une zone sensible pour la détection d'objets, et qui possède un élément de commutation à semiconducteur

Note 1 à l'article: Les objets détectés peuvent être à l'état solide ou liquide.

3.1.1.3

détecteur de proximité ultrasonique

détecteur de proximité qui détecte un objet qui réfléchit ou interrompt une onde ultrasonique, et qui possède un élément de commutation à semiconducteur

Note 1 à l'article: Les objets détectés peuvent être à l'état solide ou liquide.

Note 2 à l'article: Le principe de fonctionnement est décrit à la Figure 2 et à la Figure 3.

3.1.1.4

détecteur de proximité photoélectrique

détecteur de proximité qui détecte un objet qui réfléchit ou interrompt la lumière visible ou invisible, et qui possède un élément de commutation à semiconducteur

Note 1 à l'article: Les objets détectés peuvent être à l'état solide ou liquide.

Note 2 à l'article: Le principe de fonctionnement est décrit à la Figure 4.

3.1.1.4.1

Type D

détecteur de proximité photoélectrique à détection directe actionné directement par l'approche, latérale ou axiale à son axe de référence, d'un objet défini

3.1.1.4.1.1

Type D à effacement d'arrière-plan

détecteur de proximité photoélectrique actionné directement par l'approche, latérale ou axiale à son axe de référence, d'un objet défini, et spécifiquement optimisé pour une détection plus prévisible à la distance souhaitée d'objets présentant une réflectivité différente, et en mesure de ne pas détecter d'objets dans une zone définie précisément, appelée l'arrière-plan

3.1.1.4.2

Type R

détecteur de proximité photoélectrique réflex actionné indirectement par l'approche, latérale à son axe de référence, d'un objet défini entre l'émetteur-récepteur et le réflecteur

3.1.1.4.3

Type T

détecteur de proximité photoélectrique en barrage actionné indirectement par l'approche, latérale à son axe de référence, d'un objet défini entre l'émetteur et le récepteur

3.1.1.5

détecteur de proximité magnétique non mécanique

détecteur de proximité qui détecte la présence d'un champ magnétique et qui possède un élément de commutation à semiconducteur mais pas de partie mobile dans l'élément sensible

3.1.1.6

détecteur de proximité à action directe

détecteur de proximité qui détecte sa cible sans l'utilisation d'un dispositif extérieur, par exemple un réflecteur

3.1.1.7

détecteur de proximité à action indirecte

détecteur de proximité qui détecte sa cible avec l'utilisation d'un dispositif extérieur, par exemple un réflecteur

3.1.1.8

filtre à densité neutre

filtre qui atténue uniformément l'intensité de la lumière sur une large bande spectrale

Note 1 à l'article: L'atténuation est réalisée par l'utilisation soit d'un verre absorbant soit d'un revêtement métallique mince qui combine absorption et réflexion.

3.2 Parties d'un détecteur de proximité

3.2.1

élément de commutation à semiconducteur

élément conçu pour commuter le courant dans un circuit électrique en agissant sur la conductivité d'un semiconducteur

3.2.2

axe de référence

3.2.2.1

axe de référence

<pour les détecteurs de proximité inductifs, capacitifs, magnétiques non mécaniques et ultrasoniques> axe perpendiculaire à la face sensible passant par son centre

3.2.2.2

axe de référence

<pour les détecteurs de proximité photoélectriques de types R et D> axe situé à mi-chemin entre l'axe optique de l'émetteur et celui du récepteur ou des lentilles (voir Figure 4)

3.2.2.3

axe de référence

<pour les détecteurs de proximité photoélectriques de type T> axe perpendiculaire au centre de l'émetteur

3.2.3

cible normalisée

objet spécifié servant à faire des mesures comparatives des portées et des distances de détection

3.2.4

zone libre

volume entourant le détecteur de proximité qui est conservé exempt de tout matériau en mesure d'affecter les caractéristiques du détecteur de proximité

3.2.5

matériau amortissant

matériau qui a une influence sur les caractéristiques d'un détecteur de proximité

3.2.6

matériau sans amortissement

matériau dont l'influence sur les caractéristiques d'un détecteur de proximité est négligeable

3.2.7

objet réfléchissant le son

objet qui réfléchit des ondes ultrasoniques en donnant des échos détectables

3.2.8

objet absorbant le son

objet ayant des capacités négligeables de réflexion des ondes ultrasoniques et ne donnant aucun écho détectable

3.2.9

détecteur de proximité encastrable

un détecteur de proximité est dit "encastrable" quand un matériau amortissant peut entourer sa face sensible sans affecter ses caractéristiques

3.2.10

détecteur de proximité non encastrable

un détecteur de proximité est dit "non encastrable" si une zone libre spécifiée autour de sa face sensible est nécessaire pour le maintien de ses caractéristiques

3.2.11**face sensible****3.2.11.1****face sensible**

<d'un détecteur de proximité inductif> surface du détecteur de proximité, à travers laquelle est émis le champ électromagnétique

3.2.11.2**face sensible**

<d'un détecteur de proximité capacitif> surface du détecteur de proximité, à travers laquelle est émis le champ électrique

3.2.11.3**face sensible**

<d'un détecteur de proximité ultrasonique> surface du détecteur de proximité, d'où sont émis et où sont reçus les ultrasons

3.2.11.4**face sensible**

<d'un détecteur de proximité magnétique non mécanique> surface du détecteur de proximité, à travers laquelle le changement d'un champ magnétique est détecté

3.2.12**émetteur**

source lumineuse, lentilles et circuits nécessaires à la production du faisceau lumineux

3.2.13**récepteur**

détecteur, lentilles et circuits nécessaires pour contrôler la présence du faisceau lumineux issu de l'émetteur

3.2.14**réflecteur**

dispositif spécial utilisé pour réfléchir la lumière en retour vers le récepteur pour les détecteurs de proximité photoélectriques de type R

3.2.15**adaptateur****3.2.15.1****adaptateur**

<d'un détecteur de proximité capacitif> élément du détecteur de proximité capacitif utilisé pour régler la portée, qui compense les influences dues au matériau de la cible, au milieu de transmission et aux conditions d'installation

3.2.15.2**adaptateur**

<d'un détecteur de proximité ultrasonique ou photoélectrique> élément d'un détecteur de proximité ultrasonique ou photoélectrique utilisé pour régler la portée dans le domaine de détection

3.3 Fonctionnement d'un détecteur de proximité**3.3.1****portée****s**

distance à laquelle la cible en s'approchant de la face sensible dans l'axe de référence détermine le changement du signal de sortie

3.3.1.1

portée assignée

s_n

grandeur conventionnelle utilisée pour spécifier les portées

Note 1 à l'article: Elle ne tient pas compte des tolérances de fabrication ni des variations dues aux conditions externes telles que tension et température.

Note 2 à l'article: s_n désigne la portée assignée étendue.

3.3.1.2

domaine de détection

s_d

domaine dans lequel la portée peut être ajustée

3.3.1.2.1

portée minimale

limite inférieure du domaine de détection spécifié d'un détecteur de proximité ultrasonique ou photoélectrique

3.3.1.2.2

portée maximale

limite supérieure du domaine de détection spécifié d'un détecteur de proximité ultrasonique ou photoélectrique

3.3.1.3

zone aveugle

zone comprise entre la face sensible et la portée minimale dans laquelle aucun objet ne peut être détecté

3.3.1.4

angle total du faisceau

angle solide autour de l'axe de référence d'un détecteur de proximité ultrasonique, où la pression sonore chute de 3 dB

3.3.1.5

portée réelle

s_r

portée d'un détecteur de proximité pris séparément, mesurée dans des conditions déclarées de température, de tension et de montage

3.3.1.6

portée utile

s_u

portée d'un détecteur de proximité pris séparément, mesurée dans des conditions spécifiées

3.3.1.7

portée de travail

s_a

distance par rapport à la face sensible, à l'intérieur de laquelle le fonctionnement correct du détecteur de proximité dans des conditions spécifiées est assuré

3.3.1.8

domaine de fonctionnement

r_o

domaine dans lequel une approche latérale de la cible provoque le changement du signal de sortie d'un détecteur de proximité réflex ou en barrage

3.3.2**approche latérale**

approche de la cible perpendiculairement à l'axe de référence

3.3.3**approche axiale**

approche de la cible centrée sur l'axe de référence

3.3.4**répétabilité**

R

valeur de la variation de la portée réelle (s_r) dans des conditions spécifiées

3.3.5**course différentielle**

H

distance entre le point d'action quand la cible s'approche du détecteur de proximité et le point de relâchement quand la cible s'en éloigne

3.4 Caractéristiques de l'élément de commutation**3.4.1****fonctions de l'élément de commutation****3.4.1.1****fonction de fermeture**

fonction laissant passer le courant de charge lorsque la cible est détectée et le bloquant lorsque la cible n'est pas détectée

3.4.1.2**fonction d'ouverture**

fonction bloquant le courant de charge lorsque la cible est détectée et le laissant passer lorsque la cible n'est pas détectée

3.4.1.3**fonction de fermeture-ouverture****fonction inverseur**

combinaison de l'élément de commutation qui comporte une fonction de fermeture et une fonction d'ouverture

3.4.1.4**temps d'action et temps de relâchement**

<d'un détecteur de proximité> temps exigé pour l'actionnement ou le relâchement de l'élément de commutation, une fois que la cible est entrée dans la zone de détection ou qu'elle en est sortie

3.4.1.5**temps d'action**

<d'un détecteur de proximité photoélectrique> temps exigé pour que l'élément de commutation réponde une fois que la cible est entrée dans le domaine de détection avec un gain excédentaire de 2 (voir 3.4.6) pour les types R, T et D

3.4.1.6**temps de relâchement**

<d'un détecteur de proximité photoélectrique> temps exigé pour que l'élément de commutation réponde une fois que la cible est sortie du domaine de détection avec un gain excédentaire inférieur à 0,5 (voir 3.4.6) pour les types R, T et D

3.4.1.7

signal optique actif

signal optique d'activation du capteur

[SOURCE: IEC 62683-1:2017, ACE258]

3.4.1.7.1

fonction claire

LO

fonction de l'élément de commutation entraînant la mise à l'état passant de l'élément de sortie, en présence d'un signal optique actif au niveau du récepteur optique (et la mise à l'état bloqué en l'absence de signal optique actif)

Note 1 à l'article: L'abréviation "LO" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Light Operated".

3.4.1.7.2

fonction sombre

DO

fonction de l'élément de commutation entraînant la mise à l'état bloqué de l'élément de sortie, en présence d'un signal optique actif au niveau du récepteur optique (et la mise à l'état passant en l'absence de signal optique actif)

Note 1 à l'article: L'abréviation "DO" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Dark Operated".

3.4.2

action indépendante

action brusque

changement d'état de l'élément de commutation pratiquement indépendant de la vitesse de la cible

3.4.3

fréquence de commutation

f

nombre de cycles de manœuvre effectués par un détecteur de proximité pendant une durée spécifiée

3.4.4

retard à la disponibilité

t_v

temps qui s'écoule entre l'établissement du courant d'alimentation et l'instant où le détecteur de proximité est prêt à fonctionner correctement

3.4.5

courants

3.4.5.1

courant à l'état bloqué

I_r

courant qui circule dans le circuit de charge du détecteur de proximité à l'état bloqué

3.4.5.2

courant d'emploi minimal

I_m

courant qui est nécessaire pour maintenir la conduction à l'état passant de l'élément de commutation

3.4.5.3**consommation hors charge** I_o

courant consommé par un détecteur de proximité à 3 ou 4 bornes non connecté à une charge

3.4.6**gain excédentaire**

rapport de la lumière reçue par le détecteur de proximité photoélectrique sur la lumière exigée pour l'actionner

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique aux détecteurs de proximité photoélectriques de types R, T et D.

3.4.6.1**déplacement du domaine de détection**

valeur calculée définissant la capacité d'un dispositif à détecter des objets présentant une réflectivité différente à la même distance, et définissant également la capacité du dispositif à ignorer des objets, quelle que soit leur réflectivité, au-delà d'une distance donnée

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique aux détecteurs de proximité photoélectriques de type D à effacement d'arrière-plan.

3.4.7**lumière ambiante**

<d'un détecteur de proximité photoélectrique> lumière reçue par le récepteur autre que celle émanant de l'émetteur

4 Classification**4.1 Généralités**

Les détecteurs de proximité doivent être classés en fonction des différentes caractéristiques indiquées dans le Tableau 1. Il est recommandé que leurs dimensions soient en conformité avec celles énumérées dans l'Annexe A.

Tableau 1 – Classification des détecteurs de proximité

1 ^{re} pos./1 signe	2 ^e pos./1 signe	3 ^e pos./3 signes	4 ^e pos./1 signe	5 ^e pos./1 signe	6 ^e pos./1 signe
MODE DE DETECTION	INSTALLATION MECANIQUE	FORME ET TAILLE DU BOITIER	FONCTION DE L'ELEMENT DE COMMUTATION (SORTIE)	TYPE DE SORTIE	METHODE DE CONNEXION
4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7
I = inductif C = capacitif U = ultrasonique D = photoélectrique à détection directe M = magnétique non mécanique R = photoélectrique réflex T = photoélectrique en barrage	1 = encastrable 2 = non encastrable 3 = l'un ou l'autre	FORME (1 lettre majuscule) A = cylindrique avec corps fileté B = cylindrique avec corps lisse C = rectangulaire à section carrée D = rectangulaire à section rectangulaire DIMENSION (2 chiffres) pour le diamètre ou la longueur	A = normalement ouvert (NO) (fermeture) B = normalement fermé (NF) (ouverture) C = inverseur (fermeture/ouverture) P = programmable par l'utilisateur S = autre	P = sortie positif, négatif, positif (PNP) 3 ou 4 bornes c.c. N = sortie NPN 3 ou 4 bornes c.c. D = 2 bornes c.c. F = 2 bornes c.a. U = 2 bornes c.a. ou c.c. S = autre	1 = conducteurs intégrés 2 = enfichable 3 = à bornes 9 = autre
Exemple pour un détecteur de proximité ultrasonique:					
U Ultrasonique	3 L'un ou l'autre	A30 Cylindrique fileté Ø 30 mm	A Fonction de fermeture	D 2 bornes c.c.	2 Enfichable

4.2 Classification selon le mode de détection

Dans le présent document, le mode de détection est désigné par une lettre majuscule en première position.

4.3 Classification selon l'installation mécanique

L'installation mécanique est désignée par un chiffre en deuxième position.

4.4 Classification selon la forme et la taille du boîtier

La forme et la taille du boîtier sont désignées par trois signes: une lettre majuscule et deux chiffres. Ces trois signes sont placés en troisième position.

La lettre majuscule désigne la forme constructive, par exemple cylindrique ou rectangulaire.

Les deux nombres désignent la taille, par exemple le diamètre des types cylindriques ou un côté des types rectangulaires.

4.5 Classification selon la fonction de l'élément de commutation

La fonction de l'élément de commutation est désignée par une lettre majuscule placée en quatrième position.

4.6 Classification selon le type de sortie

Le type de sortie est désigné par une lettre majuscule et placé en cinquième position.

4.7 Classification selon la méthode de connexion

La méthode de connexion est désignée par un chiffre placé en sixième position.

5 Caractéristiques

5.1 Généralités

5.1.1 Énumération des caractéristiques

Les caractéristiques des détecteurs de proximité doivent être déclarées dans les termes suivants:

- conditions de fonctionnement (5.2),
- valeurs assignées et valeurs limites (5.3),
 - tensions (5.3.1),
 - courants (5.3.2),
 - fréquence d'alimentation assignée (5.3.3),
 - fréquence de commutation (5.3.4),
 - caractéristiques en charges normale et anormale (5.3.5),
 - caractéristiques de court-circuit (5.3.6),
- catégories d'emploi de l'élément de commutation (5.4).

5.1.2 Fonctionnement d'un détecteur de proximité inductif ou capacitif

Le signal de sortie est déterminé par la présence ou l'absence d'un objet déterminé dans le champ électromagnétique ou électrique, qui absorbe ou altère l'énergie émise par la face sensible.

5.1.3 Fonctionnement d'un détecteur de proximité ultrasonique

Le signal de sortie est déterminé par la présence ou l'absence d'un objet déterminé dans la zone de détection, qui interrompt l'émission de la face sensible ou qui réfléchit l'énergie ultrasonique émise par la face sensible.

5.1.4 Fonctionnement d'un détecteur de proximité photoélectrique

Le signal de sortie est déterminé par la présence ou l'absence d'un objet déterminé, qui réfléchit ou interrompt la lumière visible ou invisible émise par l'émetteur.

La relation entre la fonction de sortie et le signal optique actif est représentée dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Correspondance entre la fonction de sortie et le signal optique actif

Fonction de sortie	Système en barrage/réflex (types T et R)	Système à détection directe (type D)
NO	DO	LO
NF	LO	DO
Légende NO normalement ouvert NF normalement fermé DO fonction sombre LO fonction claire		

5.1.5 Fonctionnement d'un détecteur de proximité magnétique

Le signal de sortie est déterminé par la présence ou l'absence d'un objet déterminé, qui produit un changement du champ magnétique dans la zone de détection.

5.2 Conditions de fonctionnement

5.2.1 Conditions de fonctionnement des détecteurs de proximité inductifs et capacitifs

5.2.1.1 Portée (s)

La relation entre les différentes portées est représentée à la Figure 1.

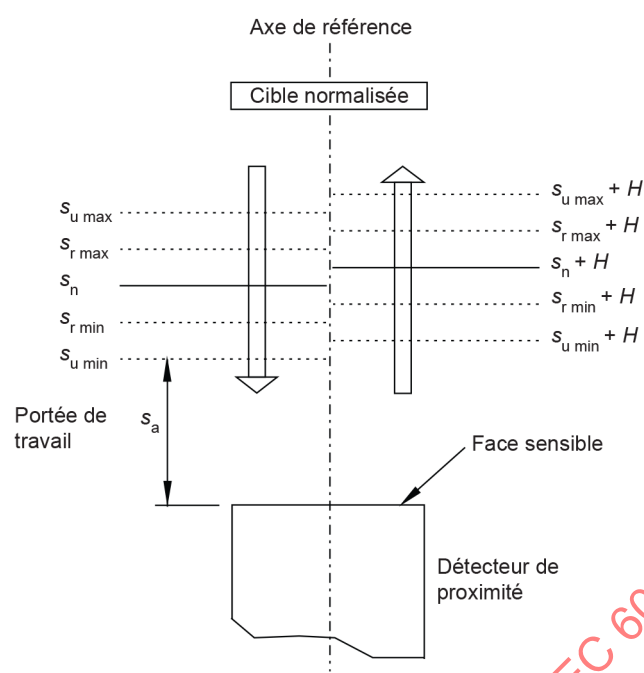


Figure 1 – Relation entre les portées des détecteurs de proximité inductifs et capacitifs (voir 8.2.1.3 et 9.4.1)

5.2.1.2 Portée assignée (s_n)

La portée assignée doit être déclarée par le fabricant. Les valeurs types de portée assignée sont données à l'Annexe A.

5.2.2 Portée (s) des détecteurs de proximité ultrasoniques

5.2.2.1 Généralités

La relation entre les différentes portées est représentée à la Figure 2 et à la Figure 3.

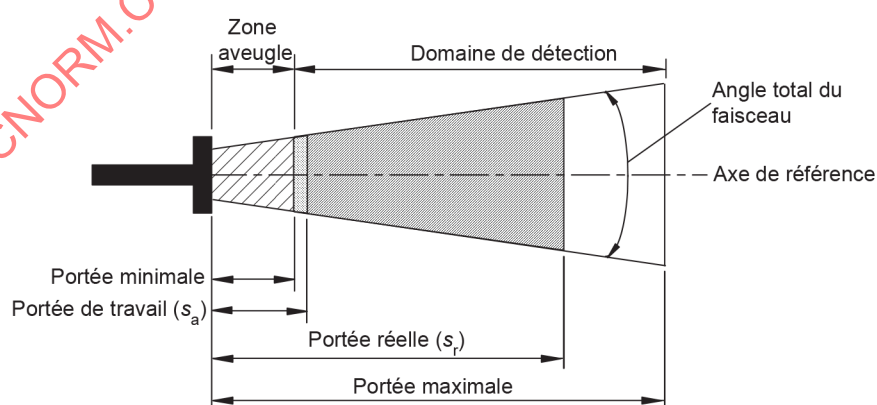


Figure 2 – Portées des détecteurs de proximité ultrasoniques

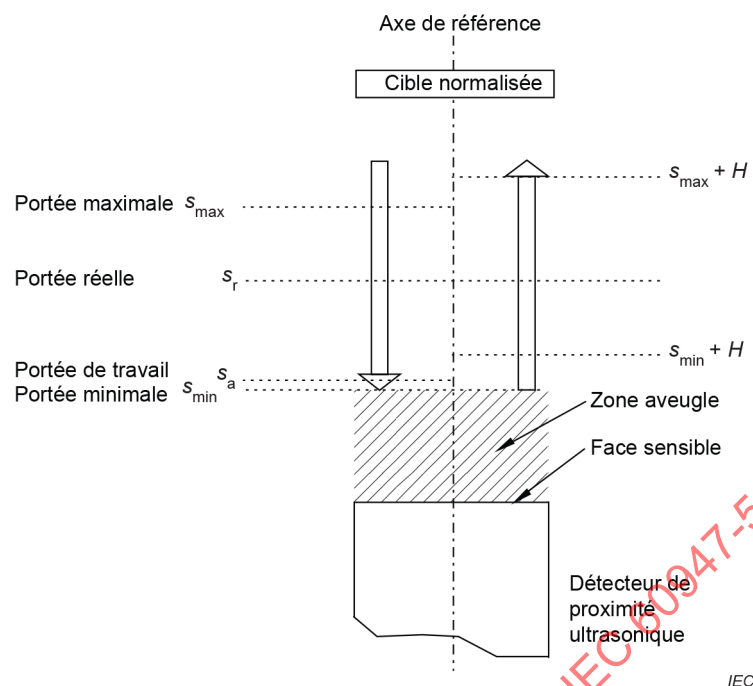


Figure 3 – Relation entre les portées des détecteurs de proximité ultrasoniques (voir 8.2.1.3 et 9.4.1)

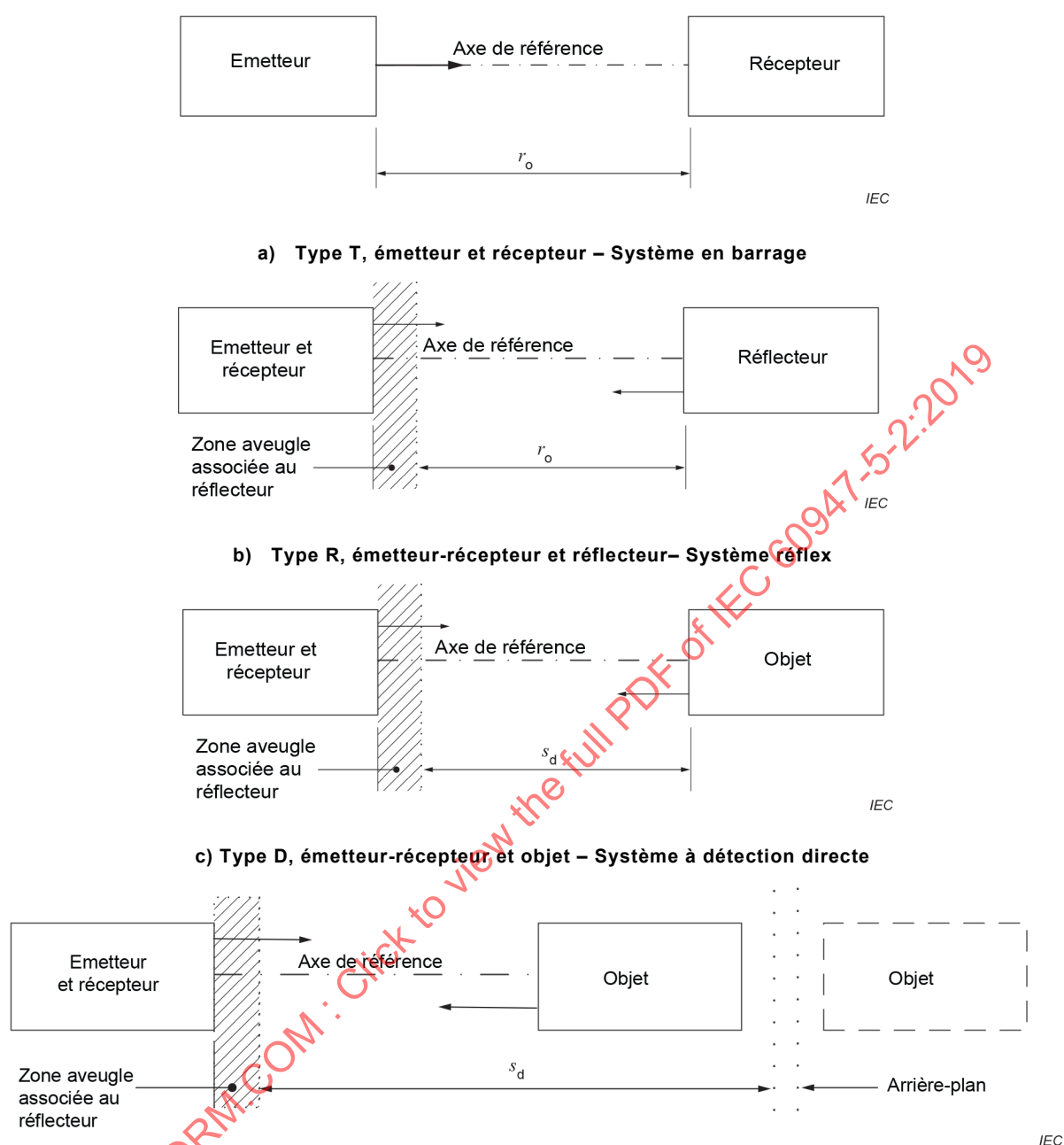
5.2.2.2 Domaine de détection (s_d)

Le domaine de détection doit être déclaré par le fabricant. Les valeurs types de domaine de détection sont données à l'Annexe A.

5.2.3 Portée (s) des détecteurs de proximité photoélectriques

5.2.3.1 Généralités

La relation entre les différentes portées est représentée à la Figure 4.



NOTE Les objets se trouvant dans la zone d'arrière-plan ne sont pas détectés.

d) Type D, émetteur-récepteur et objet – Système à détection directe avec effacement d'arrière-plan

Figure 4 – Domaine de détection et domaine de fonctionnement des détecteurs de proximité photoélectriques (voir 8.2.1.3 et 9.4)

5.2.3.2 Domaine de détection (s_d)

Pour les détecteurs de proximité photoélectriques de type D, et ceux de type D à effacement d'arrière-plan, les portées sont données sous forme de domaine de détection (s_d), voir Figure 4.

5.2.3.3 Domaine de fonctionnement (r_o)

Pour les détecteurs de proximité photoélectriques de types T et R, les portées sont données sous forme de domaine de fonctionnement (r_o), voir Figure 4.

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites pour les détecteurs de proximité et pour leur(s) élément(s) de commutation

5.3.1 Tensions

5.3.1.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

La tension assignée d'emploi (U_e) ou la tension d'emploi maximale pour un détecteur de proximité assigné à une plage de tensions ne doit pas dépasser 250 V c.a. en valeur efficace ou 300 V c.c.

NOTE Le fabricant peut déclarer une plage comprise entre des valeurs limites qui incluent toutes les tolérances de U_e . Cette plage peut être désignée par le sigle U_B .

La relation entre U_e et U_B est représentée à la Figure 5 ci-après:

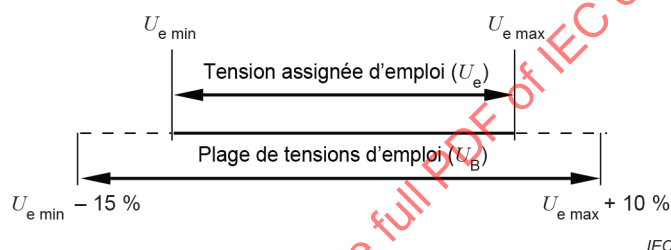


Figure 5 – Relation entre U_e et U_B

5.3.1.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

La tension assignée d'isolement d'un détecteur de proximité est la tension de référence pour les essais diélectriques et pour les lignes de fuite.

Pour les détecteurs de proximité, la tension assignée d'emploi la plus élevée doit être considérée comme la tension assignée d'isolement.

5.3.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le paragraphe 4.3.1.3 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique, sauf pour les valeurs d'essai qui sont déclarées en 8.2.3.2 du présent document.

5.3.1.4 Chute de tension (U_d)

La chute de tension est la tension mesurée aux bornes de la sortie active du détecteur de proximité lorsque le courant circule dans des conditions spécifiées. Les valeurs sont spécifiées en 8.2.1.13.

5.3.1.5 Plage de tensions d'emploi (U_B)

La plage de tensions d'emploi est la plage couvrant l'ensemble des tensions d'emploi, comprenant toutes les tolérances (voir 5.3.1.1).

5.3.2 Courants

5.3.2.1 Courant assigné d'emploi (I_e)

Voir 8.2.1.9.

5.3.2.2 Courant d'emploi minimal (I_m)

Voir 8.2.1.10.

5.3.2.3 Courant à l'état bloqué (I_r)

Voir 8.2.1.11.

5.3.2.4 Consommation hors charge (I_o)

La consommation hors charge d'un détecteur de proximité à 3 ou 4 bornes doit être déclarée par le fabricant.

5.3.3 Fréquence d'alimentation assignée

La fréquence d'alimentation assignée doit être de 50 Hz et/ou 60 Hz.

5.3.4 Fréquence de commutation (f)

La fréquence de commutation doit être déclarée par le fabricant. Les valeurs types de fréquence de commutation sont données à l'Annexe A.

5.3.5 Caractéristiques en charges normale et anormale

5.3.5.1 Pouvoirs de fermeture et de coupure assignés et comportement de l'élément de commutation en conditions normales

Un élément de commutation doit satisfaire aux exigences données dans le Tableau 7.

NOTE Il n'est pas nécessaire de spécifier séparément un pouvoir de coupure et un pouvoir de fermeture pour un élément de commutation auquel est attribuée une catégorie d'emploi.

5.3.5.2 Pouvoirs de fermeture et de coupure en conditions anormales

Un élément de commutation doit satisfaire aux exigences données dans le Tableau 8.

NOTE Il n'est pas nécessaire de spécifier séparément un pouvoir de coupure et un pouvoir de fermeture pour un élément de commutation auquel est attribuée une catégorie d'emploi.

5.3.6 Caractéristiques de court-circuit

Le courant assigné de court-circuit conditionnel d'un détecteur de proximité est de 100 A présumés. Le détecteur de proximité doit satisfaire à l'essai spécifié en 9.3.4.

5.4 Catégories d'emploi de l'élément de commutation

Les catégories d'emploi données dans le Tableau 3 sont considérées comme des catégories normalisées. Tout autre type d'application doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. Toutefois, les informations données dans les catalogues du fabricant, ou dans les offres qu'il rédige, peuvent tenir lieu d'un tel accord.

Tableau 3 – Catégories d'emploi des éléments de commutation

Nature du courant	Catégorie	Applications types
Courant alternatif	AC-12	Commande de charges ohmiques et de charges statiques isolées par photocoupleur
	AC-140	Commande de faibles charges électromagnétiques avec courant de maintien (fermé) $\leq 0,2$ A (par exemple des relais auxiliaires)
Courant continu	DC-12	Commande de charges ohmiques et de charges statiques isolées par photocoupleur
	DC-13	Commande d'électroaimants

6 Informations sur le matériel

6.1 Nature des informations – Identification

Les informations suivantes doivent être données par le fabricant:

- le nom du fabricant ou la marque commerciale;
- une désignation de type ou un autre marquage permettant d'identifier le détecteur de proximité et d'obtenir les informations correspondantes auprès du fabricant ou d'après son catalogue (voir Tableau 1), ainsi que les informations de traçabilité;
- une référence au présent document si le fabricant déclare s'y conformer;
- la ou les tensions assignées d'emploi (voir 5.3.1.1);
- la catégorie d'emploi et les courants assignés d'emploi aux tensions assignées d'emploi et à la ou aux fréquences assignées, ou en courant continu;
- la tension assignée d'isolement (voir 5.3.1.2);
- la tension assignée de tenue aux chocs (voir 5.3.1.3);
- le code IP (voir 8.1.10);
- le degré de pollution (voir 7.1.4.2);
- le type et les caractéristiques assignées maximales des dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir 8.2.5);
- le courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 5.3.6);
- la compatibilité électromagnétique (CEM) (voir 8.2.6);
- les portées (voir 8.2.1.3);
- la répétabilité (voir 8.2.1.4);
- la course différentielle (voir 8.2.1.5);
- la fréquence de commutation (voir 8.2.1.6);
- le courant d'emploi minimal (voir 8.2.1.10);
- le courant à l'état bloqué (voir 8.2.1.11);
- la consommation hors charge (voir 5.3.2.4);
- la chute de tension (voir 8.2.1.13);
- la fonction de l'élément de commutation (voir 3.4.1);
- les conditions de montage, encastrable ou non encastrable (voir 3.2.9 et 3.2.10);
- les dimensions (voir 8.3);
- le gain excédentaire ou, dans le cas des détecteurs de proximité photoélectriques de type D à effacement d'arrière-plan, le déplacement du domaine de détection (voir 8.2.1.8);

- y) le marquage conformément aux exigences relatives au rayonnement optique (voir 8.1.15.1 et/ou 8.1.15.2);
- z) la classe de protection contre les chocs électriques (voir l'IEC 61140), le cas échéant;
- aa) le temps d'action et la méthode de mesure (voir 8.2.1.6.2.2);
- bb) le temps de relâchement et la méthode de mesure (voir 8.2.1.6.2.3).

6.2 Marquage

6.2.1 Généralités

Le marquage des données figurant en a) et b) de 6.1 est obligatoire sur la plaque signalétique ou sur le corps du détecteur de proximité, de manière à permettre d'obtenir des informations complètes auprès du fabricant.

Pour les détecteurs de proximité cylindriques ayant un corps de diamètre inférieur ou égal à 12 mm, et les détecteurs de proximité rectangulaires dont la longueur du plus petit côté ne dépasse pas 12 mm, ce marquage peut être effectué sur le cordon ou sur une étiquette apposée à demeure au cordon, situé à une distance maximale de 100 mm du corps du dispositif.

Le marquage doit être indélébile et facilement lisible, et ne doit pas être apposé sur des pièces normalement démontables en service.

Les données figurant dans les alinéas c) à bb) de 6.1, lorsqu'elles ne sont pas incluses sur le détecteur de proximité, doivent figurer dans les ouvrages de référence publiés par le fabricant (par exemple la notice d'installation du produit, la fiche technique du fabricant ou le catalogue du fabricant).

NOTE La mention d'une adresse Web peut contribuer à orienter les utilisateurs vers la source d'informations adéquate.

6.2.2 Identification et marquage des bornes

Le paragraphe 8.1.7.4 s'applique.

6.2.3 Repères fonctionnels

La face sensible doit être repérée si la construction du détecteur de proximité ne la rend pas apparente.

6.3 Instructions pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien

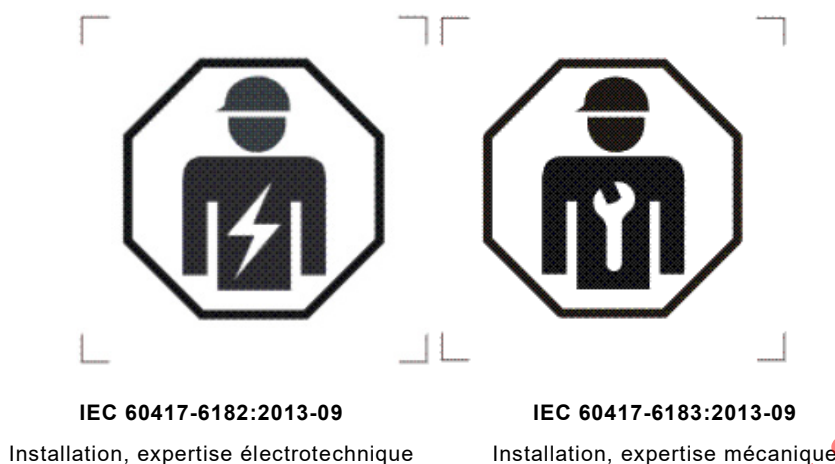
Le fabricant doit spécifier les conditions pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien du détecteur de proximité, et le cas échéant les conditions de démontage du détecteur de proximité. L'étendue et la périodicité recommandées pour l'entretien, le cas échéant, doivent également être spécifiées.

Les informations et instructions de sécurité doivent être fournies lorsque cela est pertinent afin de permettre une utilisation sûre du détecteur de proximité. Ces informations doivent être aisément compréhensibles par l'utilisateur, c'est-à-dire qu'elles doivent prendre la forme de symboles d'usage courant et/ou de schémas.

NOTE Les fabricants sont invités à utiliser les symboles graphiques définis dans les Normes internationales. Parmi les exemples de ces normes figurent l'ISO 7000, l'IEC 60417-DB¹, l'IEC 60825-1 et l'IEC TR 62471-2.

¹ "DB" fait référence à la base de données en ligne de l'IEC.

EXEMPLE Les symboles suivants peuvent être utilisés pour désigner une "personne qualifiée".



6.4 Informations relatives à l'environnement

6.4.1 Processus d'écoconception (ECD, Environmentally Conscious Design)

L'écoconception est décrite à l'Annexe O de l'IEC 60947-1:2007 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

6.4.2 Mode opératoire pour la déclaration de matière

L'Annexe W de l'IEC 60947-1:2007 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 s'applique.

7 Conditions normales de service, de montage et de transport

7.1 Conditions normales de service

7.1.1 Généralités

Les détecteurs de proximité conformes au présent document doivent être en mesure de fonctionner dans les conditions normalisées suivantes.

Si les conditions de fonctionnement diffèrent de celles données dans le présent document, l'utilisateur doit faire état des différences par rapport aux conditions normalisées et consulter le fabricant sur l'adéquation à l'emploi du matériel dans de telles conditions.

7.1.2 Température de l'air ambiant

7.1.2.1 Détecteurs de proximité inductifs, capacitifs, magnétiques non mécaniques et ultrasoniques

Ces détecteurs de proximité doivent fonctionner sous une température ambiante de -25 °C à $+70\text{ °C}$. Les caractéristiques de fonctionnement doivent être maintenues sur l'ensemble de la plage de températures ambiantes admises.

NOTE Pour les détecteurs de proximité ultrasoniques, du fait que la vitesse des ultrasons dépend de la température de l'air, la portée peut varier d'environ 0,17 % par kelvin.

7.1.2.2 Détecteurs de proximité photoélectriques

Les détecteurs de proximité photoélectriques doivent fonctionner sous une température ambiante comprise entre -5°C et $+55^{\circ}\text{C}$. Les caractéristiques de fonctionnement doivent être maintenues sur l'ensemble de la plage de températures ambiantes admises.

7.1.3 Altitude

Le paragraphe 6.1.2 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique.

7.1.4 Conditions climatiques

7.1.4.1 Humidité

Le taux d'humidité relative (HR) de l'air ne doit pas dépasser 50 % à 70°C . Des taux d'humidité relative plus élevés sont admis à des températures plus basses, par exemple 90 % à $+20^{\circ}\text{C}$.

La formation de condensation sur la face sensible peut avoir une influence sur les portées. Il convient de surveiller le phénomène de condensation qui peut se produire en cas de variations de température (taux de HR de 50 % à 70°C équivalent à un taux de HR de 100 % à 54°C).

7.1.4.2 Degré de pollution

Sauf spécification contraire du fabricant, un détecteur de proximité est destiné à être installé dans les conditions d'environnement du degré de pollution 3, comme défini en 6.1.3.2 de l'IEC 60947-1:2007. Toutefois, d'autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du micro-environnement.

7.2 Conditions pendant le transport et le stockage

Un accord spécial doit être conclu entre l'utilisateur et le fabricant si les conditions pendant le transport et le stockage, par exemple les conditions de température et d'humidité, sont différentes de celles définies en 7.1.

7.3 Montage

Les cotes et conditions de montage doivent être déclarées par le fabricant. Les valeurs types des cotes de montage sont données à l'Annexe A.

8 Exigences relatives à la construction et aux performances

8.1 Exigences relatives à la construction

8.1.1 Matériaux

8.1.1.1 Exigences générales relatives aux matériaux

Le paragraphe 7.1.2.1 de l'IEC 60947-1:2007/de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 s'applique, avec l'ajout suivant:

Les matériaux doivent convenir à l'application particulière et permettre au matériel de satisfaire aux exigences d'essai correspondantes.

L'attention doit être spécialement appelée sur les qualités de résistance à la flamme et à l'humidité, et sur la nécessité de protéger certains matériaux isolants contre l'humidité. Le fabricant doit spécifier la méthode d'essai à utiliser, entre celle donnée en 8.1.1.2 et celle donnée en 8.1.1.3.

Le paragraphe 8.1.1.2 du présent document se substitue à 7.1.2.2 de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

8.1.1.2 Essai au fil incandescent

L'adéquation des matériaux utilisés est vérifiée:

- a) en réalisant des essais sur le matériel; ou
- b) en réalisant des essais sur des sections prélevées sur le matériel; ou
- c) en réalisant des essais sur une quelconque partie d'un matériau identique présentant une épaisseur représentative; ou
- d) en fournissant des données issues du fabricant du matériau isolant qui satisfont aux exigences de l'IEC 60695-2-12.

L'adéquation doit être déterminée par rapport à la résistance à une chaleur anormale et au feu. Le fabricant doit indiquer les méthodes devant être utilisées parmi a), b), c) et d).

Si un matériau identique présentant une section représentative a déjà satisfait aux exigences d'un quelconque essai du 8.2.1 de l'IEC 60947-1:2007, alors il n'est pas nécessaire de répéter ces essais.

Les essais sur le matériel doivent consister en l'essai au fil incandescent sur les produits finis décrit dans l'IEC 60695-2-10 et l'IEC 60695-2-11.

Les essais doivent être réalisés conformément au 8.2.1.1.1 de l'IEC 60947-1:2007, dans les conditions données dans le Tableau 4.

NOTE Pour les petites pièces et les pièces de masse négligeable, inférieure à 2 g, telles qu'elles sont spécifiées dans l'IEC 60695-2-11, aucun autre essai n'est exigé.

Tableau 4 – Conditions d'essai pour l'essai au fil incandescent

Pièce soumise à essai	Condition d'essai
Pièce présentant une masse négligeable, inférieure à 2 g (voir 3.14 de l'IEC 60695-2-11:2014)	L'essai n'est pas exigé ^{a, c}
Pièce qualifiée de "petite pièce" conformément au 3.15 de l'IEC 60695-2-11:2014	L'essai n'est pas exigé ^{a, c}
Pièce maintenant en position des parties transportant le courant	Essai au fil incandescent à une température de 750 °C
Toutes les autres pièces	Essai au fil incandescent à une température de 650 °C ^b
^a Il n'est pas nécessaire de réaliser les essais en variante. ^b La température du fil incandescent peut être réduite à 550 °C s'il peut être attesté que le risque résiduel d'incendie est acceptable. ^c Pour les produits constitués d'une multitude de petites pièces, la quantité de matériaux non soumis à essai et situés au voisinage direct ne doit pas dépasser 10 g.	

8.1.1.3 Essai selon la catégorie d'inflammabilité

Le paragraphe 7.1.2.3 de l'IEC 60947-1:2007 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 s'applique.

8.1.2 Parties transportant le courant et leurs connexions

Les parties transportant le courant doivent présenter la résistance mécanique et le courant admissible nécessaires à leur utilisation prévue.

Pour les connexions électriques, aucune pression des contacts ne doit être transmise par des matériaux isolants autres que la céramique ou d'autres matériaux présentant des caractéristiques au moins équivalentes, à moins que les parties métalliques ne possèdent une élasticité suffisante pour compenser tout rétrécissement ou fléchissement éventuel du matériau isolant.

8.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le paragraphe 7.1.4 de l'IEC 60947-1:2007 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 s'applique.

8.1.4 Actionnement

Le fonctionnement des détecteurs de proximité est soumis à essai par la présence ou l'absence de cible normalisée. Les caractéristiques de la cible sont spécifiées en 9.3.2.1.

8.1.5 Vide

8.1.6 Vide

8.1.7 Bornes

8.1.7.1 Exigences relatives à la construction

Le paragraphe 7.1.8.1 de l'IEC 60947-1:2007 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 s'applique.

8.1.7.2 Capacité de raccordement

Le paragraphe 7.1.8.2 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique.

8.1.7.3 Organe de raccordement

Le paragraphe 7.1.8.3 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique avec les ajouts suivants:

Les détecteurs de proximité peuvent avoir des conducteurs de raccordement intégrés; dans ce cas, la gaine extérieure des conducteurs de raccordement doit présenter une longueur de $2^{+0,1}_0$ m, sauf accord contraire entre le fabricant et le client. Les informations fournies par le fabricant peuvent constituer un tel accord.

NOTE Le Code électrique national américain spécifie:

- 1) que la longueur libre d'un conducteur pour le raccordement sur site ne soit pas inférieure à 152 mm ou à 100 mm lorsqu'il est destiné à être installé dans une boîte de raccordement;
- 2) qu'un conducteur destiné à être raccordé sur site ne soit pas inférieur à 0,2 mm² (24 AWG), et que l'isolation, lorsqu'elle est en caoutchouc ou en matériau thermoplastique, ne présente pas une épaisseur inférieure à 0,8 mm.

8.1.7.4 Identification des raccordements et marquage

Le paragraphe 7.1.8.4 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique avec les ajouts suivants:

Les détecteurs de proximité à conducteurs de raccordement intégrés doivent avoir des fils identifiés par des couleurs conformément au Tableau 5.

Les bornes des détecteurs de proximité à bornes doivent être identifiées conformément au Tableau 5.

Tableau 5 – Identification du raccordement et du câblage

Type	Fonction	Fil	Couleur du fil	Numéro de la borne b, c, d
2 bornes c.a. et 2 bornes c.c. sans polarisation	NO (fermeture)		Couleur quelconque ^a excepté Jaune, Vert, ou Vert et jaune	3
				4
	NF (ouverture)			1
				2
2 bornes c.c. avec polarisation	NO (fermeture)	+	Marron	1
		–	Bleu	4
	NF (ouverture)	+	Marron	1
		–	Bleu	2 ^h
3 bornes c.c. avec polarisation	NO (fermeture)	+	Marron	1
		–	Bleu	3
		Sortie	Noir	4
	NF (ouverture)	+	Marron	1
		–	Bleu	3
		Sortie	Noir	2 ^h
3 bornes c.a. et 3 bornes c.a./c.c. avec polarisation	NO (fermeture)	Phase	Marron	1
		N	Bleu	3
		Sortie	Noir	4
	NF (ouverture)	Phase	Marron	1
		N	Bleu	3
		Sortie	Noir	2
4 bornes c.c. avec polarisation	Inverseur (fermeture/ouverture)	+	Marron	1
		–	Bleu	3
		Sortie NO	Noir	4
		Sortie NF	Blanc	2
Connecteur c.c. 8 pôles M12 avec polarisation ^g	NO, NF et autres fonctions non définies	+	Marron	1
		–	Bleu	3
		Sortie NO	Noir	4
		Sortie NF	Blanc	2
		Non défini	Gris	5
		Non défini	Rose	6
		Non défini	Violet	7
		Terre	Orange ^e	8
		Blindage	Blindage ^f	8
Connecteur c.c. 12 pôles M12 avec polarisation ^g	NO, NF et autres fonctions non définies	+	Marron	1
		–	Bleu	3
		Sortie NO	Noir	4
		Sortie NF	Blanc	2
		Non défini	Gris	5
		Non défini	Rose	6
		Non défini	Violet	7
		Terre	Orange ^e	8
		Blindage	Blindage ^f	8
		Non défini	Gris/rose	9
		Non défini	Blanc/bleu	10
		Non défini	Blanc/gris	11
		Non défini	Gris/marron	12

a	Il est recommandé que les deux fils soient de la même couleur.
b	Les numéros des bornes (à l'exception des détecteurs de proximité c.a. et des détecteurs de proximité utilisant des connecteurs à trois bornes de 8 mm) doivent être identiques aux numéros des broches de connecteurs intégrés.
c	Pour les détecteurs de proximité à quatre ou huit bornes c.c. ayant des fonctions spéciales, les bornes 2 ou 4 peuvent être utilisées pour des fonctions autres que des sorties. Dans ce cas, le fabricant doit donner une indication claire de la couleur du fil et de la fonctionnalité.
d	Pour les détecteurs de proximité à quatre bornes c.c., les bornes 2 ou 4 peuvent être utilisées pour des combinaisons de sortie autres que celles indiquées dans le présent tableau. Dans ce cas, le fabricant doit donner une indication claire de la fonction de chaque borne.
e	Pour connecteurs sans raccordement du blindage.
f	Pour connecteurs avec raccordement du blindage.
g	Code couleur recommandé. Le fabricant doit déclarer, dans le manuel d'utilisation, les couleurs de fil réelles utilisées.
h	Pour les détecteurs de proximité avec un connecteur 3 pôles M5/M8, la sortie NF est reliée à la borne 4.

NOTE Il existe d'autres documents aux Etats-Unis qui définissent des codes couleurs pour les conducteurs pouvant s'appliquer à l'installation de détecteurs de proximité.

La double couleur vert-jaune doit être réservée à l'identification du conducteur de protection de mise à la terre, comme déclaré dans l'IEC 60445. Pour des raisons historiques de mise à la terre, la couleur verte ne doit pas être utilisée à d'autres fins que l'identification du conducteur de protection de mise à la terre.

8.1.8 Vide

8.1.9 Dispositions pour la mise à la terre

8.1.9.1 Exigences relatives à la construction

Le paragraphe 7.1.10.1 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique avec l'ajout suivant:

NOTE 1 Pour un détecteur de proximité ayant une classe II d'isolement, il n'est pas exigé de raccorder l'enveloppe métallique externe à la borne de terre de protection (voir l'IEC 61140).

NOTE 2 Les détecteurs de proximité de tension assignée ne dépassant pas 50 V c.a. ou 120 V c.c. ne nécessitent pas de disposition pour la mise à la terre.

Des précautions doivent être prises concernant l'isolement de sécurité de l'alimentation et de son transformateur (le cas échéant) conformément aux règles d'installation; voir l'IEC 60364 (toutes les parties).

8.1.9.2 Borne de terre de protection

Le paragraphe 7.1.10.2 de l'IEC 60947-1:2007 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 s'applique.

8.1.9.3 Identification et marquage de la borne de terre de protection

Le paragraphe 7.1.10.3 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique.

8.1.10 Degré de protection

Les détecteurs de proximité, lorsqu'ils sont installés conformément aux instructions du fabricant, doivent avoir un degré de protection minimal IP65, sauf les détecteurs photoélectriques qui doivent avoir un degré de protection minimal IP54. Celui-ci doit être vérifié selon 9.2.

NOTE Pendant l'essai relatif au degré de protection, il n'est pas exigé de faire fonctionner le détecteur de proximité.

8.1.11 Exigences relatives aux détecteurs de proximité avec câble solidaire de l'appareil

Voir l'Annexe C.

8.1.12 Détecteurs de proximité de classe II

Ces appareils ne doivent pas être équipés de dispositifs de protection de mise à la terre (voir l'IEC 61140).

Pour les détecteurs de proximité de classe II isolés par encapsulation, voir l'Annexe B.

8.1.13 Contraintes chimiques

A l'étude.

8.1.14 Conception du matériel

Chaque fabricant doit identifier des cas spécifiques d'usage inapproprié raisonnablement prévisible associés à son produit et à ses technologies. Le produit doit être tel qu'il présente pour l'utilisateur un risque résiduel de sécurité tolérable.

NOTE 1 Aucun essai pertinent ne peut donc être spécifié dans le présent document.

NOTE 2 Des méthodes telles que l'Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) peuvent être utilisées.

8.1.15 Protection contre le rayonnement optique artificiel

8.1.15.1 Sécurité photobiologique conformément à la série IEC 62471 (toutes les parties)

Le matériel équipé de lampes et d'appareils utilisant des lampes émettant un rayonnement ultraviolet, un rayonnement visible ou un rayonnement infrarouge, comprenant les diodes électroluminescentes, ne doit pas permettre l'émission non intentionnelle de rayonnement susceptible de constituer un danger. Les sources de rayonnement doivent être évaluées conformément à la série IEC 62471 (toutes les parties). Les sources lumineuses du matériel sont évaluées selon les groupes de risque 1, 2 ou 3, et le groupe sans risque, définis dans l'IEC TR 62471-2:2009, et doivent être repérées conformément à l'IEC TR 62471-2:2009. Les mesures de protection, restrictions d'utilisation et instructions de fonctionnement pouvant être nécessaires doivent être fournies.

NOTE 1 L'attention est attirée sur l'existence potentielle de lignes directrices ou d'exigences supplémentaires, qui peuvent être spécifiées par les autorités nationales ou d'autres organismes.

La conformité est vérifiée par la conception, par l'étude des spécifications techniques du fabricant de lampes, et si nécessaire, par la mesure du rayonnement optique, suivi par la détermination des groupes de risque applicables conformément à la série IEC 62471 (toutes les parties).

NOTE 2 L'énoncé de mise en garde relatif aux groupes de risque 1, 2 et 3 spécifiés dans l'IEC TR 62471-2 peut être utilisé comme une mesure de sauvegarde.

NOTE 3 Voir la série IEC 62471 (toutes les parties) pour des recommandations sur les techniques de mesure.

NOTE 4 La série IEC 62471 et l'IEC 60825-1 constituent des normes complémentaires entre elles. Dans le cas d'exigences de sauvegarde manquantes, elles peuvent être considérées de manière combinée.

8.1.15.2 Sécurité des appareils à laser conformément à l'IEC 60825-1

Un matériel contenant un ou plusieurs lasers (comprenant les diodes laser) doit être conforme à l'IEC 60825-1. La source laser du matériel doit être classifiée conformément à l'IEC 60825-1 et doit être marquée conformément à l'IEC 60825-1. Les mesures de protection, restrictions d'utilisation et instructions de fonctionnement pouvant être nécessaires doivent être fournies.

NOTE 1 La lumière cohérente émise est considérée comme un rayonnement laser. Dans l'IEC 60825-1:2014, les diodes émettant une telle lumière sont identifiées comme des "diodes laser". Pour d'autres critères de déviation concernant les lasers et les lampes, voir 4.4 de l'IEC 60825-1:2014, "Appareils à laser destinés à fonctionner comme des lampes conventionnelles".

La conformité est vérifiée par la conception, l'appréciation, la vérification, la mesure et le marquage conformément aux exigences de l'IEC 60825-1:2014.

NOTE 2 Pour les pays de l'Union européenne: dans certains domaines, les limites de valeur d'exposition définies dans l'IEC 60825-1:2014 sont supérieures aux exigences de la Directive européenne 2006/25/CE relative aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels). Par conséquent, la conformité aux limites données dans l'IEC 60825-1:2014 peut ne pas satisfaire aux exigences de la Directive 2006/25/CE et des exigences supplémentaires doivent être appliquées.

8.1.16 Effets biologiques et chimiques

Dans le cadre d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, le fabricant peut fournir une liste des matériaux pertinents, afin que l'utilisateur vérifie l'adéquation du produit à l'application visée.

NOTE Aucun risque pertinent n'est identifié pour les détecteurs de proximité utilisés conformément au domaine d'application du présent document. Des exigences supplémentaires peuvent être pertinentes conjointement à des applications/secteurs d'activité spécifiques, par exemple l'agroalimentaire, l'industrie chimique, le secteur maritime, les machines-outils.

8.1.17 Fonctionnement sans surveillance

Inapplicable aux produits relevant du domaine d'application du présent document. Il n'est pas nécessaire d'effectuer un quelconque ajustement pendant le fonctionnement.

8.1.18 Considérations de sûreté relatives à la sécurité

Dans le cas d'un micrologiciel intégré, les aspects relatifs à la cybersécurité doivent être pris en compte conformément à la série IEC 62443 (toutes les parties).

NOTE Les aspects relatifs à la sécurité fonctionnelle ne s'appliquent pas aux produits relevant du domaine d'application du présent document.

8.1.19 Exigences relatives aux logiciels intégrés

A l'étude.

8.2 Exigences relatives aux performances

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Le matériel doit être installé selon les instructions données dans les feuilles de spécification correspondantes (voir l'Annexe A) ou par le fabricant.

Pour les essais de 8.2.1.3 à 8.2.1.6, la charge doit être ajustée pour obtenir $0,2 I_e$.

8.2.1.2 Limites de fonctionnement

Les détecteurs de proximité doivent fonctionner de manière satisfaisante:

- a) entre 85 % et 110 % de U_e , ou
- b) entre 85 % de $U_{e \min}$ et 110 % de $U_{e \max}$, ou
- c) dans tout le domaine U_B .

En courant continu, la valeur maximale de l'ondulation (crête à crête) ne doit pas excéder $0,1 U_e$ (voir 5.3.1.1).

8.2.1.3 Portées

8.2.1.3.1 Généralités

Les portées sont mesurées conformément à 9.4. Les portées sont déclarées pour un mouvement de la cible vers le détecteur de proximité en approche axiale.

Pour les détecteurs de proximité inductifs et capacitifs, la relation entre les portées est représentée à la Figure 1.

Pour les détecteurs de proximité ultrasoniques, la relation entre les portées est représentée à la Figure 3.

Pour les détecteurs de proximité photoélectriques, la relation entre les portées est représentée à la Figure 4.

8.2.1.3.2 Portée réelle (s_r)

La portée réelle est mesurée à la tension assignée et à la température ambiante de $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

- Pour les détecteurs de proximité inductifs et capacitifs, elle doit être comprise entre 90 % et 110 % de la portée assignée (s_n):

$$0,9 s_n \leq s_r \leq 1,1 s_n$$

- Pour les détecteurs de proximité ultrasoniques, elle doit être une distance quelconque entre la portée minimale et la portée maximale:

$$s_{\min} \leq s_r \leq s_{\max}$$

8.2.1.3.3 Portée utile (s_u)

La portée utile est mesurée dans les limites de la plage de températures ambiantes et à une tension d'alimentation égale à 85 % et 110 % de la tension assignée.

- Pour les détecteurs de proximité inductifs et ultrasoniques, elle doit être comprise entre 90 % et 110 % de la portée réelle (s_r):

$$0,9 s_r \leq s_u \leq 1,1 s_r$$

- Pour les détecteurs de proximité capacitifs, elle doit être comprise entre 80 % et 120 % de la portée réelle (s_r):

$$0,8 s_r \leq s_u \leq 1,2 s_r$$

8.2.1.3.4 Portée de travail (s_a)

- Pour les détecteurs de proximité inductifs, la portée de travail est comprise entre 0 % et 81 % de la portée assignée s_n :

$$0 \leq s_a \leq 0,9 \times 0,9 s_n$$

- Pour les détecteurs de proximité capacitifs, la portée de travail est comprise entre 0 % et 72 % de la portée assignée s_n :

$$0 \leq s_a \leq 0,9 \times 0,8 s_n$$

8.2.1.3.5 Domaine de fonctionnement (r_o) pour les détecteurs de proximité photoélectriques de types T et R

Le domaine de fonctionnement est mesuré conformément à 9.4.

Le domaine de fonctionnement est représenté:

- à la Figure 12 a) pour le type T: émetteur et récepteur;
- à la Figure 12 b) pour le type R: émetteur-récepteur et réflecteur.

Le domaine de fonctionnement et la valeur du gain excédentaire à cette portée doivent être déclarés par le fabricant. L'essai doit être réalisé avec la condition de luminosité supérieure à 5 000 lx, conformément à la méthode d'essai spécifiée en 9.4.2.

Le gain excédentaire est déterminé conformément à 9.4.2.8.

8.2.1.3.6 Domaine de détection (s_d) pour les détecteurs de proximité photoélectriques de type D et de type D à effacement d'arrière-plan

Le domaine de détection et/ou la portée sont mesurés conformément à 9.4.

Le domaine de détection est représenté à la Figure 12 c) pour le type D, émetteur-récepteur et objet., et à la Figure 12 d) pour le type D et le type D à effacement d'arrière-plan, émetteur-récepteur et cible.

Le domaine de détection et le déplacement du domaine de détection (type D à effacement d'arrière-plan) doivent être déclarés par le fabricant pour une lumière ambiante de 5 000 lx, conformément à la méthode d'essai spécifiée en 9.4.2.6.

8.2.1.3.7 Sensibilité et portées des détecteurs de proximité magnétiques non mécaniques

Pour les détecteurs de proximité magnétiques non mécaniques, les caractéristiques de portée et leurs tolérances doivent être déclarées par le fabricant.

8.2.1.4 Répétabilité (R)

La répétabilité de la portée réelle (s_r) est mesurée dans un intervalle de temps de 8 h à la température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à une quelconque humidité relative comprise dans la plage donnée en 7.1.4.1, avec une tolérance de $\pm 5\%$ et à une tension d'alimentation spécifiée.

La différence entre deux mesures quelconques ne doit pas dépasser 10 % de la portée réelle (s_r):

$$R \leq 0,1 s_r$$

8.2.1.5 Course différentielle (H)

La course différentielle est indiquée en pourcentage de la portée réelle (s_r). La mesure est effectuée conformément à 9.4.1.3 à la température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et à la tension d'alimentation assignée. Elle doit être inférieure à 20 % de la portée réelle (s_r):

$$H \leq 0,2 s_r$$

Pour les détecteurs photoélectriques, la valeur peut aller au-delà de l'exigence de limite supérieure. Dans ce cas, elle doit être déclarée par le fabricant.

8.2.1.6 Fréquence de commutation (f)

8.2.1.6.1 Détecteurs de proximité inductifs, capacitifs et ultrasoniques

La fréquence de commutation doit être conforme à l'Annexe A et à l'Annexe E, et doit être mesurée conformément à 9.5.2 et 9.5.3.

8.2.1.6.2 Détecteurs de proximité photoélectriques

8.2.1.6.2.1 Généralités

La fréquence de commutation (f) est déterminée par la formule:

$$f = \frac{1}{t_{on} + t_{off}}$$

où:

t_{on} désigne le temps d'action;

t_{off} désigne le temps de relâchement;

qui doivent être déclarés par le fabricant;

t_{on} et t_{off} doivent être mesurés conformément à 9.5.4.

8.2.1.6.2.2 Temps d'action (t_{on})

Le temps d'action et la méthode de mesure doivent être déclarés par le fabricant.

8.2.1.6.2.3 Temps de relâchement (t_{off})

Le temps de relâchement et la méthode de mesure doivent être déclarés par le fabricant.

8.2.1.7 Retard à la disponibilité (t_v) (temps de démarrage)

Le retard à la disponibilité ne doit pas dépasser 300 ms.

Pendant ce temps, l'élément de commutation ne doit donner aucun signal erroné. Un signal erroné est un signal autre que zéro qui apparaît pour une durée supérieure à 2 ms (voir 9.3.3.2.1).

NOTE Le signal zéro signifie qu'aucun autre courant que le courant résiduel ne circule dans la charge.

8.2.1.8 Gain excédentaire ou déplacement du domaine de détection pour les détecteurs de proximité photoélectriques

Le gain excédentaire, ou dans le cas de détecteurs de proximité à effacement d'arrière-plan, le déplacement du domaine de détection, ainsi que la méthode de mesure, doivent être déclarés par le fabricant.

8.2.1.9 Courant assigné d'emploi (I_e)

Le courant assigné d'emploi doit être de:

- 50 mA c.c., ou
- 200 mA c.a. en valeur efficace.

Les autres valeurs doivent être déclarées par le fabricant.

8.2.1.10 Courant d'emploi minimal (I_m)

Le courant d'emploi minimal doit être de:

- pour 2 bornes $I_m \leq 5$ mA c.c. ou c.a. en valeur efficace,
- pour 3 ou 4 bornes $I_m \leq 1$ mA c.c.,

et vérifié conformément à 9.3.3.2.2.

8.2.1.11 Courant à l'état bloqué (I_r)

Le courant maximal (I_r) qui circule à travers le circuit de charge d'un détecteur de proximité à l'état bloqué doit être de:

- pour 2 bornes $I_r \leq 1,5$ mA c.c., ou
- $I_r \leq 3$ mA c.a. en valeur efficace;
- pour 3 ou 4 bornes $I_r \leq 0,5$ mA c.c.,

et vérifié conformément à 9.3.3.2.3.

8.2.1.12 Manœuvre de l'élément de commutation

La manœuvre de l'élément de commutation doit être à action indépendante et doit être vérifiée conformément à 9.3.3.2.4.

8.2.1.13 Chute de tension (U_d)

La chute de tension mesurée conformément à 9.3.3.2.5 doit être de:

- pour 2 bornes $U_d \leq 8$ V c.c., ou
- $U_d \leq 10$ V c.a. en valeur efficace;
- pour 3 ou 4 bornes $U_d \leq 3,5$ V c.c.

8.2.2 Echauffement

Le paragraphe 7.2.2 de l'IEC 60947-1:2007 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 s'applique, avec les ajouts suivants:

La température ambiante, en tant que base pour la détection des valeurs du Tableau 6, ne doit pas dépasser +40 °C et sa valeur moyenne sur une période de 24 h ne doit pas dépasser +35 °C.

La température maximale des surfaces destinées à être accessibles de l'enveloppe du détecteur de proximité, métallique ou non métallique, pendant le fonctionnement normal, ne doit pas dépasser le seuil de brûlure défini dans le Tableau 6. L'échauffement maximal pour l'extérieur de l'enveloppe, qu'il s'agisse de matériaux métalliques ou non métalliques, et pour les bornes, ne doit pas dépasser 50 K.

Lorsque l'échauffement d'un produit est tel que les limites exprimées en valeur absolue sont dépassées, le fabricant doit:

soit:

- marquer le produit avec le symbole approprié de l'IEC 60417-5041:2002-10, ci-après:

Danger; Surface chaude



- et inclure toutes les informations pertinentes dans les ouvrages de référence du fabricant;

soit:

- inclure la mention de sécurité suivante dans les ouvrages de référence du fabricant: "Le détecteur de proximité doit être installé de façon à rendre impossible tout contact accidentel."

Tableau 6 – Seuil de brûlure

Matériau de la pièce	Température de contact maximal en l'absence de marquage ^{a, b c} en °C
Métal plaqué ou métal nu	64
Métal revêtu (50 µm minimum)	74
Plastique, bois et tout autre matériau de surface	85
NOTE Exemples de revêtement de pièce métallique: peinture, vernis, enduction plastique, céramique...	
^a Ces valeurs sont définies en considérant des personnes adultes exposées à une durée de contact de 1 s, conformément à l'IEC Guide 117. ^b S'applique: – aux organes de manœuvre manuels; – aux parties destinées à être touchées mais non tenues dans la main; – aux parties qui ne nécessitent pas d'être touchées pendant le fonctionnement normal, et à l'enveloppe externe. ^c La note a) du Tableau 3 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique aux dispositifs de petites dimensions.	

8.2.3 Caractéristiques diélectriques

8.2.3.1 Généralités

Le détecteur de proximité doit satisfaire aux essais diélectriques spécifiés en 9.3.3.4.

Pour les détecteurs de proximité de classe II isolés par encapsulation, voir l'Annexe B.

8.2.3.2 Tension assignée de tenue aux chocs

La tension d'essai minimale doit être de 1 kV.

Les caractéristiques du générateur d'impulsions sont les suivantes:

- forme d'onde 1,2/50 μ s,
- impédance de la source: 500 Ω ,
- énergie de la source: 0,5 J.

Pour les détecteurs de proximité présentant un facteur de forme inférieur à M12, et pour les détecteurs de proximité rectangulaires dont la longueur du plus petit côté ne dépasse pas 12 mm, il est admis que le fabricant spécifie les composants de protection externe permettant de satisfaire à cette exigence.

8.2.4 Aptitude à l'établissement et à la coupure dans les conditions de charge normales et anormales

a) Pouvoirs de fermeture et de coupure en conditions normales

Les éléments de commutation doivent pouvoir établir et couper sans défaillance les courants dans les conditions précisées dans le Tableau 7, pour les catégories d'emploi correspondantes et le nombre de manœuvres indiqué, dans les conditions spécifiées en 9.3.3.5.

b) Pouvoirs de fermeture et de coupure en conditions anormales

Les éléments de commutation doivent pouvoir établir et couper sans défaillance les courants dans les conditions précisées dans le Tableau 8, pour les catégories d'emploi correspondantes et le nombre de manœuvres indiqué, dans les conditions spécifiées en 9.3.3.5.

Tableau 7 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans des conditions normales correspondant aux catégories d'emploi ^a

Catégorie d'emploi	Conditions normales d'emploi								
	Etablissement ^b			Coupure ^b			Nombre et cadence des manœuvres d'établissement et de coupure		
	I / I_e	U / U_e		I / I_e	U / U_e		Nombre de manœuvres _c	Manœuvres par minute	Durée minimale à l'état passant ms
AC			$\cos \varphi$			$\cos \varphi$			
AC-12	1	1	0,9	1	1	0,9	6 050	6	50
AC-140	6	1	0,3	1	1	0,3	6 050	6	20
DC			$T_{0,95}$ ms			$T_{0,95}$ ms			
DC-12	1	1	1	1	1	1	6 050	6	1
DC-13	1	1	$6 P^d$	1	1	$6 P^d$	6 050	6	$T_{0,95}$

I_e courant assigné d'emploi
 U_e tension assignée d'emploi
 I courant à établir ou à couper
 U tension avant établissement
 P $U_e I_e$ = puissance absorbée en régime établi
 $T_{0,95}$ temps mis pour atteindre 95 % du courant en régime établi

^a Voir 9.3.3.5.

^b Pour les tolérances sur les grandeurs d'essai, voir 9.3.2.2.

^c Les 50 premières manœuvres doivent être effectuées à $U / U_e = 1,1$ avec les charges ajustées à U_e .

^d La valeur "6 × P" (exprimée en ms) résulte d'une relation empirique qui est estimée représenter la plupart des charges magnétiques en courant continu jusqu'à la limite supérieure de $P = 50$ W.

Tableau 8 – Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans des conditions anormales correspondant aux catégories d'emploi ^a

Catégorie d'emploi	Conditions anormales d'emploi ^b					
	Etablissement et coupure ^c			Nombre et cadence des manœuvres d'établissement et de coupure		
	I / I_e	U / U_e	$\cos \varphi$	Nombre de manœuvres	Manœuvres par minute	Durée minimale à l'état passant ms
AC-12	Non applicable					
AC-140 ^d	6	1,1	0,7	10	6	20
DC-12	Non applicable					
DC-13	Voir note ^e					
I_e courant assigné d'emploi U_e tension assignée d'emploi I courant à établir ou à couper U tension avant établissement						
^a Voir 9.3.3.5. ^b La condition anormale consiste à simuler un électroaimant bloqué en position ouverte. ^c Pour les tolérances sur les grandeurs d'essai, voir 9.3.2.2. ^d Un dispositif de protection contre les surcharges spécifié par le fabricant peut être utilisé pour vérifier les conditions anormales. ^e Cet essai est couvert par l'essai réalisé conformément à la note ^c du Tableau 7.						

8.2.5 Courant de court-circuit conditionnel

L'élément de commutation doit supporter les contraintes occasionnées par les courants de court-circuit dans les conditions spécifiées en 9.3.4.

8.2.6 Compatibilité électromagnétique (CEM)

8.2.6.1 Généralités

En raison de la petite taille des détecteurs de proximité et de leur environnement d'application protégé, les niveaux d'immunité spécifiés dans le présent document s'écarteront, dans certains cas, de ceux spécifiés dans les normes génériques d'immunité.

Le détecteur de proximité à soumettre à essai doit présenter tous les détails de conception essentiels du type qu'il représente et il doit être dans un état propre et neuf.

Les essais de CEM doivent être effectués à U_e ou $U_{e \max}$ si la tension assignée d'emploi est donnée sous la forme d'une plage de tensions.

L'entretien ou le remplacement de certaines parties durant ou après un cycle d'essai n'est pas autorisé.

Généralement, deux environnements A et B, comme suit, sont définis dans les normes CEM relatives à l'émission. Les produits couverts par le présent document sont destinés à une utilisation dans un environnement A.

L'environnement A concerne les réseaux/sites/installations non publics ou industriels à basse tension comprenant des sources fortement perturbatrices.

NOTE 1 L'environnement A correspond aux matériels de classe A définis dans le document CISPR 11:2015.

L'environnement B concerne les réseaux publics de distribution électrique à basse tension tels que les installations/sites domestiques, commerciaux et pour l'industrie légère. Les sources fortement perturbatrices telles que les postes de soudage à l'arc ne sont pas couvertes par cet environnement.

NOTE 2 L'environnement B correspond aux matériels de classe B définis dans le document CISPR 11:2015.

8.2.6.2 Immunité

8.2.6.2.1 Critères d'acceptation

Le Tableau 9 donne les critères d'acceptation.

Tableau 9 – Critères d'acceptation

Point	Critères d'acceptation (critères de comportement pendant les essais)		
	A	B	C
Comportement général	Pas de changements décelables des caractéristiques de fonctionnement Fonctionnement comme prévu ^a	Dégradation temporaire ou perte de comportement avec reprise automatique ^b	Dégradation temporaire ou perte du comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou la réinitialisation du système
Fonctionnement des panneaux d'affichage et des composants de signalisation	Pas de changements à l'information visible affichée Seulement une faible fluctuation de l'intensité lumineuse des diodes électroluminescentes, ou un léger mouvement des caractères	Changements visibles temporaires ou perte de l'information Illumination non désirée d'une diode électroluminescente	Arrêt, perte permanente de l'affichage ou mauvaise information Mode de fonctionnement non autorisé. Sans reprise automatique
Traitement des informations et fonctions de détection	Communication et échange de données non perturbés vers des dispositifs externes qui restent dans la spécification	Communication temporairement perturbée, qui est détectée et offrant une reprise automatique	Traitement erroné de l'information Perte non détectée de données et/ou de l'information Erreurs dans la communication Sans reprise automatique
^a En raison du principe physique du détecteur de proximité, une dégradation du comportement à la fréquence d'oscillation du capteur (+/-20 %) est admise. Sur cette plage de fréquences, le critère de comportement B doit être respecté. ^b Le délai de reprise ne doit pas dépasser le délai maximal qui peut être mesuré lorsque le dispositif est démarré par mise sous tension aux bornes de la source d'alimentation (retard à la disponibilité conformément à 8.2.1.7).			

8.2.6.2.2 Décharges électrostatiques

Conformément à l'IEC 61000-4-2 et au Tableau 10.

Tableau 10 – Essais d'immunité (1 de 2)

Type d'essai	Norme de référence	Niveau d'essai exigé		Critères d'acceptation
Essai d'immunité aux décharges électrostatiques	IEC 61000-4-2	8 kV / décharge dans l'air ou 4 kV / décharge au contact		B ^h
Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques (80 MHz à 1 GHz et 1,4 GHz à 2 GHz)	IEC 61000-4-3	3 V/m ^f		A
Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques (2 GHz à 6 GHz)	IEC 61000-4-3	1 V/m		A
Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves	IEC 61000-4-4	Ports d'alimentation c.a. de tension assignée > 50 V	Réseau de couplage/découplage 2 kV / 5 kHz	B ^h
		Ports d'alimentation c.c. de tension assignée > 75 V	Réseau de couplage/découplage 1 kV / 5 kHz	
		Tous les autres ports ^k	Rinçage de couplage capacitive 2 kV / 5 kHz	
Essai d'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques (150 kHz à 80 MHz)	IEC 61000-4-6	3 V ^f		A
Essai d'immunité aux champs magnétiques à la fréquence du réseau ^a	IEC 61000-4-8	30 A/m		A
Essai d'immunité aux creux de tension ^g	IEC 61000-4-11	Classe 2 ^{b, c} 0 % pendant 0,5 période	Classe 3 ^{b, c} 0 % pendant 0,5 période	B ^{h, i}
		Classe 2 ^{b, c} 0 % pendant 1 période	Classe 3 ^{b, c} 0 % pendant 1 période	B
		Classe 2 ^{b, c, d} 70 % pendant 25 périodes/30 périodes	Classe 3 ^{b, c, d} 40 % pendant 10 périodes/12 périodes 70 % pendant 25 périodes/30 périodes 80 % pendant 250 périodes/300 périodes	C
Essai d'immunité aux interruptions de tension ^g	IEC 61000-4-11	Classe 2 ^{b, c, d} 0 % pendant 250 périodes/300 périodes	Classe 3 ^{b, c, d} 0 % pendant 250 périodes/300 périodes	C

Tableau 10 (2 de 2)

^a	Applicable uniquement aux détecteurs de proximité comprenant des dispositifs sensibles aux champs magnétiques à la fréquence du réseau. Dans ce cas, le détecteur de proximité doit respecter les critères d'acceptation B (critères de comportement pendant les essais), conformément au Tableau 9.
^b	La classe 2 s'applique aux points communs de raccordement au réseau public et aux points communs de raccordement au réseau public en usine dans l'environnement industriel en général. La classe 3 s'applique uniquement aux raccordements en usine en environnement industriel. Il convient d'utiliser cette classe lorsqu'une majeure partie de la charge passe par des convertisseurs, que des machines de soudage sont présentes, que des moteurs puissants sont mis en marche fréquemment ou que des charges varient rapidement. Le fabricant doit déclarer la classe applicable.
^c	Le pourcentage indiqué signifie le pourcentage de la tension assignée d'emploi, par exemple 0 % signifie 0 V.
^d	La valeur avant le signe (/) concerne les essais à 50 Hz et la valeur après le signe (/) concerne les essais à 60 Hz.
^e	Les niveaux d'essai sont à l'étude pour le futur.
^f	Le niveau diffère de l'IEC 60947-1 parce que l'environnement dans lequel sont installés les détecteurs de proximité est principalement les systèmes automatisés, et de nombreuses années d'expérience montrent que les niveaux de perturbation sont si faibles que les exigences d'immunité de la présente norme sont suffisantes.
^g	Applicable uniquement aux détecteurs à courant alternatif.
^h	Afin de conserver la fonctionnalité au niveau du système (par exemple automatisation ou processus), l'état de l'élément de commutation ne doit pas changer pendant plus de 1 ms pour les dispositifs c.c. ou une alternance de la fréquence d'alimentation pour les dispositifs c.a.
ⁱ	Pour les dispositifs présentant une puissance absorbée supérieure à 750 mW, le délai de reprise de l'élément de commutation peut être supérieur à une alternance, mais il doit être inférieur au délai de reprise maximal (retard à la disponibilité, conformément à 8.2.1.7).
^k	Typiquement, les ports d'alimentation et les ports de signaux sont intégrés dans un seul câble avec des signaux de sortie numérique (éléments de commutation à semiconducteur), dont la valeur s'entend par rapport à la masse. L'insertion d'un réseau de couplage/découplage entraînerait la corruption de ces signaux, en raison de la charge hautement capacitive du réseau de couplage/découplage. Les entrées d'alimentation avec des signaux de sortie superposés (technologie à deux fils) correspondent à cette catégorie.

8.2.6.2.3 Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

Conformément à l'IEC 61000-4-3 et au Tableau 10.

Si la direction correspondant au cas le plus défavorable est connue, alors l'essai est réalisé uniquement dans cette direction. Sinon, le champ électromagnétique doit être face à l'appareil soumis à essai, selon trois directions trirectangulaires.

8.2.6.2.4 Transitoires électriques rapides en sèves

Conformément à l'IEC 61000-4-4 et au Tableau 10.

8.2.6.2.5 Surtensions

Pour les détecteurs de proximité, il n'est pas nécessaire de réaliser des essais d'immunité aux surtensions. L'environnement de fonctionnement de ces appareils est considéré comme bien protégé contre les surtensions causées par les coups de foudre et la commutation.

8.2.6.2.6 Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

Conformément à l'IEC 61000-4-6 et au Tableau 10.

8.2.6.2.7 Champs magnétiques à la fréquence du réseau

Conformément à l'IEC 61000-4-8 et au Tableau 10.

NOTE Voir l'Annexe E pour les champs magnétiques élevés.

8.2.6.2.8 Creux de tension et interruptions

Conformément à l'IEC 61000-4-11 et au Tableau 10.

8.2.6.3 Emissions

La mesure doit être faite dans le mode de fonctionnement, y compris les conditions de mise à la terre, produisant les émissions les plus élevées dans la plage de fréquences étudiée compatible avec les applications normales (voir l'Article 5).

Chaque mesure doit être effectuée dans des conditions définies et reproductibles.

Les essais doivent être réalisés conformément à la classification du matériel donnée à l'Article 5 du document CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 pour les appareils du groupe 1 et de la classe A. Les niveaux d'essai spécifiés à l'Article 6 du document CISPR 11:2015, CISPR 11:2015/AMD1:2016 doivent s'appliquer conjointement aux méthodes d'essai spécifiées à l'Article 7.

8.3 Dimensions

Les dimensions du détecteur de proximité doivent être déclarées par le fabricant. Des exemples de dimensions de détecteur de proximité sont donnés dans l'Annexe A.

8.4 Chocs et vibrations et conditions d'environnement particulières

8.4.1 Chocs

Conformément à l'IEC 60068-2-27, dans les conditions suivantes:

Six chocs appliqués dans chaque direction le long de trois axes trirectangulaires (six essais séparés):

Forme d'impulsion: demi-sinusoïdale

Accélération de crête: $30 g_n$

Durée de l'impulsion: 11 ms

8.4.2 Vibrations

Conformément à l'IEC 60068-2-6, dans les conditions suivantes, le long de trois axes trirectangulaires:

Plage de fréquences: 10 Hz à 55 Hz

Amplitude: 1 mm pour les détecteurs de proximité inductifs, capacitifs, magnétiques non mécaniques et ultrasoniques

0,5 mm pour les détecteurs de proximité photoélectriques

Durée du cycle de balayage: 5 min

Durée à la fréquence de résonance ou à 55 Hz: 30 min dans chacun des axes (90 min au total)

8.4.3 Résultats à obtenir

Après les essais, les caractéristiques de fonctionnement doivent rester comme indiqué à l'Article 5.

8.4.4 Conditions d'environnement particulières – chaleur humide, brouillard salin, vibrations et chocs

La vérification des détecteurs de proximité destinés à être utilisés dans certaines conditions climatiques (différentes des conditions normales de service décrites en 7.1) peut s'effectuer conformément à l'Annexe Q de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Sauf indication contraire, les essais doivent être réalisés à une température de l'air ambiant de $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Le paragraphe 8.1.1 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique.

9.1.2 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité des détecteurs de proximité au présent document.

Ils comprennent les vérifications suivantes:

- a) échauffement (9.3.3.3);
- b) caractéristiques diélectriques (9.3.3.4);
- c) pouvoirs de fermeture et de coupure des éléments de commutation dans des conditions normales et anormales (9.3.3.5);
- d) fonctionnement au courant de court-circuit conditionnel (9.3.4);
- e) exigences relatives à la construction (9.2);
- f) degré de protection (9.2);
- g) portées (9.4);
- h) fréquence de commutation (9.5);
- i) compatibilité électromagnétique (9.6);
- j) tenue aux chocs (8.4.1);
- k) tenue aux vibrations (8.4.2).

9.1.3 Essais individuels de série

Les essais individuels de série sont de la responsabilité du fabricant et sont généralement limités à un examen des caractéristiques mécaniques et une vérification du fonctionnement électrique.

L'examen peut être complété par un essai diélectrique. Lorsqu'il est réalisé, l'essai diélectrique est exécuté conformément à 9.3.3.4, la durée de l'essai peut être réduite à 1 s.

9.1.4 Essais sur prélèvement

Le paragraphe 8.1.4 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique.

9.1.5 Essais spéciaux

Ces essais font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

9.2 Conformité aux exigences relatives à la construction

9.2.1 Généralités

Le paragraphe 8.2.3 de l'IEC 60947-1:2007 et le paragraphe 8.2.4 de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 s'appliquent.

9.2.2 Matériaux

9.2.2.1 Essai de résistance à la chaleur anormale et au feu

9.2.2.1.1 Essai au fil incandescent (sur le matériel)

Le paragraphe 8.2.1.1.1 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique avec l'ajout suivant.

Les conditions spécifiées en 8.1.1.2 du présent document et dans le Tableau 4 s'appliquent.

9.2.2.1.2 Inflammabilité, essais d'inflammation au fil chauffant et d'inflammation à l'arc (sur les matériaux)

Le paragraphe 8.2.1.1.2 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique.

9.3 Performances

9.3.1 Séquences d'essais

Pour les essais d'isolement figurant dans les séquences d'essais, les valeurs du Tableau 12 s'appliquent.

La séquence d'essais et les types d'essais à réaliser sur cinq échantillons représentatifs sont les suivants:

Echantillon n° 1:

- essai n° 1 – échauffement (9.3.3.3);
- essai n° 2 – propriétés mécaniques des bornes (8.2.4 de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014);
- essai n° 3 – caractéristiques diélectriques (9.3.3.4);
- essai n° 4 – examen visuel.

Echantillon n° 2:

- essai n° 1 – tenue aux vibrations (8.4.2);
- essai n° 2 – degré de protection (Annexe C de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014);
- essai n° 3 – fréquence de commutation (9.5);
- essai n° 4 – portées (9.4);
- essai n° 5 – caractéristiques diélectriques (9.3.3.4).

Echantillon n° 3:

- essai n° 1 – tenue aux chocs (8.4.1);
- essai n° 2 – degré de protection (Annexe C de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014);

- essai n° 3 – fréquence de commutation (9.5);
- essai n° 4 – portées (9.4);
- essai n° 5 – caractéristiques diélectriques (9.3.3.4).

Echantillon n° 4:

- essai n° 1 – pouvoirs de fermeture et de coupure (9.3.3.5);
- essai n° 2 – caractéristiques diélectriques (9.3.3.4);
- essai n° 3 – portées (9.4).

Echantillon n° 5:

- essai n° 1 – compatibilité électromagnétique (9.6);
- essai n° 2 – fonctionnement en conditions de court-circuit (9.3.4);
- essai n° 3 – caractéristiques diélectriques (9.3.3.4);
- essai n° 4 – portées (9.4).

Aucune défaillance ne doit se produire au cours de chacun des essais ci-dessus.

Plusieurs séquences d'essais ou toutes les séquences d'essais peuvent être effectuées sur un même échantillon à la demande du fabricant. Cependant, les essais doivent être réalisés dans l'ordre des séquences données ci-dessus pour chaque échantillon.

En variante, les séquences d'essais de l'échantillon n° 2 et de l'échantillon n° 3 peuvent être effectuées de manière combinée sur un seul échantillon, comme suit:

Echantillon n° 2 et échantillon n° 3 combinés:

- essai n° 1 – tenue aux vibrations (8.4.2);
- essai n° 2 – tenue aux chocs (8.4.1);
- essai n° 3 – degré de protection (Annexe C de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014);
- essai n° 4 – fréquence de commutation (9.5);
- essai n° 5 – portées (9.4);
- essai n° 6 – caractéristiques diélectriques (9.3.3.4).

Pour les détecteurs de proximité de classe II isolés par encapsulation, des échantillons supplémentaires sont exigés (voir l'Annexe B). Pour les détecteurs de proximité avec câble solidaire de l'appareil, des échantillons supplémentaires sont exigés (voir l'Annexe C).

NOTE Dans les séquences d'essais 4 et 5, pendant l'essai relatif aux portées, la vérification de la répétabilité peut être ignorée si cette caractéristique a déjà été vérifiée au moins une fois dans une autre séquence d'essais, et si la distance de détection n'a pas été modifiée au cours des essais précédents.

9.3.2 Conditions générales pour les essais

9.3.2.1 Exigences générales

9.3.2.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.3.2.1 de l'IEC 60947-1:2007 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 s'applique sauf spécification contraire, avec l'ajout suivant:

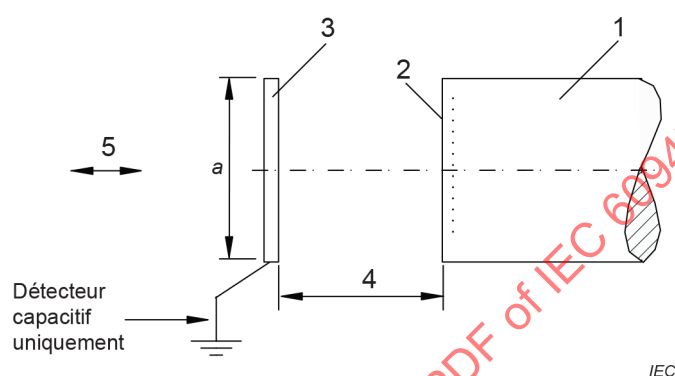
9.3.2.1.2 Cible normalisée pour les détecteurs de proximité inductifs et capacitifs

La cible est un carré ayant une épaisseur de 1 mm. Fabriqué en acier doux, par exemple un acier de construction d'usage général (par exemple la nuance Fe 360) ou le grade d'acier 1.7131, défini dans l'EN 10084, il doit être un acier roulé.

Le côté (a) de ce carré est égal à la plus grande des deux dimensions suivantes:

- diamètre du cercle inscrit sur la surface active de la face sensible; ou
- trois fois la portée assignée (s_n) (Figure 6).

Pour les détecteurs de proximité capacitifs, la cible doit être mise à la terre.



Légende

- 1 détecteur de proximité
- 2 face sensible
- 3 Cible
- 4 portée
- 5 sens du mouvement
- a longueur de la cible

Figure 6 – Méthode de mesure de la portée (voir 9.3.2.1 et 9.4.1)

9.3.2.1.3 Cible normalisée pour les détecteurs de proximité ultrasoniques

La cible est un carré ayant une épaisseur de 1 mm, fabriqué en métal avec une finition roulée. La dimension de la cible doit être déclarée par le fabricant conformément au Tableau 11.

Tableau 11 – Dimensions des cibles des détecteurs de proximité ultrasoniques

Domaine de détection maximal		Dimension de la cible ^a
De	Jusqu'à	
0	< 300	10 x 10
300	< 1 000	100 x 100
1 000	Aucune limite définie	200 x 200
NOTE Toutes les limites de domaine de détection et dimensions sont exprimées en millimètres.		
^a Les autres dimensions de cible doivent être déclarées par le fabricant.		

9.3.2.1.4 Cible(s) normalisée(s) pour les détecteurs de proximité photoélectriques

a) Type R

Pour cet essai, la cible normalisée est le réflecteur, qui est soit fourni, soit spécifié par le fabricant.

b) Type T

Pour cet essai, la cible normalisée est l'émetteur, qui est soit fourni, soit spécifié par le fabricant.

c) Type D

Cible en papier blanc de 200 mm x 200 mm avec 90 % de réflectivité.

d) Type D à effacement d'arrière-plan

- Cible en papier blanc de 200 mm x 200 mm avec 90 % de réflectivité (W).
- Cible en papier noir de 200 mm x 200 mm avec 6 % de réflectivité (B).

NOTE 1 La cible normalisée est choisie selon les applications les plus générales. Pour les produits ou applications particuliers, des informations supplémentaires peuvent être fournies.

NOTE 2 La définition du blanc est conforme à l'étalon blanc donné dans le document DIN 5033-9:2005.

9.3.2.1.5 Cible normalisée pour les détecteurs de proximité magnétiques non mécaniques

Pour les détecteurs de proximité magnétiques non mécaniques, la cible doit être spécifiée par le fabricant.

9.3.2.2 Grandeurs d'essai

Le paragraphe 8.3.2.2 de l'IEC 60947-1:2007/de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014 s'applique, à l'exception du paragraphe 8.3.2.2.3.

9.3.2.3 Interprétation des résultats d'essai

L'état du détecteur de proximité après chaque essai doit être contrôlé par la vérification applicable à chaque essai.

Le détecteur de proximité est considéré comme satisfaisant aux exigences du présent document s'il satisfait aux exigences relatives à chaque essai et/ou séquence d'essais, suivant le cas.

9.3.2.4 Rapports d'essai

Le paragraphe 8.3.2.4 de l'IEC 60947-1:2007 s'applique.

9.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions de charges normales et anormales

9.3.3.1 Manœuvre

Des essais doivent être réalisés pour vérifier que le matériel fonctionne correctement, conformément aux exigences de 8.2.1.1.

Dans le cas de sorties de types différents, par exemple des sorties collectrices de courant (négatif, positif, négatif (NPN)), des sorties optiques isolées, ou des combinaisons de différents types, les montages d'essai doivent être adaptés en conséquence.

Les tensions d'emploi sont définies en 8.2.1.2.

9.3.3.2 Limites de fonctionnement

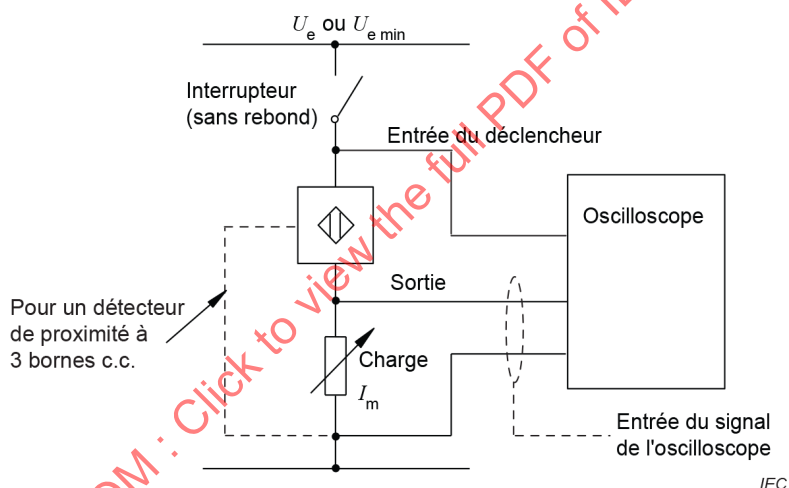
9.3.3.2.1 Retard à la disponibilité

L'essai est réalisé avec le détecteur de proximité raccordé au circuit d'essai représenté à la Figure 7. La cible est placée de sorte que l'élément de commutation soit à l'état passant. A la tension assignée d'emploi U_e ou à la valeur minimale de celle-ci quand elle est indiquée sous forme de plage, la charge est ajustée pour obtenir le courant d'emploi minimal I_m .

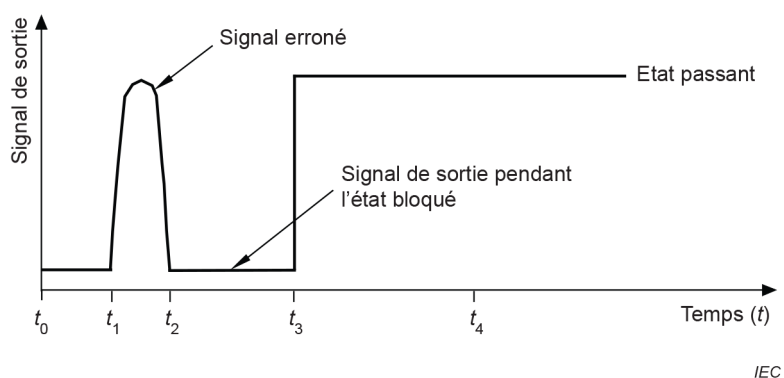
Le retard à la disponibilité et la durée d'un signal erroné sont mesurés en enregistrant le signal à travers la charge avec un oscilloscope lorsque "l'interrupteur" est fermé sans rebond. La Figure 8 montre des oscillogrammes types pour un élément de commutation c.c. La Figure 8a) montre l'oscillogramme quand l'élément de commutation est à l'état passant et la Figure 8b) montre l'oscillogramme quand l'élément de commutation est à l'état bloqué.

Pour les détecteurs de proximité inductifs et capacitifs, la cible doit être positionnée à $1/3 s_n$ ou $3 s_n$.

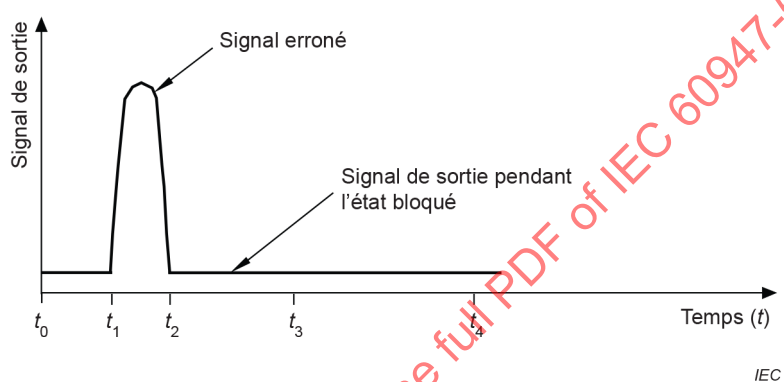
Le retard à la disponibilité mesuré, soit le temps entre t_3 et t_0 dans la Figure 8, doit être conforme à 8.2.1.7. La durée du signal erroné, le cas échéant, soit le temps entre t_2 et t_1 dans la Figure 7a) et la Figure 7b), doit être conforme à 8.2.1.7.



**Figure 7 – Circuit d'essai pour la vérification du retard à la disponibilité
(voir 8.2.1.7 et 9.3.3.2.1)**



a) Élément de commutation à l'état passant



b) Élément de commutation à l'état bloqué

Légende

t_0 établissement de l'alimentation

t_1 début du signal erroné (le cas échéant)

t_2 fin du signal erroné (le cas échéant)

t_3 fin du retard

t_4 durée maximale du retard (300 ms)

NOTE 1 Le signal erroné (le cas échéant) peut commencer à t_0 , ce qui signifie que t_0 et t_1 ont la même coordonnée.

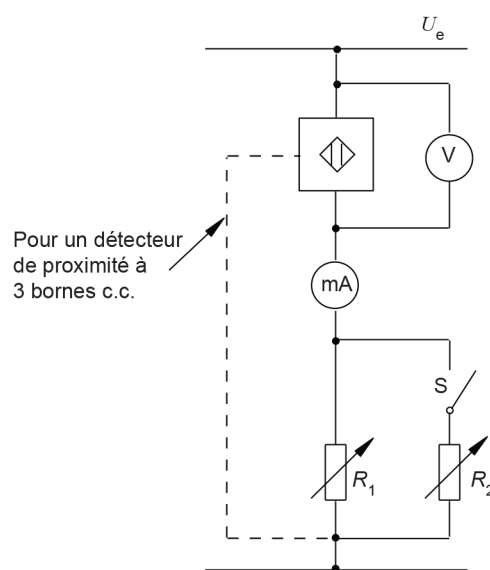
NOTE 2 Au cas où il n'y a pas de signal erroné, la coordonnée t_3 peut avoir n'importe quelle position entre t_0 et t_4 .

NOTE 3 La forme d'onde du signal erroné (le cas échéant) n'est pas définie.

Figure 8 – Signal de sortie à travers la charge selon le circuit de la Figure 7 (voir 9.3.3.2.1)

9.3.3.2.2 Courant d'emploi minimal (I_m)

L'essai est réalisé avec le détecteur de proximité raccordé au circuit d'essai représenté à la Figure 9.



Légende

R_1, R_2	charge résistive
V	voltmètre à haute impédance ($\geq 0,2 \text{ M}\Omega/\text{V}$)
mA	milliampèremètre
S	Interrupteur

NOTE Tous les instruments de mesure donnent une mesure en valeur efficace pour le courant alternatif et une mesure moyenne pour le courant continu.

Figure 9 – Circuit d'essai pour la vérification du courant d'emploi minimal, du courant à l'état bloqué, de la chute de tension et de l'action indépendante (voir 9.3.3.2.2, 9.3.3.2.3, 9.3.3.2.4 et 9.3.3.2.5)

La cible est placée de sorte que l'élément de commutation soit à l'état passant.

Sous la tension d'alimentation U_e , l'interrupteur S étant ouvert, la charge R_1 est ajustée pour obtenir le courant I_m . La valeur mesurée ne doit pas dépasser la valeur spécifiée en 8.2.1.10.

L'élément de commutation ne doit pas changer d'état pendant l'essai.

9.3.3.2.3 Courant à l'état bloqué (I_r)

Avec le circuit d'essai de la Figure 9 et l'interrupteur S fermé, la charge R_2 est ajustée pour obtenir le courant assigné d'emploi I_e lorsque la tension d'alimentation est à la valeur maximale de U_e . La cible est alors amenée à une position pour laquelle l'élément de commutation est à l'état bloqué.

Le courant (I_r) doit être mesuré à la tension d'alimentation $U_e + 10 \%$ ou à la valeur maximale du domaine de tension d'alimentation U_B , si elle est spécifiée. Le courant (I_r) ne doit pas dépasser la valeur spécifiée en 8.2.1.11.

9.3.3.2.4 Action indépendante

L'action indépendante doit être vérifiée aux courants d'emploi maximal et minimal sous les tensions assignées d'emploi maximale et minimale. Une charge résistive appropriée doit être utilisée pour chacun de ces quatre essais.

Ces essais doivent être réalisés en amenant la cible d'une position où l'élément de commutation est à l'état bloqué à une position où l'élément de commutation est à l'état passant, et en observant le signal de sortie avec un oscilloscope. La fonction de l'élément de commutation doit être substantiellement indépendante de la vitesse de la cible et la sortie doit passer de l'état passant à l'état bloqué sans oscillations ou sans se maintenir dans un état intermédiaire.

9.3.3.2.5 Chute de tension (U_d)

La chute de tension est mesurée aux bornes de la sortie active du détecteur de proximité lorsque l'élément de commutation est à l'état passant et traversé par le courant assigné d'emploi (I_e), à la température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et à la plus basse fréquence assignée. Cette mesure est effectuée avec le circuit de la Figure 9 et l'interrupteur S fermé. La charge R_2 est ajustée pour obtenir le courant assigné d'emploi (I_e) à la tension d'alimentation U_e . La chute de tension U_d est mesurée:

- à $U_e + 10\%$ et $U_e - 15\%$,
- ou à $U_{e\text{ max}} + 10\%$ et $U_{e\text{ min}} - 15\%$,
- ou à $U_{B\text{ max}}$ et $U_{B\text{ min}}$.

La chute de tension mesurée ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées en 8.2.1.13.

9.3.3.3 Echauffement

Le détecteur de proximité installé à l'air libre est alimenté à sa tension assignée d'emploi (U_e) (ou la tension d'emploi la plus élevée de sa plage de tensions) et relié à une charge correspondant à son courant assigné d'emploi (I_e) jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.

L'échauffement, mesuré sur les bornes lorsque cela est applicable, et sur un quelconque point de l'enveloppe, ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées en 8.2.2.

La longueur du conducteur raccordé à chaque borne doit être de $2^{+0,1}_0$ m.

9.3.3.4 Caractéristiques diélectriques

9.3.3.4.1 Généralités

L'essai de vérification des caractéristiques diélectriques doit être réalisé conformément à 9.3.3.4.2, 9.3.3.4.3, 9.3.3.4.4 et 9.3.3.4.5 du présent document.

Pour les détecteurs de proximité de classe II isolés par encapsulation, voir l'Annexe B.

9.3.3.4.2 Application de la tension d'essai

L'essai est à réaliser dans des conditions se rapprochant autant que possible des conditions réelles de service, par exemple avec les conducteurs branchés. Les surfaces extérieures de toutes les parties isolantes susceptibles d'être touchées en cours de manœuvre doivent être recouvertes d'une feuille métallique, qui soit mutuellement en contact avec ces parties. Le détecteur de proximité doit être en mesure de supporter la tension d'essai appliquée pendant

1 min pour les essais de type, et pendant 1 s pour les essais individuels de série dans les conditions suivantes:

- entre les parties sous tension de l'élément de commutation et les parties du détecteur de proximité destinées à être mises à la terre;
- entre les parties sous tension de l'élément de commutation et les surfaces du détecteur de proximité susceptibles d'être touchées en cours de manœuvre, qu'elles soient intrinsèquement conductrices ou rendues conductrices par une feuille métallique;
- entre les parties sous tension appartenant à des éléments de commutation électriquement séparés, s'il y a lieu.

9.3.3.4.3 Valeur de la tension d'essai

Une tension pratiquement sinusoïdale à fréquence industrielle est appliquée conformément à 9.3.3.4.2.

Les tensions d'essai sont données dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Tensions d'essai

Tension assignée d'isolement		Tension d'essai diélectrique ^a
Courant continu	Courant alternatif	Courant alternatif (valeur efficace)
(V)	(V)	(V)
75	50	500
150	125	1 250
300	250	1 500

^a Les tensions d'essai définies sont spécifiées pour l'isolation principale.

Les valeurs du Tableau 12 sont considérées comme couvrant l'aptitude à résister aux surtensions transitoires, conformément à la catégorie de surtensions I.

9.3.3.4.4 Résultats à obtenir

Il ne doit pas être observé de décharge disruptive non intentionnelle au cours de l'essai.

NOTE 1 L'exception est une décharge disruptive intentionnelle, conçue à dessein, par exemple, un moyen de suppression de la surtension transitoire.

NOTE 2 Le terme "décharge disruptive" se rapporte au phénomène associé à un défaut de l'isolation sous les contraintes électriques, dans lequel la décharge pontte complètement l'isolation soumise à essai, réduisant la tension entre les électrodes à zéro ou à une valeur proche de zéro.

NOTE 3 Le terme "amorçage" est utilisé lorsqu'une décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide.

NOTE 4 Le terme "contournement" est utilisé lorsqu'une décharge disruptive se produit sur la surface d'un diélectrique dans un milieu gazeux ou liquide.

NOTE 5 Le terme "perforation" est utilisé lorsqu'une décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

Une décharge disruptive à travers un diélectrique solide entraîne une perte permanente de la tenue diélectrique; dans un diélectrique liquide ou gazeux, la perte peut n'être que temporaire.

9.3.3.4.5 Essai de tension assignée de tenue aux chocs

L'essai est réalisé conformément à 7.2.3 de l'IEC 60947-1:2007, de l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et de l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, et à 8.2.3.2 du présent document, avec l'exigence supplémentaire suivante:

- le détecteur de proximité n'est pas alimenté pendant l'essai;
- l'essai de tenue à la tension de choc doit être appliqué:
 - a) entre toutes les bornes raccordées entre elles et la terre;
 - b) entre les bornes destinées à être raccordées à la source d'alimentation;
 - c) entre chaque borne de sortie et chaque borne destinée à être raccordée à la source d'alimentation;
- trois impulsions positives et trois impulsions négatives doivent être appliquées entre chacun des deux points à des intervalles de temps non inférieurs à 5 s.

NOTE L'essai de tension assignée de tenue aux chocs est conçu comme un essai de type.

9.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

9.3.3.5.1 Généralités

Les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être réalisés conformément aux exigences générales d'essai déclarées en 9.3.2.1.

9.3.3.5.2 Circuit d'essai

L'impédance de charge doit être placée en aval de l'appareil, comme représenté à la Figure 10a) et la Figure 10b). La tension du circuit traversé par le courant d'essai ne doit pas être inférieure à U_e .

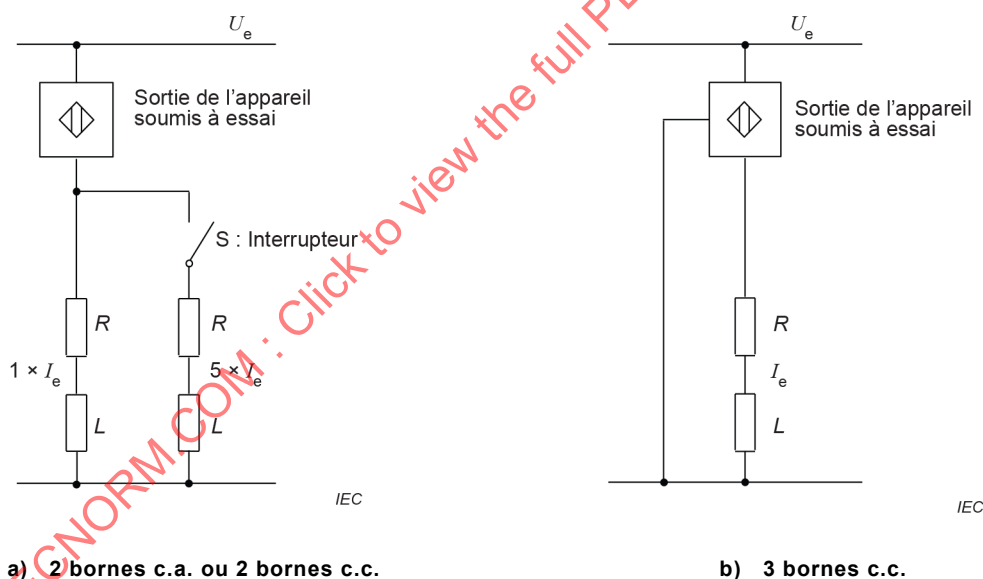


Figure 10 – Circuit d'essai pour vérifier les pouvoirs de fermeture et de coupure (voir 9.3.3.5)

9.3.3.5.3 Pouvoirs de fermeture et de coupure en conditions normales

Le circuit de charge doit être ajusté pour donner les valeurs indiquées dans le Tableau 7.

9.3.3.5.4 Pouvoirs de fermeture et de coupure en conditions anormales

Le circuit de charge doit être ajusté pour donner les valeurs indiquées dans le Tableau 8.

9.3.3.5.5 Résultats à obtenir

Après l'essai, la portée réelle du détecteur de proximité doit être mesurée et doit rester dans les limites données en 8.2.1.3.2.

9.3.4 Fonctionnement en conditions de court-circuit

9.3.4.1 Circuit d'essai et mode opératoire d'essai

Le détecteur de proximité "DP" à l'état neuf doit être monté comme en service normal, à l'air libre et raccordé au circuit d'essai par des conducteurs de même taille que ceux utilisés en service normal, voir Figure 11a) et Figure 11b).

Dans le cas de sorties de types différents, par exemple des sorties collectrices de courant (négatif, positif, négatif (NPN)), des sorties optiques isolées, ou des combinaisons de différents types, les montages d'essai doivent être adaptés en conséquence.

Le dispositif de protection contre les courts-circuits "DPCC" doit être du type spécifié par le fabricant, et présenter les caractéristiques assignées spécifiées par le fabricant. Ce DPCC ne doit pas être utilisé si le détecteur de proximité comporte une protection intrinsèque contre les courts-circuits.

La cible étant placée dans une position telle que l'élément de commutation soit à l'état passant, R_1 est choisie de manière que le courant traversant le détecteur de proximité soit égal à son courant assigné d'emploi. L'alimentation S doit être réglée pour un courant présumé de court-circuit de 100 A. L'interrupteur de court-circuit "SC", en parallèle avec la charge R_1 , est destiné à créer le court-circuit. La tension en circuit ouvert doit être égale à 1,1 fois la tension assignée d'emploi ou la valeur maximale de la plage de tensions.

L'essai doit être réalisé trois fois en fermant de manière aléatoire l'interrupteur de court-circuit "SC". Le courant d'essai est maintenu jusqu'à ce que le "DPCC" ou la protection intrinsèque du détecteur de proximité contre les courts-circuits ait opéré. Le délai entre chacun des trois essais ne doit pas être inférieur à 3 min. Le délai réel entre les essais doit être déclaré dans le rapport d'essai. Le "DPCC" doit être remplacé ou réarmé après chaque essai.

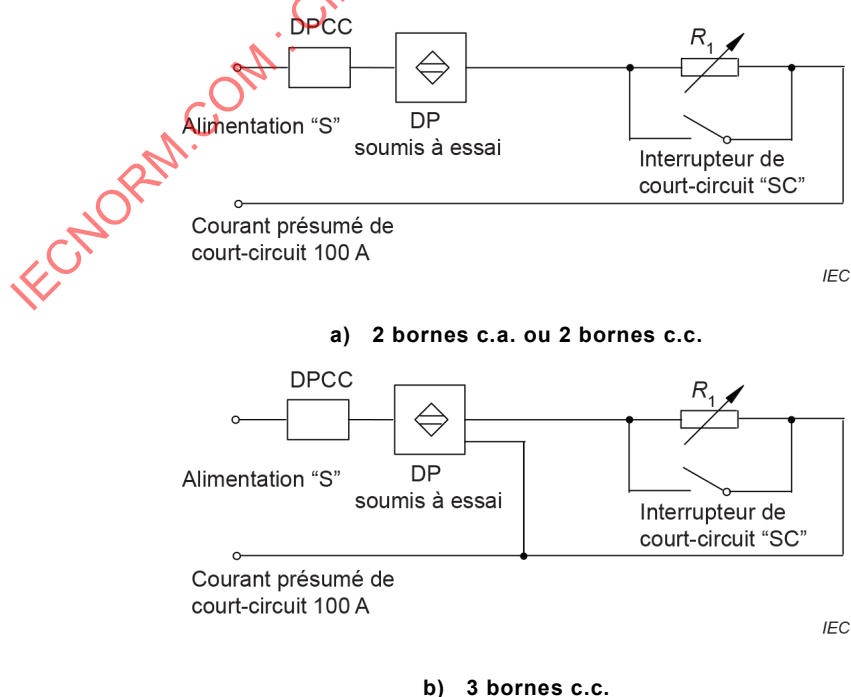


Figure 11 – Essai de court-circuit (voir 9.3.4.2)

9.3.4.2 Résultats à obtenir

Après l'essai, la portée réelle du détecteur de proximité doit être mesurée et doit rester dans les limites données en 8.2.1.3.2; il doit satisfaire à un essai diélectrique réalisé conformément à 9.3.3.4.

9.4 Essais relatifs aux portées

9.4.1 Détecteurs de proximité inductifs, capacitifs, magnétiques non mécaniques et ultrasoniques

9.4.1.1 Conditions d'essai

Un détecteur de proximité à l'état neuf est monté conformément à l'annexe correspondante et la cible est déplacée à faible vitesse (ne dépassant pas 1 mm/s au point de commutation), en se rapprochant et en s'écartant de la face sensible du détecteur de proximité parallèlement à l'axe de référence. Les portées sont mesurées comme représenté à la Figure 1, la Figure 2 et la Figure 3.

9.4.1.2 Portée réelle (s_r)

La portée réelle est mesurée à la tension assignée ou à une quelconque tension comprise dans la plage de tensions, et à la température de l'air ambiant de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. La valeur mesurée doit être dans les limites données en 8.2.1.3.2.

9.4.1.3 Course différentielle (H)

La course différentielle est indiquée en pourcentage de la portée réelle (s_r). Le mesurage est fait à la température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ à la tension assignée d'alimentation. La cible doit être déplacée vers le détecteur de proximité à l'intérieur du domaine (s_r), puis éloignée du détecteur de proximité. La valeur mesurée doit être conforme à 8.2.1.5.

9.4.1.4 Portée utile (s_u)

La portée utile est mesurée sur la plage de températures ambiantes de -25 °C à $+70\text{ °C}$, la tension d'alimentation étant à 85 % et 110 % de sa valeur assignée. La cible doit être déplacée vers le détecteur de proximité. La valeur mesurée doit être dans les limites données en 8.2.1.3.3.

9.4.1.5 Répétabilité (R)

La répétabilité de la portée réelle (s_r) est mesurée sur une période de 8 h à une température de l'enveloppe de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à la tension d'alimentation $U_e \pm 5\%$ ou à une quelconque tension à $\pm 5\%$ dans la plage de tensions assignées d'emploi. La cible doit être déplacée vers le détecteur de proximité. L'intervalle entre deux mesurages consécutifs ne doit pas dépasser 1 h. La valeur mesurée doit être dans les limites données en 8.2.1.4.

9.4.2 Détecteurs de proximité photoélectriques

9.4.2.1 Conditions d'essai

Cet essai est réalisé à la tension assignée ou à une quelconque tension comprise dans la plage de tensions avec un détecteur de proximité photoélectrique à l'état neuf, excepté lorsqu'il est spécifié comme intervenant après un autre essai (voir 9.3.1), dans un air ambiant propre, à une température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ et à une lumière ambiante de 5 000 lx, obtenue comme indiqué en 9.4.2.3, 9.4.2.4, 9.4.2.5 et 9.4.2.6.

9.4.2.2 Source de lumière ambiante

Une source lumineuse d'une température de couleur comprise entre 3 000 K et 3 200 K doit être utilisée.

9.4.2.3 Type T

L'émetteur est installé près du domaine de fonctionnement déclaré, puis déplacé vers le récepteur à une vitesse ne dépassant pas 1 mm/s dans une direction axiale. Le domaine de fonctionnement est mesuré avec une valeur de lumière ambiante de 5 000 lx (soumise à une tolérance de $\pm 1\,000$ lx).

La source lumineuse est positionnée à un angle de $5^\circ \pm 1^\circ$ par rapport à l'axe de référence et dirigée vers le récepteur (voir Figure 12a), type T).

9.4.2.4 Type R

Le réflecteur est installé sur l'axe de référence près du domaine de fonctionnement r_0 déclaré.

L'appareil est déplacé vers le réflecteur à une vitesse ne dépassant pas 1 mm/s dans une direction axiale. Le domaine de fonctionnement est mesuré avec une valeur de lumière ambiante de 5 000 lx (soumise à une tolérance de $\pm 1\,000$ lx).

La source lumineuse est positionnée à un angle de $5^\circ \pm 1^\circ$ par rapport à l'axe de référence et dirigée vers le détecteur de proximité photoélectrique (voir Figure 12b), type R).

9.4.2.5 Type D

a) Pour les domaines de détection ne dépassant pas 400 mm:

La cible (voir 9.3.2.1.4) est installée sur l'axe de référence près du domaine de détection s_d déclaré;

La source lumineuse est positionnée à un angle de $15^\circ \pm 1^\circ$ par rapport à l'axe de référence et dirigée vers la cible (voir Figure 12d), type D);

L'appareil est déplacé vers la cible à une vitesse ne dépassant pas 1 mm/s dans une direction axiale, et le domaine de détection est mesuré avec une valeur de lumière ambiante de 5 000 lx (soumise à une tolérance de $\pm 1\,000$ lx).

b) Pour les domaines de détection supérieurs à 400 mm:

La cible est installée sur l'axe de référence près du domaine de détection s_d déclaré;

La source lumineuse est positionnée à un angle de $15^\circ \pm 1^\circ$ par rapport à l'axe de référence et dirigée vers l'appareil (voir Figure 12c), type D);

La cible est déplacée vers l'appareil à une vitesse ne dépassant pas 1 mm/s dans une direction axiale, et le domaine de détection est mesuré avec une valeur de lumière ambiante de 5 000 lx (soumise à une tolérance de $\pm 1\,000$ lx).

9.4.2.6 Type D à effacement d'arrière-plan

a) Pour les domaines de détection ne dépassant pas 400 mm:

La source lumineuse est positionnée à un angle de $15^\circ \pm 1^\circ$ par rapport à l'axe de référence et dirigée vers la cible en papier (voir Figure 12d), type D) avec les conditions ci-après.

b) Pour les domaines de détection supérieurs à 400 mm:

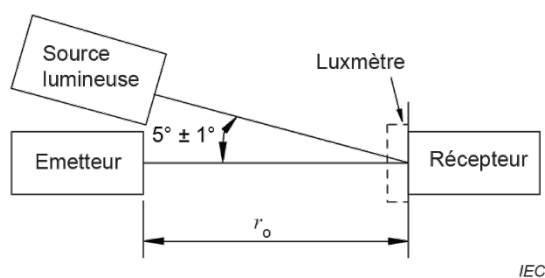
La source lumineuse est positionnée à un angle de $15^\circ \pm 1^\circ$ par rapport à l'axe de référence et dirigée vers l'appareil (voir Figure 12c), type D);

Pour les domaines a) et b), le domaine de détection s_d est mesuré successivement avec une cible en papier blanc et une cible en papier noir (voir 9.3.2.1.4). La cible en papier est installée sur l'axe de référence près du domaine de détection s_d déclaré. L'appareil est déplacé vers la cible en papier à une vitesse modérée (ne dépassant pas 1 mm/s au point de commutation) dans une direction axiale, et le domaine de détection est mesuré avec une valeur de lumière ambiante de 5 000 lx (soumise à une tolérance de $\pm 1\,000$ lx).

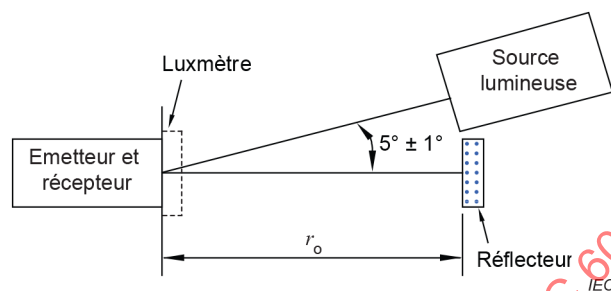
9.4.2.7 Résultats à obtenir

Les résultats de l'essai relatif au domaine de fonctionnement et au domaine de détection doivent être conformes aux valeurs déclarées par le fabricant (voir 8.2.1.3.5 et 8.2.1.3.6).

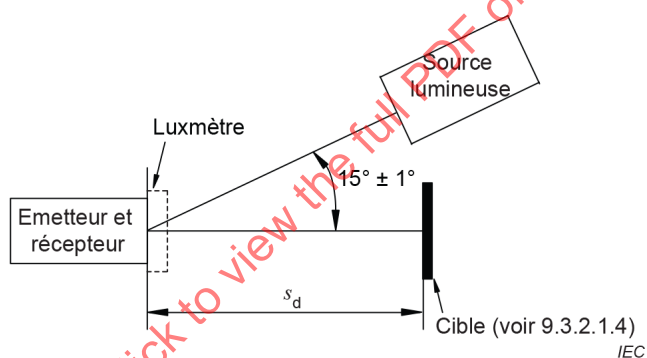
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019



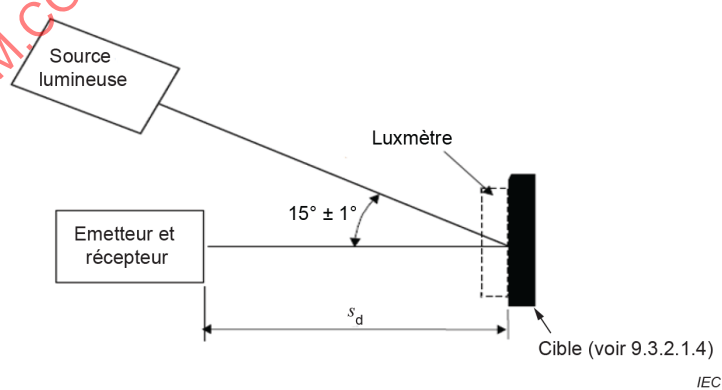
a) Type T, émetteur et récepteur



b) Type R, émetteur-récepteur et réflecteur



c) Type D (et type D à effacement d'arrière-plan), source lumineuse dirigée vers l'émetteur-récepteur



d) Type D (et type D à effacement d'arrière-plan), source lumineuse dirigée vers la cible

Figure 12 – Essais relatifs au domaine de détection (voir 9.4.2)

9.4.2.8 Détermination des valeurs de gain excédentaire et, dans le cas d'un détecteur de type D à effacement d'arrière-plan, détermination du déplacement du domaine de détection

a) Type D

La cible normalisée est positionnée à la distance de détection déclarée. La réduction de luminance qui est nécessaire pour désactiver le détecteur de proximité est déterminée avec des filtres à densité neutre. Le gain excédentaire peut alors être calculé. Pendant la séquence d'essais, l'équipement soumis à essai (EUT, Equipment Under Test) ne doit pas être ajusté.

b) Type D à effacement d'arrière-plan

La cible normalisée est positionnée à la distance de détection déclarée. La réduction de luminance qui est nécessaire pour désactiver le détecteur de proximité est déterminée en déplaçant la cible.

Le déplacement du domaine de détection peut alors être calculé. Pendant la séquence d'essais, l'équipement soumis à essai (EUT, Equipment Under Test) ne doit pas être ajusté.

Pour déterminer la valeur du déplacement du domaine de détection, les étapes suivantes doivent être réalisées:

- positionner la cible blanche sur le domaine de détection souhaité et ajuster/définir un apprentissage du détecteur de proximité selon la cible blanche;
- déplacer lentement la cible blanche (à une vitesse ne dépassant pas 1 mm/s) en l'éloignant de l'EUT jusqu'au passage à l'état bloqué;
- mesurer la distance W_{off} entre la cible blanche et l'EUT;
- remplacer la cible blanche par une cible noire et déplacer lentement la cible vers l'EUT jusqu'au passage à l'état passant;
- mesurer la distance B_{on} entre la cible noire et l'EUT;
- calculer le déplacement du domaine de détection conformément à l'Équation (1).

$$\text{Déplacement du domaine de détection} = \frac{W_{\text{off}} - B_{\text{on}}}{B_{\text{on}}} \quad (1)$$

W_{off} → Cible blanche, réflectivité de 90 %

B_{on} → Cible noire, réflectivité de 6 %

c) Types R et T

L'émetteur ou le réflecteur est positionné dans le domaine de fonctionnement déclaré. La réduction de luminance qui est nécessaire pour activer le détecteur de proximité est déterminée avec des filtres à densité neutre. Le gain excédentaire est alors calculé.

EXEMPLE Pour déterminer la distance à laquelle un gain excédentaire de 2 est atteint, un filtre à densité neutre de 50 % peut être utilisé pour le type T, et un filtre à densité neutre de 70 % peut être utilisé pour les types R et D. Le filtre doit être le plus près possible de la face sensible. Dans le cas de détecteur de type D à effacement d'arrière-plan, la cible doit être ajustée afin d'obtenir un déplacement du domaine de détection inférieur ou égal à 0,5.

La technique de mesure utilisant un filtre à densité neutre constitue la méthode privilégiée. D'autres techniques conduisant à des résultats similaires peuvent être utilisées et doivent alors être déclarées par le fabricant.

NOTE Des précautions sont nécessaires pour éviter des résultats erronés dus aux réflexions du filtre.

9.5 Essai pour la fréquence de commutation

9.5.1 Généralités

Lorsque la fréquence de commutation du détecteur de proximité dépasse les limites de la méthode de mesure décrite, le fabricant doit déclarer la méthode de mesure.

9.5.2 Méthode de mesure de la fréquence de commutation

a) Détecteurs de proximité inductifs, capacitifs et magnétiques non mécaniques

Comme représenté à la Figure 13, les cibles sont disposées en bout (méthode 1, Figure 13a)) ou sur le côté (méthode 2, Figure 13b)) des dents d'un disque tournant, espacées entre elles de $2a$ et de telle manière qu'elles puissent passer devant la face sensible du détecteur de proximité à une distance égale à la moitié de la portée assignée.

Chaque cible doit avoir les mêmes dimensions que celles définies en 9.3.2.1. Le signal de sortie du détecteur de proximité est mesuré, la vitesse de rotation du disque augmentant à partir de 0.

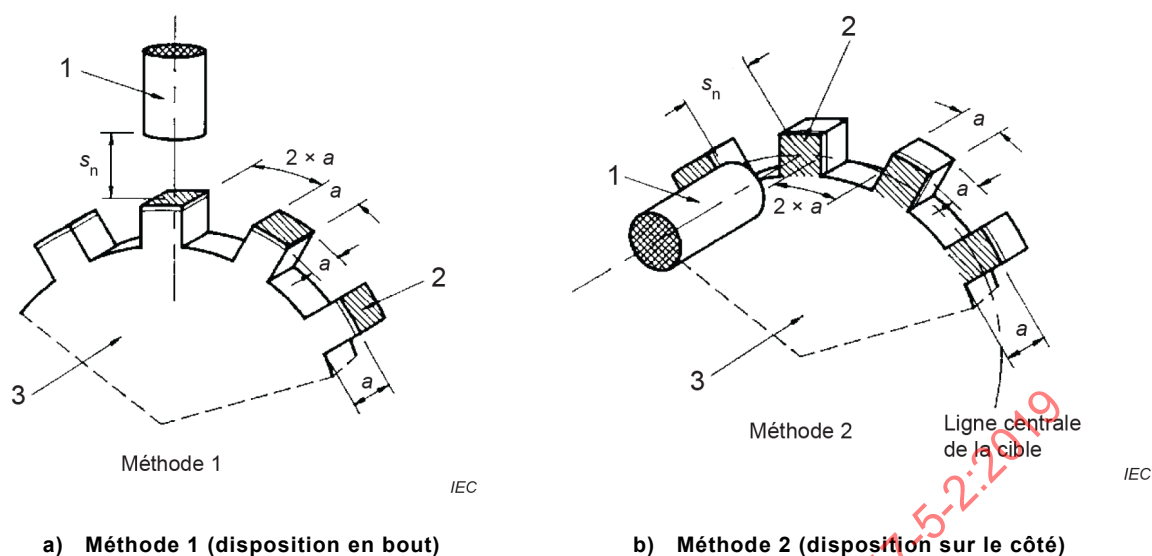
Lorsque des détecteurs de proximité capacitifs sont soumis à essai, les cibles du disque tournant doivent être mises à la terre.

Une représentation du signal de sortie des détecteurs de proximité est donnée sur la Figure 15.

Avec l'augmentation de la vitesse, les temps t_1 et t_2 diminuent.

Pour les détecteurs de proximité c.c., la valeur assignée de la fréquence de commutation est obtenue lorsque t_1 ou t_2 correspond à $50\ \mu\text{s}$ ou lorsque les caractéristiques du signal de sortie à l'état bloqué ou passant atteignent les valeurs spécifiées dans les annexes correspondantes.

Pour les détecteurs de proximité c.a., la valeur assignée de la fréquence de commutation est obtenue lorsque t_1 ou t_2 correspond à la durée d'une demi-période de la fréquence du réseau (f_b).



Légende

- 1 détecteur de proximité
- 2 cible
- 3 disque en matériau non conducteur et non magnétique

NOTE Afin d'éviter l'influence de l'angle d'une cible à l'autre, le disque est fabriqué de façon à comprendre au moins 10 cibles si la portée assignée (s_n) est inférieure à 10 mm, ou 6 cibles pour les portées supérieures.

Figure 13 – Méthodes de mesure de la fréquence de commutation des détecteurs de proximité inductifs, capacitifs et magnétiques non mécaniques (le cas échéant)

b) Détecteur de proximité ultrasonique

Comme représenté à la Figure 14, les cibles sont fixées en bout (méthode 1, Figure 14a)) ou sur le côté (méthode 2, Figure 14b)) des dents d'un disque tournant.

Les espaces entre les dents sont de $3a$, de façon qu'ils puissent passer devant la face sensible à la portée minimale, et le détecteur de proximité doit être ajusté pour cette portée.

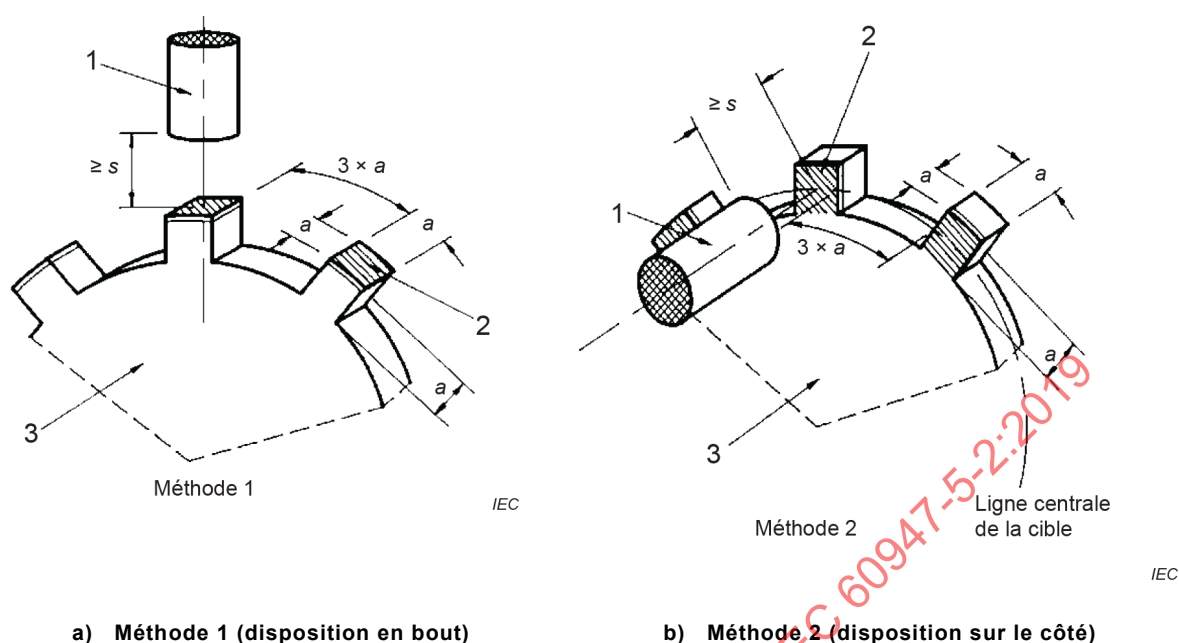


Figure 14 – Méthodes de mesure de la fréquence de commutation (f) des détecteurs de proximité ultrasoniques

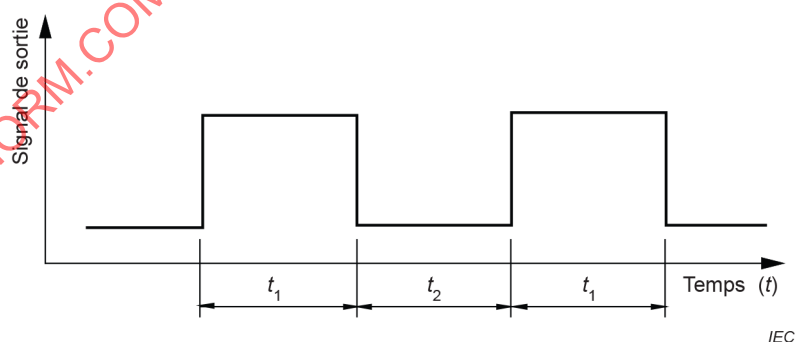


Figure 15 – Signal de sortie d'un détecteur de proximité c.c., pendant la mesure de la fréquence de commutation (f)

La fréquence de commutation f est donnée par la formule suivante:

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$

9.5.3 Résultats à obtenir

Les valeurs obtenues ne doivent pas être inférieures à celles données dans les annexes correspondantes.

9.5.4 Détecteurs de proximité photoélectriques

9.5.4.1 Moyens de mesure

Comme représenté à la Figure 16a), la Figure 16b) et la Figure 16c), un disque tournant comportant une ou plusieurs cibles est fixé parallèlement à la face sensible du détecteur de proximité à une distance choisie par le fabricant, et de façon que l'axe de référence du détecteur de proximité passe au centre de la cible.

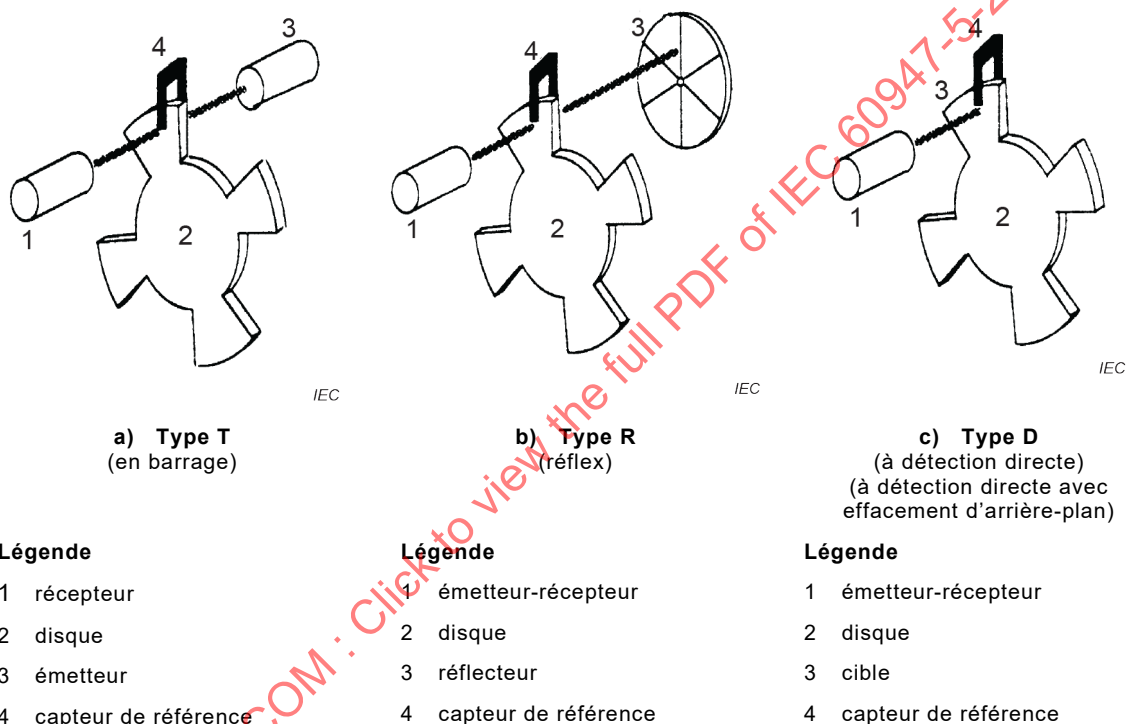


Figure 16 – Moyen de mesure du temps d'action t_{on} et du temps de relâchement t_{off}

Pour les types T et R, le faisceau efficace doit être complètement obstrué par la cible tournante.

Pour le type D et le type D à effacement d'arrière-plan, la surface de la cible tournante doit être constituée du même matériau que la cible normalisée.

Si la portée affecte les essais, le fabricant doit déclarer la portée d'essai.

Un capteur de référence ayant une fréquence de commutation au moins dix fois supérieure à celle de l'EUT est aussi placé à la périphérie du disque.

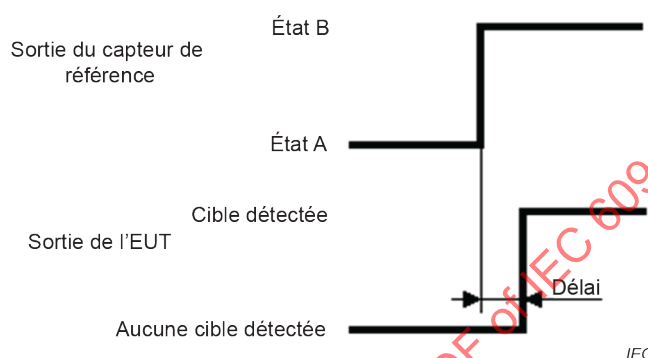
Un enregistreur (par exemple un oscilloscope à mémoire) peut tracer simultanément les courbes délivrées par le détecteur de proximité et par le capteur de référence (voir Figure 17 et Figure 18).

9.5.4.2 Mesure du temps d'action (t_{on})

La position relative du capteur de référence et de l'EUT doit être ajustée en déplaçant lentement le disque de façon que les sorties du capteur de référence et de l'EUT changent d'état simultanément.

Pour mesurer t_{on} , la vitesse du disque est ajustée de façon que l'EUT fonctionne approximativement à la moitié de la fréquence de commutation maximale déclarée par le fabricant.

Le temps d'action t_{on} est le délai maximal observé entre la sortie du capteur de référence et le changement d'état de la sortie de l'EUT (voir Figure 17).



NOTE Le schéma se rapporte aux états logiques A et B. A et B diffèrent suivant le type de détecteur de proximité.

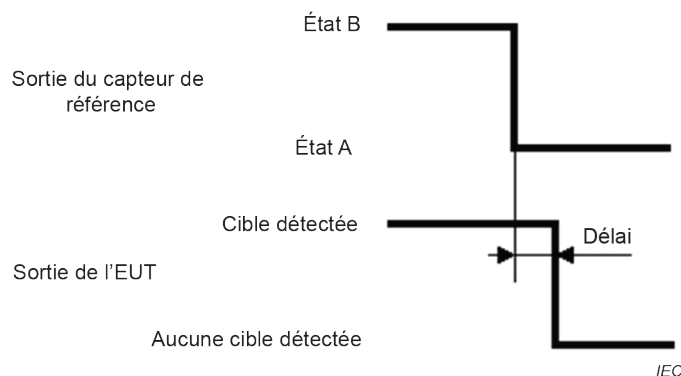
Figure 17 – Mesure du temps d'action t_{on}

9.5.4.3 Mesure du temps de relâchement (t_{off})

La position relative du capteur de référence et de l'EUT doit être ajustée en déplaçant lentement le disque de façon que les sorties du capteur de référence et de l'EUT changent d'état simultanément.

Pour mesurer t_{off} , la vitesse du disque est ajustée de façon que l'EUT fonctionne approximativement à la moitié de la fréquence de commutation maximale déclarée par le fabricant.

Le temps de relâchement t_{off} est le délai maximal observé entre la sortie notée du capteur de référence et le changement d'état de la sortie de l'EUT (voir Figure 18).



NOTE Le schéma se rapporte aux états logiques A et B. A et B diffèrent suivant le type de détecteur de proximité.

Figure 18 – Mesure du temps de relâchement t_{off}

9.5.4.4 Résultats à obtenir

La fréquence de commutation f déterminée par la formule donnée en 8.2.1.6.2 ne doit pas être inférieure à celle donnée par le fabricant.

9.6 Vérification de la compatibilité électromagnétique

9.6.1 Généralités

Les essais doivent être réalisés dans les conditions suivantes.

- le détecteur de proximité monté à l'air libre doit être raccordé à une charge correspondant au courant assigné d'emploi (I_e) et alimenté avec sa tension assignée d'emploi (ou la tension maximale de sa plage de tensions) (U_e).
- les conducteurs de raccordement doivent avoir une longueur de $2^{+0,1}_0$ m. Pour les détecteurs de proximité sans câble solide, le type de câble utilisé doit être spécifié par le fabricant et consigné dans le rapport d'essai.

L'essai doit être réalisé:

- la cible étant placée à une position telle que l'élément de commutation soit à l'état bloqué;
 - la cible étant placée à une position telle que l'élément de commutation soit à l'état passant.
- pour les détecteurs de proximité inductifs et capacitifs, la cible doit être positionnée à $1/3 s_n$ ou $3 s_n$.
 - pour les détecteurs de proximité photoélectriques, deux essais doivent être réalisés.

Pour les types T, R et D, la cible doit d'abord être positionnée de sorte que le gain excédentaire soit de 2, et dans le cas d'un détecteur de type D à effacement d'arrière-plan, la cible noire, conformément à 9.3.2.1.4, doit d'abord être positionnée à la distance maximale, et ensuite être réduite de 10 %.

- puis:
 - sans la cible pour les détecteurs de type D et de type D à effacement d'arrière-plan; ou
 - sans le réflecteur pour les détecteurs de type R; ou
 - sans l'émetteur pour les détecteurs de type T.

Pour l'essai selon 8.2.6.2.4, les conditions de montage supplémentaires suivantes s'appliquent:

- les détecteurs de proximité cylindriques doivent être montés non noyés conformément à la Figure A.6 (IA, IB) b). Un support métallique percé, bloqué entre les contre-écrous du détecteur, doit être connecté au plan de masse de référence;
- les détecteurs de proximité rectangulaires doivent être montés non noyés sur une plaque métallique qui doit être connectée au plan de masse de référence;
- la méthode de connexion au plan de masse de référence doit être conforme aux instructions du fabricant, lorsqu'elles sont données, et elle doit être déclarée dans le rapport d'essai.

9.6.2 Immunité

9.6.2.1 Décharges électrostatiques

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 61000-4-2 et au 8.2.6.2.2, et doit être répété 10 fois à chaque point de mesure, avec un intervalle de temps minimal de 1 s entre les impulsions.

9.6.2.2 Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 61000-4-3 et au 8.2.6.2.3.

9.6.2.3 Transitoires électriques rapides en salves

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 61000-4-4 et au 8.2.6.2.4.

9.6.2.4 Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 61000-4-6 et au 8.2.6.2.6.

9.6.2.5 Champs magnétiques à la fréquence du réseau

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 61000-4-8 et au 8.2.6.2.7.

9.6.2.6 Creux de tension et interruptions

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 61000-4-11 et au 8.2.6.2.8.

9.6.3 Emissions

L'essai doit être réalisé conformément aux exigences définies au paragraphe 8.2.6.3.

Ces limites sont données pour des détecteurs de proximité fabriqués exclusivement pour un environnement industriel (environnement A). Lorsqu'ils peuvent être utilisés dans un environnement résidentiel (environnement B), l'avertissement suivant doit figurer dans les instructions d'emploi:

NOTE

Dans un environnement résidentiel, ce produit peut provoquer des interférences radioélectriques, auquel cas il peut être exigé de l'utilisateur qu'il prenne les mesures adéquates.

9.7 Résultats d'essai et rapport d'essai

Les résultats d'essai doivent être consignés dans un rapport d'essai complet. Le rapport d'essai doit présenter l'objectif, les résultats et les informations pertinentes sur les essais. Le rapport d'essai doit définir le détecteur de proximité soumis à essai, y compris le schéma de câblage et le matériel auxiliaire nécessaire. Tout écart par rapport au plan d'essais doit être mentionné.

Lorsqu'une gamme de détecteurs de proximité est fabriquée selon le même principe et la même conception, et en utilisant le même type de composants, les essais peuvent être réalisés sur des échantillons représentatifs. En outre, sur la base des premiers résultats, le laboratoire d'essai peut décider de limiter la plage de fréquences soumise à essai pour les essais en conduction ou en rayonnement, et doit préciser dans le rapport la plage de fréquences utilisée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60947-5-2:2019

Annexe A (informative)

Dimensions et portées types des détecteurs de proximité

A.1 MODELE IA, IB – DETECTEURS DE PROXIMITE INDUCTIFS CYLINDRIQUES A CORPS FILETE (IA) OU A CORPS LISSE (IB) AVEC CABLE OU CONNECTEUR

A.1.1 (IA, IB) Dimensions

Les dimensions et les tailles de filetage représentées à la Figure A.1 (IA), la Figure A.2 (IB), la Figure A.3 (type A), la Figure A.4 (type B) et la Figure A.5 (type C) doivent être conformes au Tableau A.1, au Tableau A.2 et au Tableau A.3. Toutes les parties rigides des entrées de câble doivent être incluses dans les cotes d_1 et l_2 .

Le diamètre d_2 de la portion non filetée ne doit pas excéder le diamètre des fonds de filets. Pour le type I1, encastrable, le filetage peut être ignoré et le diamètre réduit à d_2 sur une longueur maximale $l_3 = 1$ mm. Pour le type I2, non encastrable, le filetage peut être ignoré et le diamètre réduit à d_2 sur une longueur maximale $l_3 = 2 s_n$.

A.1.1.1 (IA, IB) Dimensions – Modèles avec câble

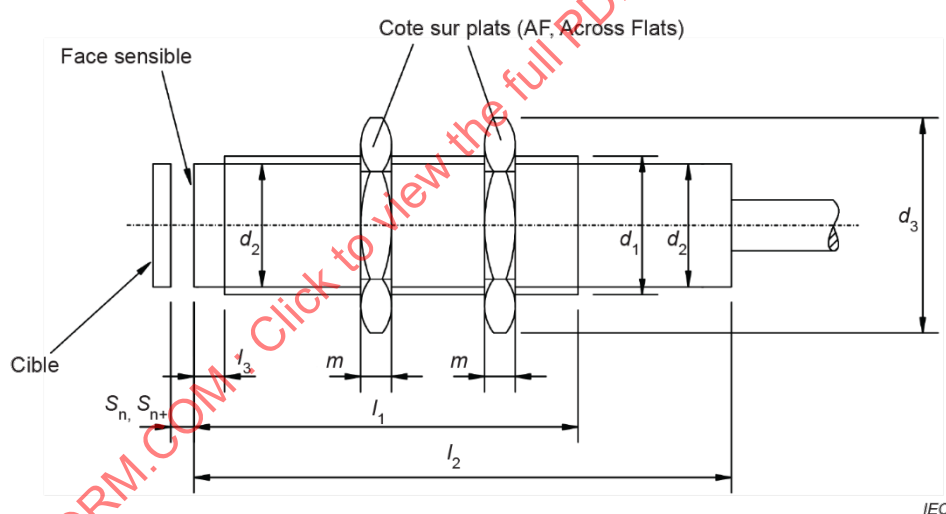


Figure A.1 – (IA) – Dimensions pour le type à corps fileté avec câble

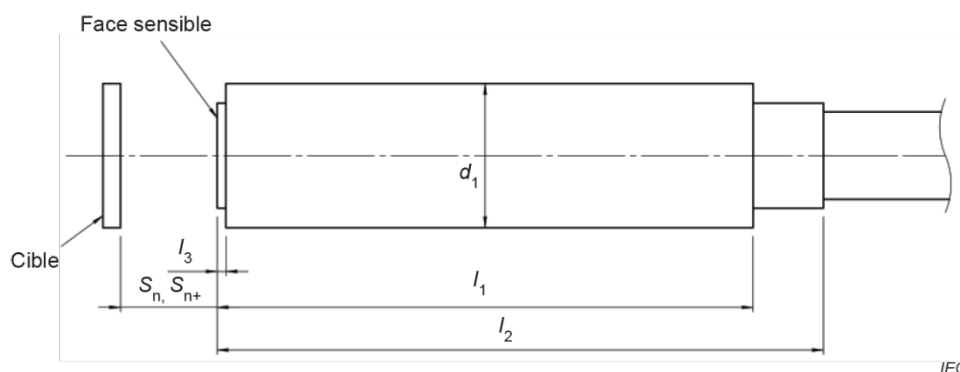


Figure A.2 – (IB) – Dimensions pour le type à corps lisse avec câble

NOTE Des exigences supplémentaires s'appliquent aux types de câbles solidaires de l'appareil (voir l'Annexe C).

Tableau A.1 – (IA, IB) – Séries privilégiées et série secondaire pour les types à corps lisse et corps fileté avec câble

Dimension ^a	Type	Figure	Série privilégiée 1		Série privilégiée 2		Série secondaire	
			Type I1	Type I2	Type I1	Type I2	Type I1	Type I2
Ø 4 _{h10}	IB	A.2	20 ... 25	20 ... 25	25 ... 30	25 ... 30	-	-
M5	IA	A.1	18 ... 25	20 ... 25	25 ... 30	25 ... 30	-	-
Ø 6,5 _{h10}	IB	A.2	25 ... 30	25 ... 30	30 ... 40	30 ... 40	40 ... 50	40 ... 50
M8	IA	A.1	22 ... 30	22 ... 30	25 ... 40	30 ... 40	35 ... 50	40 ... 50
M12, M18, M30	IA	A.1	30 ... 45	30 ... 45	40 ... 60	45 ... 60	50 ... 80	60 ... 80
NOTE Toutes les dimensions sont exprimées en millimètres.								
^a Les autres dimensions doivent être déclarées par le fabricant.								

Tableau A.2 – (IA) – Dimensions des écrous

d_1 Taille de filetage ^a	AF	$m + 0,15$
M5 x 0,5	8	2,7
M8 x 1	13	4
M12 x 1	17	4
M18 x 1	24	4
M30 x 1,5	36	5

NOTE Toutes les dimensions sont exprimées en millimètres.

^a Les autres dimensions doivent être déclarées par le fabricant.