

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Explosive atmospheres –
Part 14: Electrical installations design, selection and erection**

**Atmosphères explosives –
Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60079-14

Edition 5.0 2013-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Explosive atmospheres –
Part 14: Electrical installations design, selection and erection**

**Atmosphères explosives –
Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XG**
CODE PRIX

ICS 26.260.20

ISBN 978-2-8322-1276-9

**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.....	11
INTRODUCTION.....	16
1 Scope.....	18
2 Normative references	19
3 Terms and definitions	20
3.1 General.....	20
3.2 Hazardous areas.....	21
3.3 Flameproof enclosure	22
3.4 Increased safety	22
3.5 Intrinsic safety	23
3.6 Intrinsic safety parameters.....	24
3.7 Pressurization.....	24
3.8 Type of protection “n”	24
3.9 oil-immersion “o”	25
3.10 powder filling “q”	25
3.11 encapsulation “m”	25
3.12 protection by enclosure “t”	25
3.13 Electrical supply systems	25
3.14 Equipment	25
3.15 radio frequency identification RFID	26
4 General.....	26
4.1 General requirements	26
4.2 Documentation.....	27
4.3 Initial inspection.....	28
4.4 Assurance of conformity of equipment.....	28
4.4.1 Equipment with certificates according to IEC standards	28
4.4.2 Equipment without certificates according to IEC standards	28
4.4.3 Selection of repaired, second hand or existing equipment.....	29
4.5 Qualifications of personnel.....	29
5 Selection of equipment	29
5.1 Information requirements	29
5.2 Zones	30
5.3 Relationship between equipment protection levels (EPLs) and zones.....	30
5.4 Selection of equipment according to EPLs	30
5.4.1 General	30
5.4.2 Relationship between EPLs and types of protection	30
5.4.3 Equipment for use in locations requiring EPL “Ga” or “Da”	32
5.4.4 Equipment for use in locations requiring EPL “Gb” or “Db”	32
5.4.5 Equipment for use in locations requiring EPL “Gc” or “Dc”	32
5.5 Selection according to equipment grouping	32
5.6 Selection according to the ignition temperature of the gas, vapour or dust and ambient temperature	33
5.6.1 General	33
5.6.2 Gas or vapour.....	33
5.6.3 Dust.....	34
5.7 Selection of radiating equipment	36
5.7.1 General	36

5.7.2	Ignition process	36
5.8	Selection of ultrasonic equipment	36
5.8.1	General	36
5.8.2	Ignition process	37
5.9	Selection to cover external influences	37
5.10	Selection of transportable, portable and personal equipment	38
5.10.1	General	38
5.10.2	Transportable and portable equipment	39
5.10.3	Personal equipment	39
5.11	Rotating electrical machines	39
5.11.1	General	39
5.11.2	Environmental Factors for “Ex” machine installation	40
5.11.3	Power and accessory connections, grounding	40
5.11.4	Motors fed from a converter supply	41
5.11.5	Switching motors above 1kV	41
5.12	Luminaires	42
5.13	Plugs and socket outlets	42
5.13.1	General	42
5.13.2	Specific requirements for explosive dust atmospheres	42
5.13.3	Location	42
5.14	Cells and batteries	42
5.14.1	Charging of secondary cells and batteries	42
5.14.2	Ventilation	43
5.15	RFID tags	43
5.15.1	General	43
5.15.2	Passive RFID tags	43
5.15.3	Mounting RFID tags	43
5.16	Gas detection equipment	43
6	Protection from dangerous (incendive) sparking	44
6.1	Light metals as construction materials	44
6.2	Danger from live parts	44
6.3	Danger from exposed and extraneous conductive parts	44
6.3.1	General	44
6.3.2	TN type of system earthing	45
6.3.3	TT type of system earthing	45
6.3.4	IT type of system earthing	45
6.3.5	SELV and PELV systems	45
6.3.6	Electrical separation	45
6.3.7	Non Ex electrical equipment above hazardous areas	45
6.4	Potential equalization	46
6.4.1	General	46
6.4.2	Temporary bonding	47
6.5	Static electricity	47
6.5.1	General	47
6.5.2	Avoidance of a build-up of electrostatic charge on construction and protecting parts for locations requiring EPL “Ga”, “Gb” and “Gc”	47
6.5.3	Avoidance of a build-up of electrostatic charge on construction and protecting parts for locations requiring EPL “Da”, “Db” and “Dc”	49

6.6	Lightning protection	49
6.7	Electromagnetic radiation.....	49
6.7.1	General	49
6.7.2	Radio frequency received in hazardous areas.....	49
6.8	Cathodically protected metallic parts.....	50
6.9	Ignition by optical radiation	50
7	Electrical protection	51
8	Switch-off and electrical isolation.....	51
8.1	General.....	51
8.2	Switch-off.....	51
8.3	Electrical isolation.....	51
9	Cables and wiring systems	52
9.1	General.....	52
9.2	Aluminium conductors	52
9.3	Cables	52
9.3.1	General	52
9.3.2	Cables for fixed installations	52
9.3.3	Flexible cables for fixed installations (excluding intrinsically safe circuits)	53
9.3.4	Flexible cables supplying transportable and portable equipment (excluding intrinsically safe circuits)	53
9.3.5	Single insulated wires (excluding intrinsically safe circuits)	54
9.3.6	Overhead lines	54
9.3.7	Avoidance of damage	54
9.3.8	Cable surface temperature.....	54
9.3.9	Resistance to flame propagation.....	54
9.4	Conduit systems	55
9.5	Additional requirements	56
9.6	Installation requirements	56
9.6.1	Circuits traversing a hazardous area.....	56
9.6.2	Terminations.....	56
9.6.3	Unused cores	56
9.6.4	Openings in walls	56
9.6.5	Passage and collection of flammables	56
9.6.6	Accumulation of dust	57
10	Cable entry systems and blanking elements	57
10.1	General.....	57
10.2	Selection of cable glands	57
10.3	Connections of cables to equipment.....	58
10.4	Additional requirements for entries other than Ex “d”, Ex “t” or Ex “nR”	59
10.5	Unused openings	59
10.6	Additional requirements for type of protection “d” – Flameproof enclosures	59
10.6.1	General	59
10.6.2	Selection of cable glands.....	60
10.7	Additional requirements for type of protection “t” – Protection by enclosure.....	60
10.8	Additional requirements for type of protection “nR” – Restricted breathing enclosure.....	61

11	Rotating electrical machines	61
11.1	General.....	61
11.2	Motors with type of protection “d” – Flameproof enclosures.....	61
11.2.1	Motors with a converter supply	61
11.2.2	Reduced-voltage starting (soft starting)	62
11.3	Motors with type of protection “e” – Increased safety	62
11.3.1	Mains-operated.....	62
11.3.2	Winding temperature sensors	63
11.3.3	Machines with rated voltage greater than 1 kV.....	64
11.3.4	Motors with converter supply	64
11.3.5	Reduced-voltage starting (soft starting)	64
11.4	Motors with type of protection “p” and “pD” – Pressurized enclosures	64
11.4.1	Motors with a converter supply	64
11.4.2	Reduced-voltage starting (soft starting)	65
11.5	Motors with type of protection “t” – Protection by enclosures supplied at varying frequency and voltage	65
11.5.1	Motors with a converter supply	65
11.5.2	Reduced-voltage starting (soft starting)	66
11.6	Motors with type of protection “nA” – Non-sparking	66
11.6.1	Motors with converter supply	66
11.6.2	Reduced-voltage starting (soft starting)	66
11.6.3	Machines with rated voltage greater than 1 kV.....	66
12	Luminaires.....	67
13	Electric heating systems.....	67
13.1	General.....	67
13.2	Temperature monitoring	67
13.3	Limiting temperature	68
13.4	Safety device	68
13.5	Electrical trace heating systems.....	69
14	Additional requirements for type of protection “d” – Flameproof enclosures	69
14.1	General.....	69
14.2	Solid obstacles	70
14.3	Protection of flameproof joints.....	70
14.4	Conduit systems	71
15	Additional requirements for type of protection “e” – Increased safety	71
15.1	General.....	71
15.2	Maximum dissipated power of terminal box enclosures	72
15.3	Conductor terminations	72
15.4	Maximum number of conductors in relation to the cross-section and the permissible continuous current.....	73
16	Additional requirements for types of protection “i” – Intrinsic safety	73
16.1	General.....	73
16.2	Installations to meet the requirements of EPL “Gb” or “Gc” and “Db” or “Dc”	74
16.2.1	Equipment	74
16.2.2	Cables	75
16.2.3	Earthing of intrinsically safe circuits.....	79
16.2.4	Verification of intrinsically safe circuits	80
16.3	Installations to meet the requirements of EPL “Ga” or “Da”	81

16.4	Simple apparatus	82
16.5	Terminal boxes	84
16.5.1	General	84
16.5.2	Terminal boxes with only one intrinsically safe circuit	84
16.5.3	Terminal boxes with more than one intrinsically safe circuit	84
16.5.4	Terminal boxes with non-intrinsically safe and intrinsically safe circuits	85
16.5.5	Plugs and sockets used for external connections	85
16.6	Special applications	85
17	Additional requirements for pressurized enclosures	85
17.1	General.....	85
17.2	Type of protection “p”	86
17.2.1	General	86
17.2.2	Ducting	86
17.2.3	Action to be taken on failure of pressurization.....	87
17.2.4	Multiple pressurized enclosures with a common safety device	89
17.2.5	Purging.....	89
17.2.6	Protective gas.....	90
17.3	Type of protection “pD”	90
17.3.1	Sources of protective gas	90
17.3.2	Automatic switch-off	91
17.3.3	Alarm.....	91
17.3.4	Common source of protective gas	91
17.3.5	Switching on electrical supply	91
17.4	Rooms for explosive gas atmosphere	91
17.4.1	Pressurized rooms.....	91
17.4.2	Analyser houses	92
18	Additional requirements for type of protection “n”	92
18.1	General.....	92
18.2	“nR” equipment	92
18.3	Combinations of terminals and conductors for general connection and junction boxes.....	93
18.4	Conductor terminations	93
19	Additional requirements for type of protection “o” – Oil immersion	93
19.1	General.....	93
19.2	External connections.....	94
20	Additional requirements for type of protection “q” – Powder filling.....	94
21	Additional requirements for type of protection “m” – Encapsulation	94
22	Additional requirements for type of protection “op” – Optical radiation	94
23	Additional requirements for type of protection “t” – Protection by enclosure	95
Annex A (normative)	Knowledge, skills and competencies of responsible persons, operatives/technicians and designers	96
A.1	Scope	96
A.2	Knowledge and skills	96
A.2.1	Responsible persons	96
A.2.2	Operatives/technicians (selection and erection)	96
A.2.3	Designers (design and selection).....	96
A.3	Competencies	97

A.3.1	General	97
A.3.2	Responsible persons	97
A.3.3	Operatives/technicians	97
A.3.4	Designers	97
A.4	Assessment	98
Annex B (informative)	Safe work procedure guidelines for explosive gas atmospheres	99
Annex C (normative)	Initial inspection – Equipment-specific inspection schedules	100
Annex D (informative)	Electrical installations in extremely low ambient temperature	105
D.1	General.....	105
D.2	Cables	105
D.3	Electrical trace heating systems.....	105
D.4	Lighting systems	105
D.4.1	General	105
D.4.2	Emergency lights	105
D.5	Electrical rotating machines	105
Annex E (informative)	Restricted breathing test for cables	106
E.1	Test procedure.....	106
Annex F (informative)	Installation of electrical trace heating systems.....	107
F.1	General.....	107
F.2	Definitions.....	107
F.2.1	Electrical trace heating system	107
F.2.2	System components	107
F.2.3	Site-fabricated trace heaters.....	107
F.2.4	Location of sensors	108
F.2.5	Thermal insulation	108
F.2.6	Personnel aspects	108
F.3	General requirements	108
F.4	Requirements for EPL “Gb”, “Gc”, “Db” and “Dc”	109
F.4.1	General	109
F.4.2	Stabilized design	109
F.4.3	Controlled design.....	109
F.5	Design information	110
F.5.1	Design information drawings and documents	110
F.5.2	Isometric or heater configuration line lists and load charts	110
F.6	Incoming inspections	111
F.6.1	Receiving materials	111
F.6.2	Pre-installation testing	112
F.6.3	Visual examination	112
F.6.4	Insulation resistance test	112
F.6.5	Component substitution	112
F.6.6	Location of power supply	112
F.7	Installation of trace heaters.....	113
F.7.1	General	113
F.7.2	Connections and terminations.....	114
F.7.3	Conductor terminations.....	115
F.8	Installation of control and monitoring equipment	115
F.8.1	Verification of equipment suitability.....	115
F.8.2	Sensor considerations	115

	F.8.3	Controller operation, calibration, and access	119
F.9		Installation of thermal insulation system	120
	F.9.1	General	120
	F.9.2	Preparatory work	120
F.10		Installation of distribution wiring and coordination with branch circuits	120
	F.10.1	General	120
	F.10.2	Tagging/identification.....	120
F.11		Final installation review.....	120
	F.11.1	Necessary modifications	120
	F.11.2	Field (site work) circuit insulation resistance test	121
	F.11.3	Visual inspection	121
F.12		Commissioning	121
	F.12.1	Pre-commissioning check	121
	F.12.2	Functional check and final documentation.....	121
Annex G (normative)		Potential stator winding discharge risk assessment – Ignition risk factors	124
Annex H (normative)		Verification of intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics	125
	H.1	General.....	125
	H.2	Intrinsic safety with level of protection “ib”	125
	H.3	Intrinsic safety with level of protection “ic”	125
Annex I (informative)		Methods of determining the maximum system voltages and currents in intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics (as required by Annex H)	126
	I.1	Intrinsically safe circuits with linear current/voltage characteristics	126
	I.2	Intrinsically safe circuits with non-linear current/voltage characteristics	128
Annex J (informative)		Determination of cable parameters	129
	J.1	Measurements	129
	J.2	Cables carrying more than one intrinsically safe circuit	129
	J.2.1	General	129
	J.2.2	Type A cables.....	129
	J.2.3	Type B cables.....	130
	J.2.4	Type C cables.....	130
	J.3	FISCO.....	130
Annex K (normative)		Additional requirements for type of protection “op” – Optical radiation	131
	K.1	General.....	131
	K.2	Inherently safe optical radiation “op is”.....	131
	K.2.1	General	131
	K.2.2	Change of cross sections.....	131
	K.2.3	Coupler.....	131
	K.3	Protected optical radiation “op pr”	131
	K.3.1	General	131
	K.3.2	Radiation inside enclosures	132
	K.4	Optical radiation interlocked with optical breakage “op sh”	132
Annex L (informative)		Examples of dust layers of excessive thickness	133
Annex M (informative)		Hybrid mixtures.....	134
	M.1	General.....	134
	M.2	Concentration limits	134

M.3	Energy/temperature limits	134
M.4	Selection of equipment.....	134
M.5	Use of flameproof equipment	134
M.6	Electrostatic hazard	134
M.7	Installation requirements	135
Bibliography.....		136
Figure 1 – Correlation between the maximum permissible surface temperature and depth of dust layers		35
Figure 2 – Earthing of conducting screens		76
Figure F.1 – Typical installation of control sensor and sensor for temperature limiting control		117
Figure F.2 – Limiting device sensor on sheath of trace heater.....		118
Figure F.3 – Limiting device sensor as artificial hot spot		119
Figure I.1 – Series connection – Summation of voltage		127
Figure I.2 – Parallel connection – Summation of currents.....		127
Figure I.3 – Series and parallel connections – Summations of voltages and summations of currents.....		128
Figure L.1 – Examples for dust layers of excessive thickness with the requirement of laboratory investigation		133
Table 1 – Equipment protection levels (EPLs) where only zones are assigned		30
Table 2 – Default relationship between types of protection and EPLs.....		31
Table 3 – Relationship between gas/vapour or dust subdivision and equipment group		33
Table 4 – Relationship between gas or vapour ignition temperature and temperature class of equipment.....		34
Table 5 – Limitation of surface areas		48
Table 6 – Maximum diameter or width.....		48
Table 7 – Limitation of thickness of non-metallic layer		48
Table 8 – Radio frequency power thresholds.....		50
Table 9 – Radio-frequency energy thresholds		50
Table 10 – Selection of glands, adapters and blanking elements type of protection according to the enclosure type of protection		58
Table 11 – Level of protection, equipment group and ingress protection relationship		61
Table 12 – Requirements for the temperature monitoring systems		68
Table 13 – Minimum distance of obstruction from the flameproof flange joints related to the gas group of the hazardous area.....		70
Table 14 – Example of defined terminal/conductor arrangement – Maximum number of wires in relation to the cross-section and the permissible continuous current		73
Table 15 – Variation in maximum power dissipation with ambient temperature for Equipment Group II.....		83
Table 16 – Determination of type of protection (with no flammable release within the enclosure).....		86
Table 17 – Use of spark and particle barriers.....		87
Table 18 – Summary of protection requirements for enclosures without an internal source of release		88
Table 19 – Summary of protection requirements for enclosures		90

Table C.1 – Inspection schedule for Ex “d”, Ex “e”, Ex “n” and Ex “t”	100
Table C.2 – Initial inspection schedule for Ex “I” installations	102
Table C.3 – Inspection schedule for Ex “p” and “pD” installations	103
Table F.1 – Pre-installation checks	113
Table F.2 – Electrical trace heating systems installation record – Example	123
Table G.1 – Ignition risk factors	124

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –**Part 14: Electrical installations design, selection and erection**

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 60079-14 has been prepared by subcommittee 31J: Classification of hazardous areas and installation requirements, of IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

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

		Type		
Explanation of the significance of the changes	Clause	Minor and editorial changes	Extension	Major technical changes
Introduction of initial inspection	Scope		X	
Introduction of definition "electrical equipment"	3.1.3	X		
Introduction of definition "hybrid mixture"	3.2.4		X	
Note added to the definition "associated apparatus"	3.5.2	X		
Introduction of definition "radio frequency identification"	3.15	X		
List for documents improved and extended: site, equipment, installation and personnel	4.2	X		
New subclause for initial inspection	4.3		X	
Specific requirements given in this standard based on the current edition of the IEC standards in the IEC 60079 series.	4.4.1.2	X		
New selection criteria for radiating equipment according to IEC 60079-0	5.7		X	
New selection criteria for ultrasonic equipment according to IEC 60079-0	5.8		X	
Specific requirements for cells and batteries used in transportable, portable and personal equipment aligned with IEC 60079-11	5.10			C1
New structure for the selection of rotating electrical machines	5.11	X		
New selection criteria for cells and batteries	5.14		X	
New selection criteria for radio frequency identification tags	5.15		X	
New selection criteria for gas detection equipment	5.16		X	
The requirements for material composition of metallic installation material aligned with the requirements for light metal according to IEC 60079-0	6.1		X	
Above hazardous area, the restriction of 3,5 m deleted	6.3.7	X		
New structure of the requirements for static electricity according to IEC 60079-0 added	6.5		X	
New requirements for electromagnetic radiation in accordance with IEC 60079-0	6.7		X	
Improvement of the text for cables, cables for fixed and flexible cables for fixed installation for easier reading	9.3.1 9.3.2 9.3.3	X		
New structure of the requirements for cable entry system and blanking elements with subclauses	10			
– General	10.1			
– Connections of cables to equipment	10.2			
– Selection of cable glands with the new Table 10	10.3			
– Additional requirements for cable glands other than Ex "d", Ex "t" or Ex "nR"	10.4			
– Additional requirements for Ex "d"	10.5			
– Additional requirements for Ex "d"	10.6			
– Additional requirements for Ex "t"	10.7			
– Additional requirements for Ex "nR"	10.8			
New structure for the requirements for rotating electrical machines for all types of protections	11		X	

		Type		
Explanation of the significance of the changes	Clause	Minor and editorial changes	Extension	Major technical changes
New structure for the requirements for electric heating systems including temperature monitoring, limiting temperature, safety device and additional requirements for electrical heat tracing system	13		X	
New subclause to limit the dissipation power of terminal boxes as a function of the numbers of wire in relation to the cross-section and the permissible continuous current with an example	15.4		X	
Improvement of the text for simple apparatus with its definition, limits and the variation in maximum power dissipation based on the ambient temperature and an alternative equation to calculate the max. surface temperature.	16.4		X	
New requirements for terminal boxes if containing more than one intrinsically safe circuit to avoid short-circuits between independent intrinsically safe circuits	16.5			C2
Improvement of the text for terminal boxes with non-intrinsically and intrinsically safe circuits	16.5.4	X		
New subclause for pressurized rooms and analyser houses	17.4		X	
New clause for optical radiation	22		X	
New annex for initial inspection with the equipment specific inspection schedule for all types of protections	Annex C		X	
New annex for electrical installations in extremely low ambient temperature	Annex D		X	
New annex for the restricted migration of gas through cables	Annex E		X	
New annex for installation of electrical trace heating systems	Annex F		X	
New annex for the requirements for type of protection "op" – Optical radiation	Annex K		X	
New annex for hybrid mixtures	Annex M		X	

Explanation of the types of significant changes:	
A) Definitions	
1. Minor and editorial changes:	– Clarification – Decrease of technical requirements – Minor technical change – Editorial corrections
These are changes which modify requirements in an editorial or a minor technical way. They include changes of the wording to clarify technical requirements without any technical change, or a reduction in the level of existing requirement.	
2. Extension:	– Addition of technical options
These are changes which add new or modify existing technical requirements, in a way that new options are given, but without increasing the requirements for the design, selection and erection of existing installations that are fully compliant with the previous standard. Therefore, these will not have to be considered for existing installations in conformity with the preceding edition.	
3. Major technical changes:	– Addition of technical requirements – Increase of technical requirements
These are changes to technical requirements (addition, increase of the level or removal) made in a way that an existing installation in conformity with the preceding edition will not always be able to fulfil the requirements given in the later edition. These changes have to be considered for existing installations in conformity with the preceding edition, for which additional information is provided in B) below. These changes represent the latest state-of-the-art technology. However, these changes should not normally have an influence on existing installations.	
B) Information about the background of “major technical changes”	
C1 Due to the risk of gassing producing hydrogen from all cell types, adequate provision for venting is required as the gassing can create an explosive condition in small enclosures. This condition would apply to torches, multi meters, pocket gas sensors and similar items. Alternatively, where the equipment meets the requirements for Equipment Group IIC, the requirement of degassing apertures or limitation of hydrogen concentration does not apply. C2 An individual intrinsically safe circuit is also safe under short-circuit conditions. The short-circuit between two independent intrinsically safe circuits is not considered. Therefore the terminal boxes have to meet additional requirements for IP rating as well for the mechanical impact to make sure that the integrity of the enclosure is given also under worst case conditions.	

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

FDIS	Report on voting
31J/225/FDIS	31J/230/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 60079 series, under the general title *Explosive atmospheres*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

Preventive measures to reduce the explosion risk from flammable materials are based on three principles, which are normally applied in the following order:

- 1) substitution
- 2) control
- 3) mitigation

Substitution involves, for example, replacing a flammable material by one which is either not flammable or less flammable.

Control involves, for example:

- a) reducing the quantity of flammables;
- b) avoiding or minimising releases;
- c) controlling the release;
- d) preventing the formation of an explosive atmosphere;
- e) collecting and containing releases; and
- f) avoiding ignition sources.

NOTE 1 With the exception of item f), all of the above are part of the process of hazardous area classification.

Mitigation involves, for example:

- 1) reducing the number of people exposed;
- 2) providing measures to avoid the propagation of an explosion;
- 3) providing explosion pressure relief;
- 4) providing explosion pressure suppression; and
- 5) providing suitable personal protective equipment.

NOTE 2 The above items are part of consequence management when considering risk.

Once the principles of substitution and control (items a) to e)) have been applied, the remaining hazardous areas should be classified into zones according to the likelihood of an explosive atmosphere being present (see IEC 60079-10-1 or IEC 60079-10-2). Such classification, which may be used in conjunction with an assessment of the consequences of an ignition, allows equipment protection levels to be determined and hence appropriate types of protection to be specified for each location.

For an explosion to occur, an explosive atmosphere and a source of ignition need to co-exist. Protective measures aim to reduce, to an acceptable level, the likelihood that the electrical installation could become a source of ignition.

By careful design of the electrical installation, it is frequently possible to locate much of the electrical equipment in less hazardous or non-hazardous areas.

When electrical equipment is installed in areas where explosive concentrations and quantities of flammable gases vapours or dusts may be present in the atmosphere, protective measures are applied to reduce the likelihood of explosion due to ignition by arcs, sparks or hot surfaces, produced either in normal operation or under specified fault conditions.

Many types of dust that are generated, processed, handled and stored, are combustible. When ignited they can burn rapidly and with considerable explosive force if mixed with air in the appropriate proportions. It is often necessary to use electrical equipment in locations where such materials are present, and suitable precautions should therefore be taken to

ensure that all such equipment is adequately protected so as to reduce the likelihood of ignition of the external explosive atmosphere. In electrical equipment, potential ignition sources include electrical arcs and sparks, hot surfaces and frictional sparks.

Dust can be ignited by equipment in several ways:

- by surfaces of the equipment that are above the minimum ignition temperature of the dust concerned. The temperature at which a type of dust ignites is a function of the properties of the dust, whether the dust is in a cloud or layer, the thickness of the layer and the geometry of the heat source;
- by arcing or sparking of electrical parts such as switches, contacts, commutators, brushes, or the like;
- by discharge of an accumulated electrostatic charge;
- by radiated energy (e.g. electromagnetic radiation);
- by mechanical sparking or frictional sparking associated with the equipment.

In order to avoid dust ignition hazards it is important that:

- the temperature of surfaces on which dust can be deposited, or which would be in contact with a dust cloud, is kept below the temperature limitation specified in this standard;
- any electrical sparking parts, or parts having a temperature above the temperature limit specified in this standard:
 - are contained in an enclosure which adequately prevents the ingress of dust, or
 - the energy of electrical circuits is limited so as to avoid arcs, sparks or temperatures capable of igniting dust;
- any other ignition sources are avoided.

Several types of protection are available for electrical equipment in hazardous areas (see IEC 60079-0), and this standard gives the specific requirements for design, selection and erection of electrical installations in explosive atmospheres.

This part of the IEC 60079 series is supplementary to other relevant IEC standards, for example IEC 60364 series as regards electrical installation requirements. This part also refers to IEC 60079-0 and its associated standards for the construction, testing and marking requirements of suitable electrical equipment.

This standard provides the specific requirements for the design, selection, erection and the required initial inspection of electrical equipment in hazardous areas. This standard is also based on manufacturer's instructions being followed. On-going inspection, maintenance and repair aspects also play an important role in control of hazardous area installations and the user's attention is drawn to IEC 60079-17, IEC 60079-19 and manufacturer's instructions for further information concerning these aspects.

In any industrial installation, irrespective of size, there may be numerous sources of ignition apart from those associated with electrical equipment. Precautions may be necessary to ensure safety from other possible ignition sources, but guidance on this aspect is outside the scope of this standard.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 14: Electrical installations design, selection and erection

1 Scope

This part of the IEC 60079 series contains the specific requirements for the design, selection, erection and initial inspection of electrical installations in, or associated with, explosive atmospheres.

Where the equipment is required to meet other environmental conditions, for example, protection against ingress of water and resistance to corrosion, additional protection requirements may be necessary.

The requirements of this standard apply only to the use of equipment under standard atmospheric conditions as defined in IEC 60079-0. For other conditions, additional precautions may be necessary, and the equipment should be certified for these other conditions. For example, most flammable materials and many materials which are normally regarded as non-flammable might burn vigorously under conditions of oxygen enrichment.

NOTE 1 The standard atmospheric conditions defined in IEC 60079-0 relate to the explosion characteristics of the atmosphere and not the operating range of the equipment i.e.

- Temperature: –20 °C to 60 °C;
- Pressure: 80 kPa (0,8 bar) to 110 kPa (1,1 bar); and
- air with normal oxygen content, typically 21 % v/v.

These requirements are in addition to the requirements for installations in non-hazardous areas.

NOTE 2 For voltages up to 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. requirements of this standard are based on installation requirements in the IEC 60364 series, but other relevant national requirements can apply.

This standard applies to all electrical equipment including fixed, portable, transportable and personal, and installations, permanent or temporary.

This standard does not apply to

- electrical installations in mines susceptible to firedamp;

NOTE 3 This standard can apply to electrical installations in mines where explosive gas atmospheres other than firedamp can be formed and to electrical installations in the surface installation of mines.

- inherently explosive situations and dust from explosives or pyrophoric substances (for example explosives manufacturing and processing);
- rooms used for medical purposes;
- electrical installations in areas where the hazard is due to flammable mist.

NOTE 4 Additional guidance on the requirements for hazards due to hybrid mixtures of dust or flyings and flammable gas or vapour is provided in Annex M.

No account is taken in this Standard of the toxic risks that are associated with flammable gases, liquids and dusts in concentrations that are usually very much less than the lower explosive limit. In locations where personnel may be exposed to potentially toxic concentrations of flammable material, appropriate precautions should be taken. Such precautions are outside the scope of this Standard.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

IEC 60079-1, *Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures "d"*

IEC 60079-6, *Explosive atmospheres – Part 6: Equipment protection by oil immersion "o"*

IEC 60079-7, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety "e"*

IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres*

IEC 60079-10-2, *Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Combustible dust atmospheres*

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"*

IEC 60079-13, *Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room "p"*

IEC 60079-15, *Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection "n"*

IEC/TR 60079-16, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 16: Artificial ventilation for the protection of analyzer(s) houses*

IEC 60079-17, *Explosive atmospheres – Part 17: Electrical installations inspection and maintenance*

IEC 60079-18, *Explosive atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation "m"*

IEC 60079-19, *Explosive atmospheres – Part 19: Equipment repair, overhaul and reclamation*

IEC 60079-26, *Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) "Ga"*

IEC 60079-28, *Explosive atmospheres – Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation*

IEC 60079-29-1, *Explosive atmospheres – Part 29-1: Gas detectors – Performance requirements of detectors for flammable gases*

IEC 60079-29-4, *Explosive atmospheres – Part 29-4: Gas detectors – Performance requirements of open path detectors for flammable gases*

IEC 60079-30-1, *Explosive atmospheres – Part 30-1: Electrical resistance trace heating – General and testing requirements*

IEC 60243-1, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*

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

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60950 (all parts), *Information technology equipment – Safety*

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61285, *Industrial process control – Safety of analyser houses*

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

IEC 62305-3:2010, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60079-0, as well as the following apply.

NOTE Additional definitions applicable to explosive atmospheres can be found in IEC 60050-426.

3.1 General

3.1.1

competent body

individual or organization which can demonstrate appropriate technical knowledge and relevant skills to make the necessary assessments of the safety aspect under consideration

3.1.2

verification dossier

set of documents showing the compliance of electrical equipment and installations

3.1.3

electrical equipment

items applied as a whole or in part for the utilization of electrical energy

Note 1 to entry: These include, amongst others, items for the generation, transmission, distribution, storage, measurement, regulation, conversion and consumption of electrical energy and items for telecommunications.

3.2 Hazardous areas

3.2.1

hazardous area

area in which an explosive atmosphere is present, or may be expected to be present, in quantities such as to require special precautions for the construction, installation and use of equipment

Note 1 to entry: For the purposes of this standard, an area is a three-dimensional region or space.

3.2.2

non-hazardous area

area in which an explosive atmosphere is not expected to be present in quantities such as to require special precautions for the construction, installation and use of equipment

3.2.3

group <of electrical equipment for explosive atmospheres>

classification of electrical equipment related to the explosive atmosphere for which it is to be used

Note 1 to entry: Electrical equipment for use in explosive atmospheres is divided into three groups:

- Group I: electrical equipment for mines susceptible to firedamp;
- Group II (which can be divided into subgroups): electrical equipment for places with an explosive gas atmosphere, other than mines susceptible to firedamp (see 5.5);
- Group III (which can be divided into subgroups): electrical equipment for places with an explosive dust atmosphere (see 5.5).

3.2.4

hybrid mixture

mixture of a flammable gas or vapour with a combustible dust

Note 1 to entry: According IEC 60079-10-2 the term “dust” is defined as including both dust and flyings.

3.2.5

maximum permissible surface temperature

highest temperature that a surface of electrical equipment is allowed to reach in practical service to avoid ignition

Note 1 to entry: This definition does not apply to gases. The maximum permissible surface temperature will depend upon the type of dust, whether as a cloud or layer, including layer thickness and the application of a safety factor (see 5.6.3).

3.2.6

zones

hazardous areas classified into zones based upon the frequency of the occurrence and duration of an explosive atmosphere

3.2.7

Zone 0

place in which an explosive atmosphere consisting of a mixture with air of flammable substances in the form of gas or vapour is present continuously or for long periods or frequently

3.2.8

Zone 1

place in which an explosive atmosphere consisting of a mixture with air of flammable substances in the form of gas or vapour is likely to occur in normal operation occasionally

3.2.9

Zone 2

place in which an explosive atmosphere consisting of a mixture with air of flammable substances in the form of gas or vapour is not likely to occur in normal operation but, if it does occur, will persist for a short period only

3.2.10

Zone 20

area in which an explosive atmosphere in the form of a cloud of dust in air is present continuously, or for long periods or frequently

3.2.11

Zone 21

area in which an explosive atmosphere in the form of a cloud of dust in air is likely to occur, occasionally, in normal operation

3.2.12

Zone 22

area in which an explosive atmosphere in the form of a cloud of dust in air is not likely to occur in normal operation but, if it does occur, will persist for a short period only

3.3 Flameproof enclosure

3.3.1

flameproof enclosure “d”

type of protection in which the parts capable of igniting an explosive gas atmosphere are provided with an enclosure which can withstand the pressure developed during an internal explosion of an explosive mixture and which prevents the transmission of the explosion to the explosive gas atmosphere surrounding the enclosure

3.3.2

pressure-piling

increased pressure resulting from an ignition, in a compartment or subdivision of an enclosure due to a gas mixture being pre-compressed, e.g. due to a primary ignition in another compartment or subdivision

Note 1 to entry: This may lead to a higher maximum pressure than would otherwise be expected.

3.4 Increased safety

3.4.1

increased safety “e”

type of protection applied to electrical equipment in which additional measures are applied so as to give increased security against the possibility of excessive temperatures and of the occurrence of arcs and sparks in normal service or under specified abnormal conditions

3.4.2

initial starting current

I_A

highest r.m.s. value of current absorbed by an a.c. motor at rest or by an a.c. magnet with its armature clamped in the position of maximum air gap, when supplied at the rated voltage and rated frequency

3.4.3

starting current ratio

I_A/I_N

ratio between initial starting current I_A and rated current I_N

3.4.4 time

t_E

time taken for an a.c. rotor or stator winding, when carrying the initial starting current I_A , to be heated up to the limiting temperature from the temperature reached in rated service at the maximum ambient temperature

3.5 Intrinsic safety

3.5.1 intrinsic safety “i”

type of protection based upon the restriction of electrical energy within the apparatus and of interconnecting wiring exposed to an explosive atmosphere to a level below that which can cause ignition by either sparking or heating effects

3.5.2 associated apparatus

electrical apparatus which contains both intrinsically safe circuits and non-intrinsically safe circuits and is constructed so that the non-intrinsically safe circuits cannot adversely affect the intrinsically safe circuits

Note 1 to entry: Associated apparatus may be either:

- electrical equipment which has another type of protection listed in IEC 60079-0 for use in the appropriate explosive atmosphere, or
- electrical equipment not so protected and which, therefore, is not normally used within an explosive atmosphere, for example a recorder which is not itself in an explosive atmosphere, but is connected to a thermocouple situated within an explosive atmosphere where only the recorder input circuit is intrinsically safe.

3.5.3 intrinsically safe apparatus

electrical apparatus in which all the circuits are intrinsically safe

3.5.4 galvanic isolation

arrangement within an item of intrinsically safe apparatus or associated apparatus which permits the transfer of signals or power between two circuits without any direct electrical connection between the two

Note 1 to entry: Galvanic isolation frequently utilizes either magnetic (transformer or relay) or opto-coupled elements.

3.5.5 simple apparatus

electrical component or combination of components of simple construction with well-defined electrical parameters which is compatible with the intrinsic safety or energy-limited safety of the circuit in which it is used

3.5.6 intrinsically safe circuit

circuit in which any spark or any thermal effect produced in the conditions specified in IEC 60079-11, which include normal operation and specified fault conditions, is not capable of causing ignition of a given explosive atmosphere

Note 1 to entry: The circuit may also contain associated apparatus.

3.5.7 intrinsically safe electrical system

assembly of interconnected items of electrical equipment, described in a descriptive system document, in which the circuits or parts of circuits intended to be used in an explosive atmosphere are intrinsically safe

3.5.8

intrinsically safe sub-circuit

part of an intrinsically safe circuit which is galvanically isolated from another part or other parts of the same intrinsically safe circuit

3.6 Intrinsic safety parameters

3.6.1

maximum external inductance to resistance ratio

L_o/R_o

maximum value of ratio of inductance to resistance that can be connected to the external connection facilities of the electrical apparatus without invalidating intrinsic safety

3.7 Pressurization

3.7.1

pressurization “p”

technique of guarding against the ingress of the external atmosphere into an enclosure by maintaining a protective gas therein at a pressure above that of the external atmosphere

3.7.2

continuous dilution

continuous supply of a protective gas, after purging, at such a rate that the concentration of a flammable substance inside the pressurized enclosure is maintained at a value outside the explosive limits at any potential ignition source (that is, outside the dilution area)

Note 1 to entry: The dilution area is an area in the vicinity of an internal source of release where the concentration of a flammable substance is not diluted to a safe concentration.

3.7.3

leakage compensation

flow of protective gas sufficient to compensate for any leakage from the pressurized enclosure and its ducts

3.7.4

static pressurization

maintenance of an overpressure within a pressurized enclosure without the addition of protective gas in the hazardous area

3.8 Type of protection “n”

3.8.1

type of protection “n”

type of protection applied to electrical equipment such that, in normal operation and in certain specified abnormal conditions, it is not capable of igniting a surrounding explosive atmosphere

Note 1 to entry: Additionally, the requirements of the equipment standard are intended to ensure that a fault capable of causing ignition is not likely to occur.

Note 2 to entry: An example of a specified abnormal condition is a luminaire with a failed lamp.

3.8.2

energy-limited apparatus

electrical equipment in which the circuits and components are constructed according to the concept of energy limitation

3.8.3

associated energy-limited apparatus

electrical equipment which contains both energy-limited and non-energy-limited circuits and is constructed so that the non-energy-limited circuits cannot adversely affect the energy-limited circuits

3.9 oil-immersion “o”

type of protection in which the electrical equipment or parts of the electrical equipment are immersed in a protective liquid in such a way that an explosive gas atmosphere which may be above the liquid or outside the enclosure cannot be ignited

3.10 powder filling “q”

type of protection in which the parts capable of igniting an explosive gas atmosphere are fixed in position and completely surrounded by filling material to prevent the ignition of an external explosive atmosphere

Note 1 to entry: The type of protection may not prevent the surrounding explosive gas atmosphere from penetrating into the equipment and components and being ignited by the circuits. However, due to the small free volumes in the filling material and due to the quenching of a flame which may propagate through the paths in the filling material, an external explosion is prevented.

3.11 encapsulation “m”

type of protection whereby parts that are capable of igniting an explosive atmosphere by either sparking or heating are enclosed in a compound in such a way that the explosive atmosphere cannot be ignited under operating or installation conditions

3.12 protection by enclosure “t”

type of protection whereby all electrical equipment is protected by an enclosure to avoid ignition of a dust layer or cloud

3.13 Electrical supply systems

3.13.1

protective extra-low voltage system

PELV

electric system in which the voltage cannot exceed the value of extra-low voltage:

- under normal conditions, and
- under single fault conditions, except earth faults in other electric circuits

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-32]

3.13.2

safety extra-low voltage system

SELV

electric system in which the voltage cannot exceed the value of extra-low voltage:

- under normal conditions and
- under single fault conditions, including earth faults in other electric circuits

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-31]

3.14 Equipment

3.14.1

fixed

equipment fastened to a support, or otherwise secured in a specific location when energized

3.14.2

transportable

equipment not intended to be carried by a person nor intended for fixed installation which can be moved when energized

3.14.3

portable

equipment intended to be carried by a person which can be moved when energized

3.14.4

personal

equipment intended to be supported by a person's body during normal use

3.15 radio frequency identification

RFID

data collection technology that uses electronic tags for storing data

Note 1 to entry: The tag, also known as an "electronic label", "transponder" or "type plate" is made up of an RFID chip attached to an antenna. Transmitting in the kilohertz, megahertz and gigahertz ranges, tags may be battery-powered or derive their power from the RF waves coming from the reader.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

4 General

4.1 General requirements

Hazardous areas are classified into Zones 0, 1 and 2 for gases and vapours according to IEC 60079-10-1, and into Zones 20, 21 and 22 for dusts according to IEC 60079-10-2 in order to facilitate the selection of appropriate electrical equipment and the design of suitable electrical installations.

Electrical equipment should, as far as is reasonably practicable, be located in non-hazardous areas. Where it is not possible to do this, it should be located in an area where an explosive atmosphere is least likely to occur.

Electrical installations in hazardous areas shall also comply with the appropriate requirements for electrical installations in non-hazardous areas. However the requirements for non-hazardous areas are insufficient for installations in hazardous areas.

Where additional protection is required to meet other environmental conditions, for example, protection against ingress of water and resistance to corrosion the method used shall not adversely affect the integrity of the equipment. Electrical equipment and materials shall be installed and used within their electrical ratings for power, voltage, current, frequency, duty and such other characteristics where non-conformity might jeopardize the safety of the installation. In particular, care shall be taken to ensure that the voltage and frequency are appropriate to the supply system with which the equipment is used and that the temperature classification has been established for the correct voltage, frequency and other parameters.

Products for use in hazardous areas are commonly designed for IEC standard voltages according IEC 60038. If a supply voltage is outside of these standardized voltages, then equipment should be specially selected and certified.

All electrical equipment and wiring in hazardous areas shall be selected and installed in accordance with Clauses 5 to 13 inclusive and the additional requirements for the particular type of protection (Clauses 14 to 23).

Installations should be designed and equipment and materials installed with a view to providing ease of access for inspection and maintenance (IEC 60079-17).

Equipment and systems used in exceptional circumstances, for example research, development, pilot plant where explosion protected equipment is not available, need not meet the requirements of this standard, provided that the installation is under the supervision of a competent body and one or more of the following conditions, as appropriate, are met:

- measures are taken to ensure that an explosive atmosphere does not occur; or
- measures are taken to ensure that this equipment is disconnected before an explosive atmosphere occurs, in which case ignition after disconnection, e.g. due to heated parts, shall be prevented also; or
- measures are taken to ensure that persons and the environment are not endangered by fires or explosions.

In addition, the measures or conditions or control shall be documented by a competent body who:

- is familiar with the requirements for this, and any other relevant standards and code of practice concerning the use of electrical equipment and systems for use in hazardous areas, and,
- has access to all information necessary to carry out the assessment.

4.2 Documentation

It is necessary to ensure that any installation complies with the relevant equipment certificate (see also Clause 5) as well as with this standard and any other requirements specific to the plant on which the installation takes place. To achieve this result, a verification dossier shall be prepared for every installation and shall be either kept on the premises or stored in another location. In the latter case, a document shall be left on the premises indicating who the owner or owners are and where that information is kept, so that when required, copies may be obtained.

NOTE The verification dossier can be kept as hard copy or in electronic form. Methods accepted by legislation in each country can have an impact on the form in which the documentation will be legally accepted.

In order to correctly install or extend an existing installation, the following information, additional to that required for non-hazardous areas, is required as part of the verification dossier, where applicable:

SITE

- area classification documents (see IEC 60079-10-1 and IEC 60079-10-2) with plans showing the classification and extent of the hazardous areas including the zoning (and maximum permissible dust layer thickness if the hazard is due to dust);
- optional assessment of consequences of ignition (see 5.3);
- where applicable, gas, vapour or dust classification in relation to the group or subgroup of the electrical equipment;
- temperature class or ignition temperature of the gas or vapour involved;
- where applicable, the material characteristics including electrical resistivity, the minimum ignition temperature of the dust cloud, minimum ignition temperature of the dust layer and minimum ignition energy of the dust cloud;
- external influences and ambient temperature (see 5.9).

EQUIPMENT

- manufacturer's instructions for selection, installation and initial inspection;
- documents for electrical equipment with conditions of use, e.g. for equipment with certificate numbers which have the suffix "X";
- descriptive system document for the intrinsically safe system (see 16.2.4.2);

- details of any relevant calculation, e.g. for purging rates for instruments or analyser houses;
- manufacturer's/qualified person's declaration (see 4.4.2).

Consideration should be given to obtaining information for maintenance and repair to meet the requirements of IEC 60079-17 and IEC 60079-19 respectively.

INSTALLATION

- necessary information to ensure correct installation of the equipment provided in a form which is suitable to the personnel responsible for this activity (see IEC 60079-0, Instructions);
- documentation relating to the suitability of the equipment for the area and environment to which it will be exposed, e.g. temperature ratings, type of protection, IP rating, corrosion resistance;
- the plans showing types and details of wiring systems;
- records of selection criteria for cable entry systems for compliance with the requirements for the particular type of protection;
- drawings and schedules relating to circuit identification;
- records of the initial inspection (Annex C).
- installer's/qualified person's declaration (see 4.5)

NOTE Records of inspection for assemblies or pre-installed items can be accepted as part of initial inspection records.

4.3 Initial inspection

Equipment shall be installed in accordance with its documentation. It shall be ensured that replaceable items are of the correct type and rating. On completion of the erection and prior to first use, initial detailed inspection of the equipment and installation shall be carried out in accordance with Annex C, which is based on the "detailed" grade of inspection in IEC 60079-17.

NOTE IEC 60079-17 includes further information relevant to the initial inspection.

4.4 Assurance of conformity of equipment

4.4.1 Equipment with certificates according to IEC standards

4.4.1.1 General

Equipment with certificate according to the IEC 60079 series or the IEC 61241 series, meets the requirements for hazardous areas, when selected and installed in accordance with this standard.

4.4.1.2 IEC standards

The requirements given in this standard are based on the current editions of the IEC standards in the IEC 60079 series. If equipment is not certified in accordance with current editions of the IEC 60079 series it may not be compatible with the requirements given in this standard. It may be required that additional measures should be applied to ensure safe operation.

NOTE Information about the current editions of IEC standards, either for product safety or for equipment for explosive atmospheres, can be found on the IEC website. Information about the changes related to the previous editions is given in the foreword of the standards.

4.4.2 Equipment without certificates according to IEC standards

Apart from simple apparatus used within an intrinsically safe circuit, the selection of equipment for use in a hazardous area, which either has no certificate at all or it has a

certificate but not in accordance with one of the standards listed in 4.4.1, shall be restricted to circumstances where equipment with suitable certification is not obtainable. The justification for the use of such equipment, along with the installation and marking requirements, shall be made by the user, manufacturer or third party and be recorded in the verification dossier. The following requirements of this standard, under these conditions, may not be applicable.

4.4.3 Selection of repaired, second hand or existing equipment

When it is intended that existing, second hand or repaired equipment is to be installed in a new installation, it shall only be reused if:

- it can be verified that the equipment is unmodified and is in a condition that meets the content of the original certificate (including any repair or overhaul). If there is doubt that the equipment is unmodified the original manufacturer should be contacted,
- any changes to equipment standards relevant to the item considered do not require additional safety precautions, and
- the basis used for the certification of that product does not conflict with the requirements given in this standard.

The act of introducing equipment where specifications are not identical to an existing installation may cause that installation to be deemed “new”.

In the situation where equipment is dual certified (e.g. as intrinsically safe apparatus and independently as flameproof equipment) care should be taken that the type of protection used for its new intended location has not been compromised by the way in which it was originally installed and subsequently maintained. Different protection concepts have different maintenance requirements. In the above example: equipment originally installed as flameproof should only be used as flameproof unless it can be verified that there has been no damage to the safety components within the intrinsically safe circuit on which safety depends by, for example, an over-voltage at the supply terminals or if it was originally installed as intrinsically safe then a check is required to ensure that there has been no damage to the flame paths before it can be used as flameproof.

4.5 Qualifications of personnel

The design of the installation, the selection of equipment and the erection covered by this standard shall be carried out only by persons whose training has included instruction on the various types of protection and installation practices, relevant rules and regulations and on the general principles of area classification. The competency of the person shall be relevant to the type of work to be undertaken (see Annex A).

Appropriate continuing education or training shall be undertaken by personnel on a regular basis.

NOTE Competency can be demonstrated in accordance with a training and assessment framework relevant to national regulations or standards or user requirements.

5 Selection of equipment

5.1 Information requirements

In order to select the appropriate electrical equipment for hazardous areas, the following information is required:

- classification of the hazardous area including the equipment protection level requirements where applicable;
- where applicable, gas, vapour or dust classification in relation to the group or subgroup of the electrical equipment;
- temperature class or ignition temperature of the gas or vapour involved;

- minimum ignition temperature of the dust cloud and minimum ignition temperature of the dust layer;
- intended application of the equipment;
- external influences and ambient temperature.

It is recommended that the equipment protection levels (EPL) requirements are recorded on the area classification drawing. This should also apply even if consequences have not been subjected to risk assessment (see 5.3).

5.2 Zones

Hazardous areas are classified into zones. Zoning does not take account of the potential consequences of an explosion.

NOTE Editions of this standard prior to IEC 60079-14: 2007 (edition 4) allocated types of protection to zones, on a statistical basis such that where there was a more frequent probability of the occurrence of an explosive atmosphere, then a greater level of safety against the possibility of an ignition source was applied.

5.3 Relationship between equipment protection levels (EPLs) and zones

Where only the zones are identified in the area classification documentation, then the relationship between EPLs and zones from Table 1 shall be followed.

**Table 1 – Equipment protection levels (EPLs)
where only zones are assigned**

Zone	Equipment protection levels (EPLs)
0	“Ga”
1	“Ga” or “Gb”
2	“Ga”, “Gb” or “Gc”
20	“Da”
21	“Da” or “Db”
22	“Da”, “Db” or “Dc”

Where the EPLs are identified in the area classification documentation, those requirements for selection of the equipment shall be followed.

As an alternative to the relationship given in Table 1 between EPLs and zones, EPLs can be determined on the basis of a risk, i.e. taking into account the consequences of an ignition. This may, under certain circumstances, require a higher EPL or permit a lower EPL than that defined in Table 1. Refer to IEC 60079-10-1 and IEC 60079-10-2.

5.4 Selection of equipment according to EPLs

5.4.1 General

For new installations or equipment use, conformity of equipment shall be verified according to 4.4.

5.4.2 Relationship between EPLs and types of protection

The recognised types of protection according to IEC standards have been allocated default EPLs according to Table 2. Where the equipment is marked with a type of protection code and an EPL that differs from Table 2 then the equipment EPL marking shall take precedence.

Table 2 – Default relationship between types of protection and EPLs

EPL	Type of protection	Code	According to
“Ga”	Intrinsically safe	“ia”	IEC 60079-11
	Encapsulation	“ma”	IEC 60079-18
	Two independent types of protection each meeting EPL “Gb”		IEC 60079-26
	Protection of equipment and transmission systems using optical radiation	“op is”	IEC 60079-28
	Special protection	“sa”	IEC 60079-33
“Gb”	Flameproof enclosures	“d”	IEC 60079-1
	Increased safety	“e”	IEC 60079-7
	Intrinsically safe	“ib”	IEC 60079-11
	Encapsulation	“m” “mb”	IEC 60079-18
	Oil immersion	“o”	IEC 60079-6
	Pressurized enclosures	“p”, “px”, “py”, “pxb” or “pyb”	IEC 60079-2
	Powder filling	“q”	IEC 60079-5
	Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO)		IEC 60079-27
	Protection of equipment and transmission systems using optical radiation	“op is” “op sh” “op pr”	IEC 60079-28
	Special protection	“sb”	IEC 60079-33
“Gc”	Intrinsically safe	“ic”	IEC 60079-11
	Encapsulation	“mc”	IEC 60079-18
	Non-sparking	“n” or “nA”	IEC 60079-15
	Restricted breathing	“nR”	IEC 60079-15
	Energy limitation	“nL”	IEC 60079-15
	Sparking equipment	“nC”	IEC 60079-15
	Pressurized enclosures	“pz” or “pzc”	IEC 60079-2
	Protection of equipment and transmission systems using optical radiation	“op is” “op sh” “op pr”	IEC 60079-28
	Special protection	“sc”	IEC 60079-33
“Da”	Encapsulation	“ma”	IEC 60079-18
	Protection by enclosure	“ta”	IEC 60079-31
	Intrinsically safe	“ia” or “iaD”	IEC 60079-11 or IEC 61241-11
	Special protection	“sa”	IEC 60079-33
“Db”	Encapsulation	“mb”	IEC 60079-18
	Protection by enclosure	“tb” or “tD”	IEC 60079-31 IEC 61241-1
	Pressurized enclosures	“pD”	IEC 61241-4
	Intrinsically safe	“ib” or “ibD”	IEC 60079-11 or IEC 61241-11

EPL	Type of protection	Code	According to
	Special protection	"sb"	IEC 60079-33
"Dc"	Encapsulation	"mc"	IEC 60079-18
	Protection by enclosure	"tc" or "tD"	IEC 60079-31 IEC 61241-1
	Pressurized enclosures	"pD"	IEC 61241-4
	Intrinsically safe	"ic"	IEC 60079-11
	Special protection	"sc"	IEC 60079-33
New protection marking codes with identification of EPLs may be introduced in the future.			

5.4.3 Equipment for use in locations requiring EPL "Ga" or "Da"

Electrical equipment and circuits can be used in locations requiring EPL "Ga" or "Da" if the equipment is either marked as EPL "Ga" or "Da" respectively or uses a type of protection listed in Table 2 as meeting the requirements of EPL "Ga" or "Da" respectively. The installation shall comply with the requirements of this standard as appropriate to the type of protection employed. When "Ga" is marked in accordance with IEC 60079-26 for combined types of protection, the installation shall simultaneously comply with the requirements of this standard as appropriate to the types of protection employed.

5.4.4 Equipment for use in locations requiring EPL "Gb" or "Db"

Electrical equipment and circuits can be used in locations requiring EPL "Gb" or "Db" if the equipment is either marked as EPL "Ga" or "Gb" and "Da" or "Db" respectively or uses a type of protection listed in Table 2 as meeting the requirements of EPL "Ga" or "Gb" and "Da" or "Db" respectively. The installation shall comply with the requirements of this standard as appropriate to the type of protection employed.

Where equipment meeting the requirements of EPL "Ga" or "Da" is installed in a location which only requires equipment to EPL "Gb" or "Db" respectively, it shall be installed in full accordance with the requirements of all the types of protection employed except as varied by the additional requirements for the individual protection techniques.

5.4.5 Equipment for use in locations requiring EPL "Gc" or "Dc"

Electrical equipment and circuits can be used in locations requiring EPL "Gc" or "Dc" respectively if the equipment is either marked as EPL "Ga" or "Gb" or, "Gc" and "Da" or "Db" or "Dc" respectively, or uses any type of protection listed in Table 2. The installation shall comply with the requirements of this standard as appropriate to the type of protection employed.

Where equipment meeting the requirements of EPL "Ga" or "Gb" and "Da" or "Db" respectively is installed in a location which only requires equipment to EPL "Gc" or "Dc" it shall be installed in full accordance with the requirements of all the types of protection employed except as varied by the additional requirements for the individual protection techniques.

5.5 Selection according to equipment grouping

Electrical equipment shall be selected in accordance with Table 3.

Table 3 – Relationship between gas/vapour or dust subdivision and equipment group

Location gas/vapour or dust subdivision	Permitted equipment group
IIA	II, IIA, IIB or IIC
IIB	II, IIB or IIC
IIC	II or IIC
IIIA	IIIA, IIIB or IIIC
IIIB	IIIB or IIIC
IIIC	IIIC

Where electrical equipment is marked indicating suitability with a particular gas or vapour, it shall not be used with other gases or vapours without a thorough assessment being carried out by a competent body and the assessment results showing that it is suitable for such use.

5.6 Selection according to the ignition temperature of the gas, vapour or dust and ambient temperature

5.6.1 General

The electrical equipment shall be so selected that its maximum surface temperature will not reach the ignition temperature of any gas, vapour or dust which may be present.

If the marking of the electrical equipment does not include an ambient temperature range, the equipment is designed to be used within the temperature range -20 °C to 40 °C . If the marking of the electrical equipment includes an ambient temperature range, the equipment is designed to be used within this range.

If the ambient temperature is outside the temperature range, or if there is a temperature influence from other factors, e.g. the process temperature or exposure to solar radiation, the effect on the equipment shall be considered and measures taken documented.

Cable glands normally do not have a temperature class or ambient operating temperature range marking. They do have a rated service temperature and unless marked, the service temperature is by default in a range of -20 °C to 80 °C . If different service temperatures are required, care should be taken, that the cable gland and the associated parts are suitable for such applications.

5.6.2 Gas or vapour

Symbols for the temperature classes marked on the electrical equipment have the meaning indicated in Table 4.

Table 4 – Relationship between gas or vapour ignition temperature and temperature class of equipment

Temperature class required by the area classification	Ignition temperature of gas or vapour in °C	Allowable temperature classes of equipment
T1	> 450	T1 – T6
T2	> 300	T2 – T6
T3	> 200	T3 – T6
T4	> 135	T4 – T6
T5	> 100	T5 – T6
T6	> 85	T6

5.6.3 Dust

5.6.3.1 General

Dust layers exhibit two properties as layer thickness increases: a reduction in minimum ignition temperature and an increase in thermal insulation.

The maximum permissible surface temperature for equipment is determined by the deduction of a safety margin from the minimum ignition temperature of the dust concerned, when tested in accordance with the methods specified in IEC 61241-2-1 (ISO/IEC 80079-20-2, under consideration) for both, dust cloud and layer.

For installations where the layer thickness is greater than 5 mm, the maximum surface temperature shall be determined with particular reference to the layer thickness and all the characteristics of the material(s) being used. Examples of excessively thick dust layers can be found in Annex L.

5.6.3.2 Temperature limitations because of the presence of dust clouds

The maximum surface temperature of equipment when tested in the dust-free test method in accordance with IEC 60079-0 shall not exceed two-thirds of the minimum ignition temperature in degrees Celsius of the dust/air mixture concerned:

$$T_{\max} \leq 2/3 T_{\text{CL}}$$

where T_{CL} is the minimum ignition temperature of the cloud of dust.

5.6.3.3 Temperature limitation because of presence of dust layers

Where the equipment is not marked with a dust layer thickness as part of the T rating, a safety factor shall be applied taking the dust layer thickness into account as:

- up to 5 mm thickness:

The maximum surface temperature of the equipment when tested in the dust-free test method in accordance with IEC 60079-0 shall not exceed a value of 75 °C below the minimum ignition temperature for the 5 mm layer thickness of the dust concerned:

$$T_{\max} \leq T_{5 \text{ mm}} - 75 \text{ °C}$$

where $T_{5 \text{ mm}}$ is the minimum ignition temperature of the 5 mm layer of dust.

- above 5 mm up to 50 mm thickness:

Where there is a possibility that dust layers in excess of 5 mm may be formed on equipment, the maximum permissible surface temperature shall be reduced. For guidance, examples of the reduction in maximum permissible surface temperature of equipment used

in the presence of dust having minimum ignition temperatures in excess of 250 °C for a 5 mm layer are shown in the graph below (Figure 1) for increasing depth of layers.

- For dust layers above 50 mm, see 5.6.3.4

Before applying the information in Figure 1, reference should be made to IEC 61241-2-1.

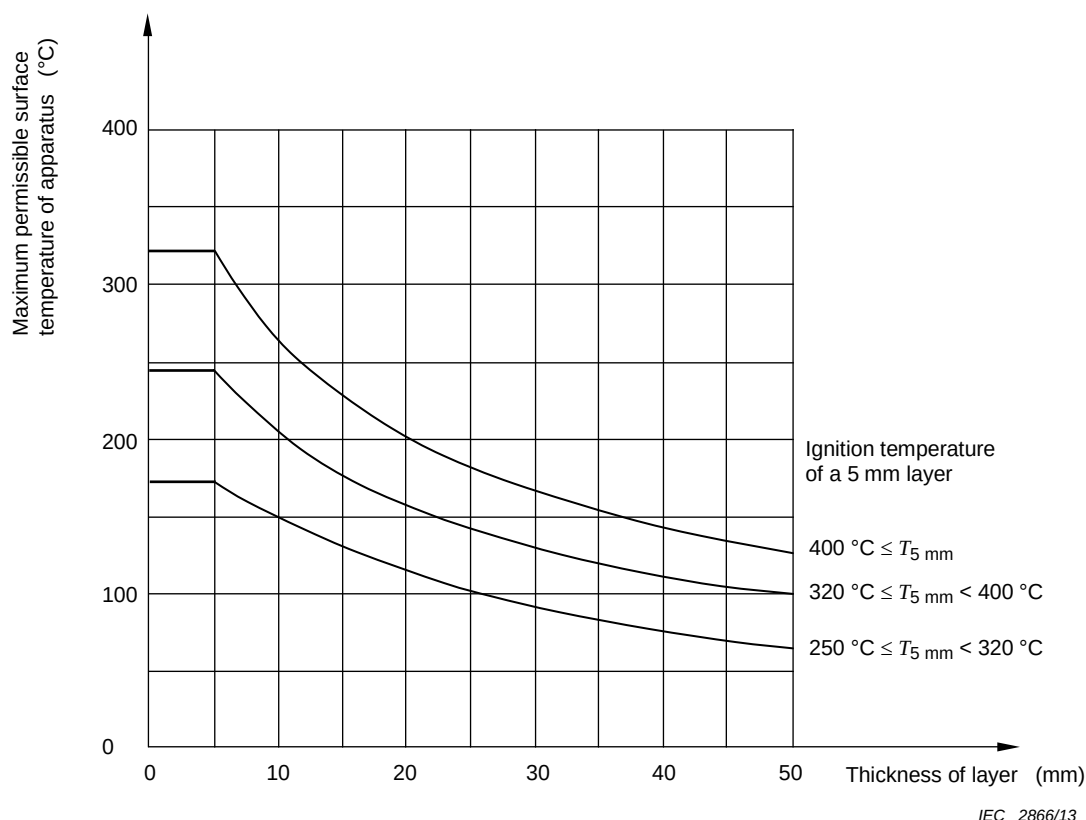


Figure 1 – Correlation between the maximum permissible surface temperature and depth of dust layers

Laboratory verification shall be carried out for equipment where the ignition temperature of a 5 mm layer is below 250 °C, or where there is any doubt concerning the application of the graph (see 5.6.3.4).

5.6.3.4 Unavoidable dust layers

Where it cannot be avoided that a dust layer forms around the sides and bottom of equipment, or where equipment is totally submerged in dust, because of the insulation effect a much lower surface temperature may be necessary. If equipment protection level “Da” is required in such situations, all specific requirements for EPL “Da” shall be fulfilled.

For installations where the layer depth is greater than 50 mm, the maximum surface temperature of equipment may be marked with the maximum surface temperature T_L as reference to the permitted layer depth. Where the equipment is marked T_L for a layer depth, the ignition temperature of the dust, at layer depth L , shall be applied in place of $T_{5\text{ mm}}$. The maximum surface temperature of the equipment T_L shall be at least 75 °C lower than the ignition temperature of the dust, at layer depth L . Examples of excessively thick dust layers can be found in Annex L.

5.7 Selection of radiating equipment

5.7.1 General

The output parameters of lasers or other continuous wave sources of electrical equipment of EPL “Ga”, “Da”, “Gb” or “Db” shall not exceed the following values:

- 5 mW/mm² or 35 mW for continuous wave lasers and other continuous wave sources, and
- 0,1 mJ/mm² for pulse lasers or pulse light sources with pulse intervals of at least 5 s.

The output parameters of lasers or other continuous wave sources of electrical equipment of EPL “Gc” or “Dc” shall not exceed the following values:

- 10 mW/mm² or 35 mW for continuous wave lasers and other continuous wave sources, and
- 0,5 mJ/mm² for pulse lasers or pulse light sources.

NOTE 1 Radiation sources with pulse intervals of less than 5 s are regarded as continuous wave sources.

NOTE 2 These values are from IEC 60079-0.

For equipment installed outside, but radiating into the hazardous area, the requirements of 5.7.1 shall be applied.

For equipment located outside of a hazardous area, or certified to an edition of IEC 60079-0 or IEC 60079-28 where this requirement is not specified, these values may be confirmed by the equipment manufacturer.

5.7.2 Ignition process

Radiation in the optical spectral range, especially in the case of focusing, can become a source of ignition.

Sunlight, for example, may initiate an ignition if objects concentrate the radiation (for example, concave mirror, lenses, etc.).

The radiation from high intensity light sources, e.g. photo flash lamps or some LEDs is, in certain circumstances, absorbed by particles, such that these particles may become an ignition source.

NOTE Lighting equipment with divergent continuous light sources is normally considered to be not a hazard.

In the case of laser radiation (for example, signalling, telemeters, surveying, range-finders) the energy or power density even of the unfocused beam at long distances may be so great that ignition is possible. Here, too, the heating is mainly caused by the effect of the laser beam on dust layers or by absorption in particles in the atmosphere. Particularly intense focusing may cause temperatures far in excess of 1 000 °C at the focal point.

Consideration shall be given to the possibility that the equipment itself producing the radiation (for example, lamps, electric arcs, lasers, etc.) may be an ignition source.

5.8 Selection of ultrasonic equipment

5.8.1 General

For equipment installed in hazardous area, or installed outside, but radiating into the hazardous area, the output parameters from ultrasonic sources of electrical equipment of EPL “Ga”, “Gb”, “Gc”, “Da”, “Db”, or “Dc” shall not exceed the following values:

- 0,1 W/cm² and 10 MHz for continuous sources,
- average power density 0,1 W/cm² and 2 mJ/cm² for pulse sources.

NOTE These values are from IEC 60079-0.

For equipment located outside of a hazardous area, or certified to an edition of IEC 60079-0 where this requirement is not specified, these values may be confirmed by the equipment manufacturer.

5.8.2 Ignition process

When ultrasonics are applied, large proportions of the energy released by the sound transducer are absorbed by solid or liquid materials. Heating can occur in the material affected and, in extreme cases, may heat the material beyond the minimum ignition temperature.

5.9 Selection to cover external influences

Electrical equipment shall be selected and/or installed so that it is protected against external influences which could adversely affect the explosion protection. Some examples are:

- extremely low or high temperatures;
- solar radiation;
- pressure conditions;
- corrosive atmosphere;
- vibrations, mechanical impacts, friction or abrasion;
- wind;
- painting processes;
- chemicals;
- water and moisture;
- dust;
- plants, animals, insects.

External influences shall be identified as part of the installation design and selection of equipment for the installation and measures applied for control shall be documented and included in the verification dossier.

NOTE 1 Further information can be found in IEC 60364-5-51.

Where equipment is subject to prolonged humidity and wide temperature variations that may lead to condensation affecting the type of protection the equipment should be provided with suitable measures to ensure satisfactory prevention of condensation or draining of any condensate.

Precautions shall be taken, without affecting designed ventilation conditions, to prevent foreign bodies falling vertically into the ventilation openings of vertical rotating electrical machines.

The integrity of electrical equipment may be affected if it is operated under temperature or pressure conditions outside those for which the equipment has been constructed. In these circumstances, further advice shall be sought (see also 5.6).

Where risks can arise from high pressure process fluids entering equipment, (e.g. pressure switches or canned electric motor pumps) under fault conditions, (e.g. a diaphragm or can failure), the fluid may cause any or all of the following to occur:

- rupture of the equipment enclosure;
- risk of immediate ignition;
- transmission of the fluid along the inside of the cable or conduit.

Where equipment is at risk it should be selected so that process fluid containment is reliably separated from the electrical equipment (e.g. by use of a primary seal for the main process interface and a secondary seal internal to the equipment in case of primary seal failure). Where this is not achieved, the equipment should be vented (via a suitably explosion protected vent, drain or breather) and/or the wiring system shall be sealed to prevent the transmission of any fluid. Failure of the primary seal should also be annunciated e.g. by visible leak, self-revealing failure of the equipment, audible sound or electronic detection.

Potential wiring system sealing methods include: the use of a special sealing joint, or a cable gland incorporating a seal around the individual conductors, or a length of mineral-insulated metal-sheathed (MIMS) cable, or an “epoxy” joint should be introduced into the cable run. It should be noted that the application of a cable sealing device may only mitigate the rate of vapour transmission and additional attenuation measures may be necessary. Venting systems should be arranged so that the occurrence of any leaks will become apparent.

In the absence of IEC standards on process sealing for electrical equipment, national or other applicable standards such as IEC 61010-1 should be followed. IEC 61010-1 includes some information relative to process connections.

NOTE 2 IEC TS 60079-40 for process sealing is under consideration

When selecting enclosures with a higher degree of ingress protection (IP) than required by the type of protection (perhaps to make it suitable for an adverse environment), the IP rating of the enclosure should be maintained to the IP rating requirement of the location or that required by the type of protection whichever is the higher. Where the IP rating assigned to the equipment is not maintained, this should be identified in the verification dossier.

5.10 Selection of transportable, portable and personal equipment

5.10.1 General

Due to the demand of the application and enhanced flexibility for use, transportable, portable or personal equipment may be required to be used in differing areas. Equipment of a lower EPL shall not be taken into an area requiring a higher EPL, unless it is otherwise protected.

In practice, however, such a limitation may be difficult to enforce – particularly with portable or personal equipment. It is recommended, therefore, that all equipment meet the requirements of the location to which the equipment will be exposed which requires the highest EPL. Similarly, the equipment group and temperature classification should be appropriate for all the gases, vapours and dusts in which the equipment may be used.

Unless suitable precautions are taken, spare batteries shall not be taken into the hazardous area.

Where the equipment contains cells or batteries, the user shall verify with the manufacturer that the concentration of hydrogen in the free volume of the battery container or housing cannot exceed 2 % by volume, or the degassing apertures of all cells shall be so arranged that the escaping gases are not vented into any enclosure of the equipment containing electrical or electronic components or connections. Alternatively, where the equipment meets the requirements for Equipment Group IIC, the requirement of degassing apertures or limitation of hydrogen concentration does not apply.

NOTE 1 Due to the risk of gassing producing hydrogen from all cell types, provision for adequate venting is applied as the gassing can create an explosive condition in small enclosures. This condition would apply to torches, multi meters, pocket gas sensors and similar items.

NOTE 2 These details are derived from the requirements in IEC 60079-11.

5.10.2 Transportable and portable equipment

Unlike equipment which is permanently installed, transportable or portable equipment may occupy the hazardous area on a temporary basis. Such equipment may include, for example, emergency generators, electrical arc welders, industrial lift (fork) trucks, air compressors, powered ventilation fans or blowers, portable electrically powered hand-tools, certain types of test and inspection equipment.

Equipment that may be transported or carried into a hazardous area shall be to the appropriate equipment protection level. Where there is a need to use transportable or portable equipment in a hazardous area for which the normally required EPL is not obtainable, a documented program for risk management shall be implemented. This program shall include appropriate training, procedures and controls. A safe work permit shall be issued appropriate to the potential ignition risk created by the use of the equipment (see Annex B).

If plugs and sockets are present in a hazardous area, they shall be to the required EPL for the area. Alternately, they shall only be energized or connections made under a safe work procedure (see Annex B).

5.10.3 Personal equipment

Items of personal equipment which are battery or solar operated are sometimes carried by personnel and inadvertently taken into a hazardous area.

A basic electronic wrist watch is an example of a low voltage, electronic device which has been independently evaluated and found to be acceptable for use in a hazardous area under both historic and current EPL requirements.

All other personal battery or solar operated equipment (including electronic wrist watches incorporating other devices) shall:

- a) conform to a recognised type of protection appropriate to EPL, gas/dust group and temperature class requirements, or
- b) be subjected to a risk assessment, or
- c) be taken into the hazardous area under a safe work procedure.

NOTE An increased risk is associated with lithium batteries which may be used to power personal electronic equipment.

5.11 Rotating electrical machines

5.11.1 General

In selecting rotating electrical machines, in addition to the requirements of 5.1 to 5.10, the following shall, as a minimum, be considered:

- duty type (S1 to S10 as defined in IEC 60034-1);
- supply voltage and frequency range;
- heat transfer from driven equipment (e.g. pump);
- bearing and lubricant life;
- insulation class

Motors which are subject to vibration and other factors which may affect cable connections and cable entry integrity should have additional care taken for:

- terminal screws and nuts which should be checked as securely tight to avoid excessive heat due to poor connections;
- glands and the parts used for the cable strain relief are tight to avoid stress on cable connections and maintain integrity of the gland.

5.11.2 Environmental Factors for “Ex” machine installation

Motors and generators require large volumes of clean air for cooling and the environmental factors which affect cooling shall be considered. These environmental factors include:

- a clean, well-ventilated location;
- the machine enclosure should be consistent with the location, environment and ambient conditions;
- if the location is not relatively free of dust and particles, the machine should have air filters or, in more severe cases, the machine should be enclosed;
- other equipment, walls, buildings, etc. should not restrict machine ventilation or allow ventilating air to recirculate:
 - adequate space around the machine for normal maintenance;
 - adequate overhead space for removal of the top cover;
 - an environment free of corrosive gases and liquids (both acids and bases).

Extreme care is required for machines supplied with a dust-ignition-proof collector-ring housing, accessory device, or conduit box since any nicks or burrs during disassembly and reassembly may destroy the explosion-proof or dust-ignition-proof features.

5.11.3 Power and accessory connections, grounding

The relevant installation and operating instructions as well as national and international rules have to be observed. Connection shall only be made by an expert and in accordance with the valid safety regulations. The power connections shall be in accordance with the manufacturer instructions with respect to:

- the electrical power: observe data on the rating plate; compare type of current, mains voltage and frequency; observe rated current for setting of the protective switch; connect motor in accordance with the wiring diagram provided in the terminal box; cable size dimensioned depending on the nominal current, cable length and ambient temperature;
- The type of protection of the cable gland, compliance with the allowable maximum temperature of the cable;
- the grounding conditions of the net. For earthing the motor is provided with an earthing terminal, which depending on the mounting arrangement is either located on the frame respectively on the flange end shield. In addition all motors have a protective conductor terminal inside the terminal box.

Depending upon the specific electric machine specified, according the outline nameplate, the machine may include any of the following accessories:

- stator winding resistance temperature detectors (slot detectors, HV);
- embedded temperature sensors in the winding system (LV);
- bearing temperature detectors, options: resistance or thermocouples, readout capability, alarm and shutdown contact capability;
- space heaters with their own temperature class;
- vibration sensors;
- tachometer;
- additional heaters for the bearing oil reservoir;
- controls for excess pressure drop across air filters.

The additional equipment has to fulfil its own requirements with possibly different types of protections, temperature classes or gas/dust groups.

As protection against dust and humidity, unused cable entries in the terminal box shall be sealed with a blanking element in accordance with the IEC 60079 series and shall have a torsion proof seal. All terminal screws and nuts have to be securely tightened to avoid excessive transition resistances. After entry of the cable into the terminal box the glands and the parts used for the strain relief are to be tightened with the corresponding torque in accordance with the data of the cable gland manufacturer.

5.11.4 Motors fed from a converter supply

Selection and installation of motors supplied at varying frequency and voltage by a converter shall take into account items that may reduce the voltage at the motor terminals. Also other hazards shall be taken into account.

NOTE 1 A filter at the output of the converter can cause a voltage drop at the terminals of the motor. The reduced voltage increases the motor current and slip, and therewith increases the temperature of the motor in the stator and rotor. Such temperature rise is most notable at constant rated load conditions.

NOTE 2 Additional information on the application of motors with a converter supply can be found in IEC/TS 60034-17 and IEC/TS 60034-25. Major concerns include frequency spectrums of the voltage and current plus their additional losses, over-voltage effects, bearing currents and high frequency earthing.

5.11.5 Switching motors above 1kV

5.11.5.1 General

Switching overvoltages can occur if vacuum circuit breakers or vacuum contactors are used, and switching transients known as multiple restrikes can occur when the high voltage motor is switched off. These transients depend on various installations system and design factors, such as:

- arc-extinguishing principle of the contactor or switch;
- size of the motor;
- length of the power supply cable;
- system capacitance, and other factors.

In some cases, multiple restrikes can result in switching overvoltages which are too high for the insulation of the motor stator winding leading to insulation deterioration and incensive sparks. In practice, this generally occurs when high-voltage motors with starting currents $I_A > 600$ A are disconnected during startup or during a stalled or overload condition.

Vacuum circuit breakers or vacuum contactors are commonly associated with high voltage transients. Surge suppressors should be installed in the switchgear, between the circuit breaker and the motor cable termination, for each of the three conductors to ground.

The peak voltages which arise as a result can damage the winding insulation, which can lead to insulation deterioration and incensive sparks. If vacuum circuit breakers or vacuum contactors are used for motor switching, the motor installation design should consider using an appropriate surge suppressor, such as a zinc oxide varistor with spark gap.

NOTE This starting current limit corresponds to the following upper power limits, depending on the relationship between the starting current I_A and rated current I_N and on the voltage dip (up to approximately 20 %) while the motor is starting up:

- approximately 750 kW for motors supplied at up to 3,0 kV;
- approximately 1 500 kW for motors supplied at up to 6,0 kV;
- approximately 2 500 kW for motors supplied at up to 10,0 kV.

5.11.5.2 Overvoltages resulting from switching operations

Regardless of the motor size and the arc-extinguishing principle of the switch being used (i.e., even in the case of oil-free, SF₆ or air break switches), the following should be kept in mind when commissioning high-voltage motors/switchgear for high-voltage motors from 3 kV to 13,8 kV.

Shutting down the motor during startup can cause overvoltages. This can damage the motor and cause incendive sparks inside the motor enclosure and main terminal box. Precautions should be taken to avoid shutting down the motor during startup, for instance, it should be checked for errors in the starting control or for excessively sensitive protection settings. Shutdowns during startup, for checking the direction of rotation or other tests should be kept to an absolute minimum.

5.12 Luminaires

Selection of luminaires shall take into account the possibility of changes of the temperature class, if lamps with different wattages can be used.

Some luminaires will have different temperature classes according to the type or rating of the lamp used. The type or rating of the lamp used shall be selected according to the temperature class required.

If luminaires with replaceable lamps are selected, those shall be of a type using only unmodified standard lamps without supplemental fittings.

Low-pressure sodium lamps shall not be transported unprotected through a hazardous area owing to the risk of ignition due to free sodium from a broken lamp.

NOTE During the aging process some lamps can create hotspots (e.g. fluorescent lamps type HO), becoming a source of ignition.

5.13 Plugs and socket outlets

5.13.1 General

Plugs and socket outlets are not permitted in locations requiring EPL “Ga” and “Da”.

NOTE Connectors used for Ex “i” protection are not classified as plugs and socket outlets.

5.13.2 Specific requirements for explosive dust atmospheres

Socket outlets in areas requiring EPL “Db” and “Dc” shall be installed so that dust will not enter the socket outlet with or without a plug in place. To minimize the ingress of dust in the event of a dust cap being accidentally left off, socket outlets shall be positioned at an angle, which is not more than 60° to the vertical, and the opening facing downwards.

If couplers are used in areas endangered by explosive dust atmospheres, care should be taken that no dust will enter the coupler when disconnected.

5.13.3 Location

Socket outlets shall be installed in locations so that the flexible cord required shall be as short as possible in order to fulfil the disconnection time in the event of a fault as required in IEC 60364-4-41.

5.14 Cells and batteries

5.14.1 Charging of secondary cells and batteries

Cells and batteries shall only be recharged in a non-hazardous area, unless this is covered by the certificate and manufacturer's instructions permit charging in a hazardous area.

NOTE 1 This includes charging of cells inside Ex “d” enclosures.

Before equipment is taken back into the hazardous area it shall be ensured that:

- the temperature is below the marked temperature class, and,

- no gas produced during charging is still in the container.

NOTE 2 Battery rooms are normally considered to be a safe area if in compliance with the relevant national or regional standards, (e.g. IEC 62485-2).

5.14.2 Ventilation

If there are openings in the enclosure required for ventilation of batteries, it shall be ensured that openings are not affected by the installation.

5.15 RFID tags

5.15.1 General

RFID tags shall not be used in environments with high electromagnetic fields exceeding RMS values of 1 A/m or 3 V/m e.g. in high current electrolysis plants.

5.15.2 Passive RFID tags

Passive RFID tags, i.e. tags, which are not battery powered and derive power from the RF reader only, need not be certified if their construction meets the requirements for simple apparatus.

Passive RFID tags shall be considered to have a temperature class T6 at an ambient temperature $T_{amb} \leq 40$ °C, or temperature class T5 at an ambient temperature $T_{amb} \leq 60$ °C, if not specified by the manufacturer.

5.15.3 Mounting RFID tags

The tag housing shall comply with the requirements in 6.5.

In locations requiring EPL “Ga” or “Da”, RFIDs shall only be used if certified together with the equipment.

In locations requiring EPL “Gb” or “Db” a special precaution shall be applied to prevent foreseeable failures (e.g. dropping the tag), to avoid reducing creepage and clearance distances of other devices.

Mounting of a tag shall not impair the properties of the tag itself, nor shall the type of protection of the equipment, on which it is attached, be affected negatively.

When using adhesives the maximum operating temperature has to be considered.

Creepage and clearance distances shall not be affected by mounting. Damaged RFID tags shall not be taken into a hazardous area.

5.16 Gas detection equipment

Gas detection may be used as a part of control measures to enable the use of electrical equipment in hazardous areas where that equipment might not meet other requirements of this standard. (see 4.1)

For gas detection equipment, all relevant requirements in IEC 60079-29-1 to IEC 60079-29-4 shall be applied.

6 Protection from dangerous (incendive) sparking

6.1 Light metals as construction materials

The material composition of metallic installation materials (e.g. cable trays, mounting plates, weather protection and enclosures) shall comply with the following requirements. Materials used in Group II installations for the identified equipment protection levels shall not contain, by mass, more than:

- for EPL “Ga”
10 % in total of aluminium, magnesium, titanium and zirconium, and
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;
- for EPL “Gb”
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;
- for EPL “Gc”
no requirements.

Materials used in Group III installations for the identified equipment protection levels shall not contain, by mass, more than:

- for EPL “Da”
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;
- for EPL “Db”
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;
- for EPL “Dc”
no requirements

Particular consideration shall be given to the location of items that incorporate light metals in the external construction as it has been well established that such materials give rise to sparking that is incendive under conditions of frictional contact.

NOTE These values are taken from IEC 60079-0 for equipment.

6.2 Danger from live parts

In order to avoid the formation of sparks liable to ignite the explosive atmosphere, the possible inadvertent contact with bare live parts other than single intrinsically safe or energy-limited parts shall be prevented.

NOTE When more than one intrinsically safe circuit can be contacted at the same time the resultant spark may be ignition capable.

6.3 Danger from exposed and extraneous conductive parts

6.3.1 General

The limitation of earth-fault currents (magnitude and/or duration) in frameworks or enclosures and the prevention of elevated potentials on equipotential bonding conductors are essential for safety.

Although it is impracticable to cover all possible systems, the following applies to electrical systems, other than intrinsically safe or energy-limited circuits with voltages up to 1 000 V a.c. r.m.s./1 500 V d.c.

6.3.2 TN type of system earthing

If a type of system earthing TN is used, it shall be type TN-S (with separate neutral N and protective conductor PE) in the hazardous area, i.e. the neutral and the protective conductor shall not be connected together, or combined in a single conductor, in the hazardous area. At any point of transition from TN-C to TN-S, the protective conductor shall be connected to the equipotential bonding system in the non-hazardous area.

6.3.3 TT type of system earthing

If a type of system earthing TT (separate earths for power system and exposed conductive parts) is used, then it shall be protected by a residual current device.

NOTE Where the earth resistivity is high, such a system may not be acceptable.

6.3.4 IT type of system earthing

If a type of system earthing IT (neutral isolated from earth or earthed through an sufficiently high impedance) is used, an insulation monitoring device shall be provided to indicate the first earth fault.

NOTE 1 If the first fault is not removed, a subsequent fault on the same phase will not be detected, possibly leading to a dangerous situation.

NOTE 2 Local bonding, known as supplementary equipotential bonding, can be necessary (see IEC 60364-4-41).

6.3.5 SELV and PELV systems

Safety extra-low voltage systems (SELV) shall be in accordance with 414 of IEC 60364-4-41:2005. Live parts of SELV circuits shall not be connected to earth, or to live parts or to protective conductors forming part of other circuits. Any exposed conductive parts may be unearthed or earthed (for example for electro-magnetic compatibility).

Protective extra-low voltages systems (PELV) shall be in accordance with 414 of IEC 60364-4-41:2005. PELV circuits are earthed. Any exposed conductive parts shall be connected to a common earthing (and potential equalization) system.

Safety isolating transformers for SELV and PELV shall be in accordance with IEC 61558-2-6.

6.3.6 Electrical separation

Electrical separation shall be in accordance with 413 of IEC 60364-4-41:2005 for the supply of only one item of equipment.

6.3.7 Non Ex electrical equipment above hazardous areas

Special consideration shall be given to situations when non Ex equipment and connecting electrical circuits that may become a source of ignition, or may produce hot particles or hot surfaces are located above a hazardous area. Such equipment shall be either totally enclosed or provided with suitable guards or screens, to prevent it or hot particles from falling into the hazardous area.

A risk assessment shall take into account a possibility of such equipment or its parts, including connecting electrical circuits, falling into the hazardous area and creating a source of ignition due to a damage or fault.

NOTE Such items include:

- fuses that can produce arcs, sparks or hot particles;
- switches, plugs and sockets, that may produce arcs, sparks or hot particles;
- motors or generators that have sliding contacts or brushes;

- heaters, heating elements or other equipment that may produce arcs, sparks or hot particles;
- auxiliary equipment such as ballasts, capacitors and starting switches for all types of discharge luminaires;
- all exposed lamps;
- all unsupported cables.

Low pressure sodium vapour discharge lamps shall not be installed above a hazardous area.

6.4 Potential equalization

6.4.1 General

Potential equalization is required for installations in hazardous areas. For TN, TT and IT systems, all exposed and extraneous conductive parts shall be connected to the equipotential bonding system. The bonding system may include protective conductors, metal conduits, metal cable sheaths, steel wire armouring and metallic parts of structures, but shall not include neutral conductors. Connections shall be secure against self loosening and shall minimise the risk of corrosion which may reduce the effectiveness of connection.

An internal earth continuity plate may be fitted, for example, to allow for use of metallic cable glands without the use of separate individual earthing tags. The material and dimensions of the earth continuity plate should be appropriate for the anticipated fault current.

If the armour or screens of cables are only earthed outside the hazardous area (e.g. in the control room) then this point of earthing shall be included in the potential equalization system of the hazardous area.

If the armour or screen is earthed only outside of the hazardous area in TN system there is a possibility, that dangerous sparks may be created at the ending of the armour or screen in the hazardous area. Therefore, this armour or screen should be treated like unused cores (see 9.6.3).

Exposed conductive parts need not be separately connected to the equipotential bonding system if they are firmly secured to and are in conductive contact with structural parts or piping which are connected to the equipotential bonding system. Extraneous conductive parts which are not part of the structure or of the electrical installation, for example frames of doors or windows, need not be connected to the equipotential bonding system, if there is no danger of voltage displacement.

Cable glands which incorporate clamping devices which clamp the braiding or armour of the cable can be used to provide equipotential bonding.

The minimum size for bonding conductors for the main connection to a protective rail shall be 6 mm² and supplementary connections shall be a minimum of 4 mm². Consideration should also be given to using larger conductors for mechanical strength.

Metallic enclosures of intrinsically safe or energy-limited apparatus need not be connected to the equipotential bonding system, unless required by the equipment documentation or to prevent accumulation of static charge.

Installations with cathodic protection shall not be connected to the equipotential bonding system unless the system is specifically designed for this purpose.

Potential equalization between vehicles and fixed installations may require special arrangements, for example where insulated flanges are used to connect pipelines.

6.4.2 Temporary bonding

Temporary bonding includes earth connections that are made to moveable items such as drums, vehicles and portable equipment for control of static electricity or potential equalisation.

It is recommended that the final connection of a temporary bonding connection should be made either:

- in a non-hazardous area; or
- using a connection that meets the EPL requirements of the location; or
- using a documented procedure which reduces the risk of sparking to an acceptable level.

For temporary bonding the resistance between metallic parts shall be less than 1 MΩ. This shall be ensured either by measuring or by monitoring of the value. Conductors and connections shall be durable, flexible and of sufficient mechanical strength to withstand in-service movement. Mechanical strength of the conductor shall be equivalent to at least 4 mm² copper, or be part of a flexible cabling system incorporating a monitoring and control system.

Consideration should be given to the use of a permanent monitoring system to demonstrate that the connection system is always below 1 MΩ.

6.5 Static electricity

6.5.1 General

The requirements of 6.5.1 apply to external non-metallic materials used for construction or protecting purposes that are not part of certified equipment (e.g. plastic covered cable tray, plastic mounting plates, plastic weather protection and enclosures).

NOTE 1 Non-metallic paints, films, foils, and plates are typically attached to external surfaces of metallic parts to provide additional environmental protection. Their ability to store an electrostatic charge is addressed by 6.5.

NOTE 2 It is generally acknowledged that glass is not susceptible to storing an electrostatic charge.

NOTE 3 Further information can be found in IEC TS 60079-32-1 and IEC 60079-32-2 (under consideration).

6.5.2 Avoidance of a build-up of electrostatic charge on construction and protecting parts for locations requiring EPL “Ga”, “Gb” and “Gc”

Construction and protecting parts shall be so designed that under normal conditions of use, maintenance and cleaning, danger of ignition due to electrostatic charges is avoided. This requirement shall be satisfied by one of the following:

- a) By suitable selection of the material so that maximum surface resistance complies with either of the limits given below when measured in accordance with IEC 60079-0:
 - $10^9 \Omega$ measured at $(50 \pm 5) \%$ relative humidity; or
 - $10^{11} \Omega$ measured at $(30 \pm 5) \%$ relative humidity.
- b) By limitation of the surface area of non-metallic parts as shown in Table 5.

The surface area is defined as follows:

- for sheet materials, the area shall be the exposed (chargeable) area;
- for curved objects, the area shall be the projection of the object giving the maximum area;
- for individual non-metallic parts, the area shall be evaluated independently if they are separated by conductive earthed frames.

The values for surface area can be increased by a factor of four if the exposed area of non-metallic material is surrounded by and in contact with conductive earthed frames.

Alternatively, for long parts with non-metallic surfaces, such as tubes, bars, or ropes, the surface area need not be considered, but the diameters or widths shall not exceed the values shown in Table 6. Cables for connection of external circuits are not considered to fall under this requirement.

- c) By limitation of a non-metallic layer bonded to a conductive surface. The thickness of the non-metallic layer shall not exceed the values shown in Table 7 or the breakdown voltage shall be ≤ 4 kV (measured across the thickness of the insulating material according to the method described in IEC 60243-1).
- d) Where the construction and protecting parts are used in the installation in such a way that the risk from electrostatic discharge is minimized, these parts shall be marked with the following warning label:

WARNING – POTENTIAL ELECTROSTATIC CHARGING HAZARD

Table 5 – Limitation of surface areas

Construction and protecting parts (mm ²)			
Equipment protection level required	Group IIA	Group IIB	Group IIC
EPL Ga	5 000	2 500	400
EPL Gb	10 000	10 000	2 000
EPL Gc	10 000	10 000	2 000

Table 6 – Maximum diameter or width

Construction and protecting parts (mm)			
Equipment protection level required	Group IIA	Group IIB	Group IIC
EPL Ga	3	3	1
EPL Gb	30	30	20
EPL Gc	30	30	20

Table 7 – Limitation of thickness of non-metallic layer

Construction and protecting parts (mm)			
Equipment protection level required	Group IIA	Group IIB	Group IIC
EPL Ga	2	2	0,2
EPL Gb	2	2	0,2
EPL Gc	2	2	0,2
These thickness limitations do not apply to non-metallic layers that have a surface resistance of less than $10^9 \Omega$ or $10^{11} \Omega$, as applicable. See IEC 60079-0. One of main reasons for the thickness limitation is that the maximum thickness of non-metallic layer is intended to permit dissipation of charge through the insulation to earth. By this means the static charge is not able to build up to incendive levels.			

6.5.3 Avoidance of a build-up of electrostatic charge on construction and protecting parts for locations requiring EPL “Da”, “Db” and “Dc”

Painted/coated metal and plastic construction and protecting parts shall be so designed that under normal conditions of use, danger of ignition due to propagating brush discharges is avoided.

If plastic with a surface area exceeding 500 mm² is employed as a covering on a conductive material, the plastic shall have one or more of the following characteristics:

- a) by suitable selection of the material so that surface resistance complies with the limits given in IEC 60079-0;
- b) a breakdown voltage ≤ 4 kV (measured across the thickness of the insulating material according to the method described in IEC 60243-1);
- c) where the construction and protecting parts are used in the installation in such a way that the risk from electrostatic discharge is minimized, these parts shall be marked with the following warning label:

WARNING – POTENTIAL ELECTROSTATIC CHARGING HAZARD

Cable routing shall be arranged so that the cables are not exposed to the friction effects and static build-up due to the passage of dust. Precautions shall be taken to prevent the build-up of static on surfaces of cables.

6.6 Lightning protection

In the design of electrical installations, steps shall be taken to reduce to a safe level the effects of lightning (see IEC 62305-3:2010, Annex D).

Subclause 16.3 gives details of lightning protection requirements for Ex “ia” apparatus installed in locations requiring EPL “Ga”.

6.7 Electromagnetic radiation

6.7.1 General

In the design of electrical installations, steps shall be taken to reduce to a safe level the effects of electromagnetic radiation.

6.7.2 Radio frequency received in hazardous areas

Structures and antennas located in hazardous areas can act as receivers for transmissions from outside of the hazardous area. The threshold power of radio frequency (9 kHz to 60 GHz) received in the hazardous area for continuous transmissions and for pulsed transmissions whose pulse durations exceed the thermal initiation time shall not exceed the values shown in Table 8 - Radio frequency power thresholds. Programmable or software control intended for setting by the user shall not be permitted.

NOTE 1 The values in Table 8 would be of concern for high power transmitters located close to a hazardous area. Additional information on the application of higher power radiating sources for normal commercial signals at a distance from the plant can be found, in CLC/TR 50427. The results of the TR are based on far field conditions.

Table 8 – Radio frequency power thresholds

Equipment for	Threshold power W	Thermal initiation time μ s
Group IIA	6	100
Group IIB	3,5	80
Group IIC	2	20
Group III	6	200

For pulsed radar and other transmissions where the pulses are short compared with the thermal initiation time, the threshold energy values Z_{th} shall not exceed those given in Table 9.

Table 9 – Radio-frequency energy thresholds

Equipment for	Threshold energy Z_{th} μ J
Group IIA	950
Group IIB	250
Group IIC	50
Group III	1 500

NOTE 2 In Tables 8 and 9, the same values are applied for “Ga”, “Gb”, “Gc”, “Da”, “Db”, or “Dc” equipment due to the large safety factors involved.

NOTE 3 In Tables 8 and 9, the values apply in normal operation, provided that the user of the equipment does not have access to adjust the equipment to give higher values.

NOTE 4 These requirements are derived from IEC 60079-0.

6.8 Cathodically protected metallic parts

Cathodically protected metallic parts located in hazardous areas are live extraneous conductive parts which shall be considered potentially dangerous (especially if equipped with an impressed current system) despite their low negative potential. No cathodic protection shall be provided for metallic parts in locations requiring EPL “Ga” or “Da” unless it is specially designed for this application.

The insulating elements required for the cathodic protection, for example insulating elements in pipes and tracks, should if possible be located outside the hazardous area.

In the absence of IEC standards on cathodic protection, national or other standards should be followed.

6.9 Ignition by optical radiation

In the design of optical installations, steps shall be taken to reduce to a safe level the effects of radiation in accordance with 5.7.

NOTE Optical equipment in the form of lamps, lasers, LEDs, optical fibers etc. is increasingly used for communications, surveying, sensing and measurement. In material processing optical radiation of high irradiance is used. Often the installation is inside or close to explosive atmospheres and radiation from such equipment can pass through these atmospheres. Depending on the characteristics of the radiation it might then be able to ignite a surrounding explosive atmosphere. The presence or absence of an additional absorber significantly influences the ignition.

7 Electrical protection

The requirements of Clause 7 are not applicable to intrinsically safe and energy-limited circuits.

Electrical circuits and equipment shall be protected against the dangerous effects of short-circuits, overloads and earth faults. Protection devices shall be such that auto-reclosing under fault conditions is prevented.

Lower values of disconnection time than those stated in IEC 60364-4-41 may be required for installations in areas requiring EPL “Ga”, “Gb”, “Da” and “Db”.

Overload protection for electrical equipment is required if overload in use cannot be avoided.

Precautions shall be taken to prevent operation of polyphase electrical equipment where the loss of one or more phases can cause overheating to occur.

In circumstances where automatic disconnection of the electrical equipment may introduce a safety risk which is more dangerous than that arising from the risk of ignition alone, a warning alarm may be used as an alternative to automatic disconnection provided that operation of the warning alarm is immediately apparent so that prompt remedial action will be taken.

8 Switch-off and electrical isolation

8.1 General

The requirements of Clause 8 are not applicable to intrinsically safe and energy-limited circuits.

8.2 Switch-off

For functional or emergency purposes, at (a) suitable point(s), there shall be a means of switching off electrical supplies to the hazardous area.

Electrical equipment which should continue to operate to prevent additional danger shall not be included and shall be on (a) separate circuit(s).

NOTE The switching devices installed in the general switchgear are normally adequate with respect to switch-off facilities.

Switch off should consider isolation of all circuit power supply conductors including the neutral.

Suitable points for switch off should be assessed relevant to the site distribution, personnel on site and the nature of site operations.

8.3 Electrical isolation

A means of isolation shall be provided to isolate all live conductors, including the neutral, to allow electrical work to be carried out safely. Where all conductors are not isolated by the same device the means of isolation of other conductors shall be clearly identified.

The preferred means of isolation is by a device that operates in all relevant conductors at the same time. The means of isolation may include fuses and neutral links where relevant.

Labelling shall be provided immediately adjacent to each means of isolation to permit rapid identification of the circuit or group of circuits thereby controlled.

There shall be effective measures or procedures to prevent the restoration of supply to the equipment whilst the risk of exposing unprotected live conductors to an explosive atmosphere continues.

9 Cables and wiring systems

9.1 General

Cable and wiring systems shall comply with the relevant requirements of Clause 9.

9.2 Aluminium conductors

Where aluminium is used as the conductor material, it shall be used only with suitable connections and, with the exceptions of intrinsically safe and energy-limited installations, shall have a cross-sectional area of at least 16 mm².

Connections shall ensure that the required creepage and clearance distances will not be reduced by the additional means which are required for connecting aluminium conductors.

Minimum creepage and clearance distances may be determined by the voltage level and/or the requirements of the type of protection.

Precautions against electrolytic corrosion shall be considered.

9.3 Cables

9.3.1 General

Cables with low tensile strength sheaths (commonly known as “easy tear” cables) shall not be used in hazardous areas unless installed in conduit.

NOTE Cables, with sheaths of a tensile strength lower than

- i) thermoplastic
 - polyvinyl chloride (PVC) 2,5 N/mm²
 - polyethylene 15,0 N/mm²
- ii) elastomeric
 - polychloroprene, chlorosulfonated, polyethylene or similar polymers 15,0 N/mm²

are commonly known as “easy tear” cables.

9.3.2 Cables for fixed installations

Cables used for fixed installations in hazardous areas shall be appropriate for the ambient conditions in service. Cables shall be:

- a) sheathed with thermoplastic, thermosetting, or elastomeric material. They shall be circular and compact. Any bedding or sheath shall be extruded. Fillers, if any, shall be non-hygroscopic; or
- b) mineral insulated metal sheathed; or
- c) special, e.g. flat cables with appropriate cable glands. They shall be compact and any bedding or sheath shall be extruded. Fillers, if any, shall be non-hygroscopic.

Where there is a likelihood that gas or vapour migration may occur through the interstices between individual cores of a cable, and the cable leads to a non-hazardous area or between different zones, then the construction and application of the cable shall be taken into account. Appropriate control measures to mitigate this condition shall be considered (see Annex E).

Where there is a likelihood that propagation of flames may occur through the interstices between individual cores of a cable, this shall also be considered.

Mineral insulated cables shall be sealed.

NOTE These requirements do not cover the selection of equipment for process sealing.

9.3.3 Flexible cables for fixed installations (excluding intrinsically safe circuits)

Flexible cables in hazardous areas shall be selected from the following:

- a) ordinary tough rubber sheathed;
- b) ordinary polychloroprene sheathed;
- c) heavy tough rubber sheathed;
- d) heavy polychloroprene sheathed;
- e) plastic insulated and of equally robust construction to heavy tough rubber sheathed flexible cables.

In the absence of IEC cable standards, reference should be made to national or other standards.

For connections to fixed equipment that may be required from time to time to be moved a small distance (e.g. motors on slide rails), cables should be arranged to permit the necessary movement without detriment to the cable. Either this, or one of the types of cables suitable for use with transportable equipment may be used. Suitably protected terminal boxes for the junction with the fixed wiring and the wiring to the equipment shall be provided where the fixed wiring is not itself of a type suitable to permit the necessary movement. If flexible tubing is used, it and its fittings shall be so constructed that damage to the cable consequent upon its use is avoided. Adequate earthing or bonding should be maintained; the flexible tubing should not be the sole means of earthing. The flexible tubing shall be impervious to dust and its use shall not impair the integrity of the enclosure of the equipment to which it is joined.

9.3.4 Flexible cables supplying transportable and portable equipment (excluding intrinsically safe circuits)

Transportable and portable electrical equipment shall have cables with a heavy polychloroprene or other equivalent synthetic elastomeric sheath, cables with a heavy tough rubber sheath, or cables having an equally robust construction. The conductors for the supply cable shall be stranded and shall have a minimum cross-sectional area of 1,0 mm². If a protective earthing (PE) conductor is necessary, it shall be separately insulated in a manner similar to the other conductors and shall be incorporated within the supply cable sheath.

If, for transportable and portable electrical equipment, a metallic flexible armour or screen is incorporated in the cable, this shall not be used as the only protective conductor. The cable shall be suitable for the circuit protective arrangements, e.g. where earth monitoring is used, the necessary number of conductors shall be included. Where the equipment needs to be earthed, the cable may include an earthed flexible metallic screen in addition to the PE conductor.

Portable electrical equipment with rated voltage not exceeding 250 V to earth and with rated current not exceeding 6 A may have cables:

- with an ordinary polychloroprene or other equivalent synthetic elastomeric sheath,
- with an ordinary tough rubber sheath, or
- with an equally robust construction.

These cables are not admissible for portable electrical equipment exposed to heavy mechanical stresses, for example hand-lamps, foot-switches, barrel pumps, etc.

9.3.5 Single insulated wires (excluding intrinsically safe circuits)

Single insulated wires shall not be used for live conductors, unless they are installed inside switchboards, enclosures or conduit systems.

9.3.6 Overhead lines

Where overhead wiring with uninsulated conductors provides power or communication services to a hazardous area, it shall be terminated in a non-hazardous area and the service continued into the hazardous area with cable or conduit.

Uninsulated conductors should not be installed above hazardous areas.

NOTE Uninsulated conductors include items such as partially insulated crane conductor rail systems and low and extra-low voltage track systems.

9.3.7 Avoidance of damage

Cable systems and accessories should be installed, so far as is practicable, in positions that will prevent them being exposed to mechanical damage, to corrosion or chemical influences (for example solvents), to the effects of heat and to the effects of UV radiation (but see also 16.2.2.5 for intrinsically safe circuits).

Where exposure of this nature is unavoidable, protective measures, such as installation in protecting conduit, shall be taken or appropriate cables selected (for example, to minimize the risk of mechanical damage, armoured, screened, seamless aluminium sheathed, mineral-insulated metal sheathed or semi-rigid sheathed cables could be used).

Where cables are subject to other conditions e.g. vibration or continuous flexing, they shall be designed to withstand that condition without damage.

Precautions should be taken to prevent damage to the sheathing or insulating materials of cables when they are to be installed at temperatures below –5 °C.

Where cables are secured to equipment or cable trays the bend radius on the cable should be in compliance with the cable manufacturer's data or be at least 8 times the cable diameter to prevent damage to the cable. The bend radius of the cable should start at least 25 mm from the end of the cable gland.

9.3.8 Cable surface temperature

The surface temperature of cables shall not exceed the temperature class for the installation.

NOTE Where cables are identified as having a high operating temperature (for example 105 °C), this temperature relates to the copper temperature of the cable and not the cable sheath. Due to heat losses, it is unlikely that cable temperature will exceed T6.

9.3.9 Resistance to flame propagation

Cables for fixed installations shall have either:

- a) flame propagation characteristics which enable them to withstand the tests according to IEC 60332-1-2 or IEC 60332-3-22 as appropriate (see NOTE);
- b) other protection against flame propagation (e.g. laid in sand filled trenches); or
- c) cables entering hazardous areas shall be installed with a barrier to prevent flame propagation from a non-hazardous area into a hazardous area.

NOTE IEC 60332-1-2 specifies the use of a 1 kW pre-mixed flame and is for general use, except that the procedure specified may not be suitable for the testing of small single insulated conductors or cables of less than 0,5 mm² total cross-section because the conductor melts before the test is completed, or for the testing of small

optical fibre cables because the cable is broken before the test is completed. In these cases, the procedure given in IEC 60332-3-22 is used.

Since the use of insulated conductor or cable which retards flame propagation and complies with the recommended requirements of IEC 60332-1-2 is not sufficient by itself to prevent propagation of fire under all conditions of installation, it is recommended that wherever the risk of propagation is high, for example in long vertical runs of bunches of cables, special installation precautions should also be taken. It cannot be assumed that because the sample of cable complies with the performance requirements recommended in IEC 60332-1-2, a bunch of cables will behave in a similar manner. In such situations verification is possible by testing for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables in accordance with the IEC 60332-3 series.

9.4 Conduit systems

The conduit shall be provided with a conduit sealing device where it enters or leaves a hazardous area, to prevent the transmission of gases or liquids from the hazardous areas to non-hazardous areas. There shall be no union, coupling or other fittings between the sealing device and the hazardous area's boundary.

Conduit sealing devices shall seal around the outer sheath of the cable where the cable is effectively filled or around the individual conductors inside the conduit. The sealing mechanism shall be such that it does not shrink on setting and sealing mechanisms shall be impervious to, and unaffected by, chemicals found in the hazardous area.

If required to maintain the appropriate degree of ingress protection (e.g. IP54) of the enclosure, the conduit shall be provided with a conduit sealing device adjacent to the enclosure.

The conduit shall be wrench tight at all of the threaded connections.

Where the conduit system is used as the protective earthing conductor, the threaded junction shall be suitable to carry the fault current which would flow when the circuit is appropriately protected by fuses or circuit-breakers.

In the event that the conduit is installed in a corrosive area, the conduit material shall either be corrosion resistant or the conduit shall be adequately protected against corrosion.

Combinations of metals that can lead to galvanic corrosion shall be avoided.

Non-sheathed insulated single or multicore cables may be used in the conduits. However, when the conduit contains three or more cables, the total cross-sectional area of the cables, including insulation, shall be not more than 40 % of the cross-sectional area of the conduit.

Long runs of conduits shall be provided with suitable draining devices to ensure satisfactory draining of condensate. In addition, cable insulation shall have suitable water resistance.

To meet the degree of protection required by the enclosure, in addition to the use of conduit sealing devices, it may be necessary to seal between the conduit and the enclosure (for example by means of a sealing washer or non-setting grease).

Where the conduit is the sole means of earth continuity, this sealing shall not reduce the effectiveness of the earth path.

The conduit used for mechanical protection only (commonly referred to as "open" conduit systems) does not need to meet the requirements of 9.4. However, precaution measures shall be applied to prevent the transfer of potentially explosive atmosphere through the conduit with suitable conduit sealing devices where the conduit enters or leaves a hazardous area.

Where conduits are connected to a conduit entry device into an enclosure the connection of the conduit and conduit entry device shall maintain the integrity of the fitting, e.g. IP rating and mechanical integrity.

In addition, national or other standards should be followed for conduit systems.

9.5 Additional requirements

Additional requirements for cables and conduit systems are given in Clauses 14 to 23 for each type of protection.

Cables in conduits, and fittings for the appropriate protection technique and for the area in which they are to be installed, may be subject to approval at national level.

Additional requirements for cables and conduit systems used with other types of protection according to IEC 60079-26 shall comply with the relevant protection concepts identified in the documentation.

9.6 Installation requirements

9.6.1 Circuits traversing a hazardous area

Where circuits traverse a hazardous area in passing from one non-hazardous area to another, the wiring system in the hazardous area shall be appropriate to the EPL requirements for the route.

9.6.2 Terminations

Connections shall be made in a manner consistent with the type of terminal, type of protection and the manufacturer's instructions and not introduce undue stress on the connections.

If multi-stranded and, in particular, fine-stranded conductors are employed, the ends shall be protected against separation of the strands, for example by means of cable lugs or core end sleeves, or by the type of terminal, but not by soldering alone.

The creepage distances and clearances, in accordance with the type of protection of the equipment, shall not be reduced by the method in which the conductors are connected to the terminals.

9.6.3 Unused cores

The hazardous area end of each unused core in multi-core cables shall either be connected to earth or be adequately insulated by means of terminations suitable for the type of protection. Insulation by tape alone is not permitted.

Alternative requirements apply for unused cores in multicore cables of intrinsic safety and energy-limited circuits (see 16.2.2.5.3).

9.6.4 Openings in walls

Openings in walls for cables and conduits between different hazardous areas and between hazardous and non-hazardous areas shall be adequately sealed, for example by means of sand seals or mortar sealing to maintain the area classification where relevant.

9.6.5 Passage and collection of flammables

Where trunking, ducts, pipes or trenches are used to accommodate cables, precautions shall be taken to prevent the passage of flammable gases, vapours or liquids from one area to another and to prevent the collection of flammable gases, vapours or liquids in trenches.

Such precautions may involve the sealing of trunking, ducts or pipes. For trenches, adequate venting or sand-filling may be used. Conduits and, in special cases, cables (e.g. where there is a pressure differential) shall be sealed, if necessary, so as to prevent the passage of liquids or gases. See also 9.3.1.

9.6.6 Accumulation of dust

Cable routing should be arranged in such a way that the cables accumulate the minimum amount of dust layers whilst remaining accessible for cleaning. Where trunking, ducts or pipes or trenches are used to accommodate cables, precautions should be taken to prevent the passage or collection of dusts in such places. Where layers of dust are liable to form on cables and impair the free circulation of air, consideration shall be given to derating the current-carrying capacity of the cables, especially if low minimum ignition temperature dusts are present.

10 Cable entry systems and blanking elements

10.1 General

If a cable gland is to be used at an ambient temperature range different from $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and/or an operating temperature higher than $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ this shall be covered by certification documentation.

10.2 Selection of cable glands

The cable gland shall be selected to match the cable diameter. The use of sealing tape, heat shrink tube or other materials is not permitted to make the cable fit to the cable gland.

Cable glands and/or cables shall be selected to reduce the effects of “coldflow characteristics” of the cable.

NOTE 1 Cables employ materials which could exhibit “coldflow” characteristics. Coldflow in cables can be described as the movement of the cable sheath under the compressive forces created by the displacement of seals in cable glands where the compressive force applied by the seal is greater than the resistance of the cable sheath to deformation. Coldflow could give rise to a reduction in the insulation resistance of the cable. Low smoke and/or fire resistant cables usually exhibit significant cold flow characteristics.

Cable glands shall be in accordance with IEC 60079-0 and shall be selected to maintain the requirements of the protection technique according to Table 10.

**Table 10 – Selection of glands, adapters and blanking elements
type of protection according to the enclosure type of protection**

Protection technique for the equipment	Glands, adapters and blanking element protection technique			
	Ex “d” see 10.6	Ex “e” see 10.4	Ex “n” see 10.4	Ex “t” see 10.7
Ex “d”	X			
Ex “e”	X	X		
Ex “i” and Ex “nL” – Group II ^a	X	X	X – see 16.5	
Ex “i” – Group III ^a				X – see 16.5
Ex “m”	Ex “m” would not normally be applied to wiring connections. The protection technique for connections shall suit the wiring system used.			
Ex “n” except Ex “nL” For Ex “nR” see also 10.8	X	X	X	
Ex “o”	Ex “o” would not normally be applied to wiring connections. The protection technique for connections shall suit the wiring system used			
Ex “p”, all types	X	X	X ^b	
Ex “pD”				X
Ex “q”	Ex “q” would not normally be applied to wiring connections. The protection technique for connections shall suit the wiring system used.			
Ex “s”	Only as allowed by the conditions of the certificate.			
Ex “t”				X
X denotes permitted use.				
^a If only one intrinsically safe circuit is applied then there are no specified requirements for cable glands.				
^b Only permitted for Gc installations				

To meet the ingress protection requirement it may also be necessary to seal between cable glands, adapters and blanking elements and the enclosure (for example by means of a sealing washer or thread sealant).

NOTE 2 In order to meet the minimum requirement of IP54, threaded cable entry devices into threaded cable entry plates or enclosures of 6 mm or greater thickness need no additional sealing between the cable entry device and the entry plate or enclosure provided the axis of the cable entry device is perpendicular to the external surface of the cable entry plate or enclosure.

Where mineral-insulated metal sheathed cables are used, the requirement to achieve creepage distances shall be maintained by using a certified mineral insulated cable sealing device.

10.3 Connections of cables to equipment

Cable glands shall be installed in a manner that after installation they are only capable of being released or dismantled by means of a tool.

If additional clamping is required to prevent pulling and twisting of the cable transmitting the forces to the conductor terminations inside the enclosure, a clamp shall be provided, as close as practicable to the gland along the cable.

NOTE 1 Cable clamps within 300 mm of the end of the cable gland are preferred.

Cables shall be routed straight from the cable gland to avoid lateral tension that may compromise the seal around the cable.

Where cable glands, blanking elements and adapters with tapered threads are used in enclosures having gland plates with unthreaded entries care shall be taken to use appropriate fittings to maintain the enclosure integrity.

NOTE 2 Tapered threads include NPT threads.

When braided or armoured cables have been terminated within the cable gland, the body components that are intended to retain and secure the cable braid or armour should not be able to be released manually or opened by hand without the use of a tool.

The connection of cables to the electrical equipment shall be effected by means of cable glands appropriate to the type of cable used and shall maintain the explosion protection integrity of the relevant type of protection.

Where the threaded entry or hole size is different to that of the cable gland, a threaded adapter complying with Table 10 shall be fitted.

10.4 Additional requirements for entries other than Ex “d”, Ex “t” or Ex “nR”

If additional cable entry holes for other than Ex “d”, Ex “t” or Ex “nR” are required they may be made under the following conditions:

- permitted by the manufacturer's documentation with area, size of holes and quantity of holes;
- entry holes either plain or threaded shall meet the tolerances given by the manufacturer.

Threaded holes in plastic enclosures should be at right angles to the face of the enclosure (due to the possible moulding methods for plastic enclosures, the wall of the enclosure may have draw angles). Surfaces with angles do not allow the gland and associated fittings inserted in the hole to fit square to the face, resulting in ineffective sealing.

Taper threaded holes in plastic enclosures are not recommended because the high stresses created during sealing of these threads may fracture the enclosure wall.

10.5 Unused openings

With the exception of enclosures containing only one intrinsically safe circuit, unused entries in the enclosure shall be sealed by blanking elements in accordance with Table 10 and that maintain the degree of ingress protection IP 54 or that required by the location, whichever is the higher. Blanking elements shall be of a type that can only be removed with the use of a tool.

For flameproof enclosures adapters shall not be used together with blanking elements.

10.6 Additional requirements for type of protection “d” – Flameproof enclosures

10.6.1 General

Where cables enter into flameproof equipment via flameproof bushings through the wall of the enclosure which are part of the equipment (indirect entry), the parts of the bushings outside the flameproof enclosure shall be protected in accordance with one of the types of protection listed in IEC 60079-0. For example, the exposed parts of the bushings are within a terminal compartment which may either be another flameproof enclosure or will be protected by type of protection “e”.

If an Ex “d” gland clamping by the sealing ring (compression) is used with braided or armoured cable, it shall be of the type where the braid or armour is terminated in the gland and compression takes place on the inner cable sheath. For fine braided cable, where the

braid is less than 0,15 mm diameter and has coverage of at least 70 % compression only on the outer sheath is accepted.

NOTE 1 Flame propagation of flame may occur through the interstices between the strands of standard stranded conductors, or between individual cores of a cable. Special cable construction can be employed as means of reducing and preventing flame propagation. Examples include compacted strands, sealing of the individual strands, and extruded bedding. Further information is given in Annex E.

Flameproof cable glands, adapters or blanking elements, having parallel threads may be fitted with a sealing washer between the entry device and the flameproof enclosure provided that, after the washer has been fitted, the applicable thread engagement is still achieved. Thread engagement shall be at least five full threads. Suitable grease may be used provided it is non-setting, non-metallic and non-combustible and any earthing between the two is maintained.

Where taper threads are used, the connection shall be made wrench tight.

The addition of holes or alteration to thread form is only permitted when in compliance with the certification documents and completed by the manufacturer or certified workshops. Where the threaded entry or hole size is different to that of the cable gland, a flameproof threaded adapter complying with IEC 60079-1 shall be fitted which complies with thread engagement requirements detailed above. Unused cable entries shall be sealed with a flameproof blanking element complying with IEC 60079-1, which shall be fitted directly to the hole (no threaded adapter shall be used), and shall comply with thread engagement requirements detailed above and shall be secured against loosening.

NOTE 2 Non-threaded cable glands can be used if certified with the complete equipment or if certified as equipment.

10.6.2 Selection of cable glands

The cable entry system shall comply with one of the following:

- a) Cable glands sealed with setting compound (barrier cable glands) in compliance with IEC 60079-1 and certified as equipment;
- b) Cables and glands meeting all of the following:
 - cable glands comply with IEC 60079-1 and are certified as equipment
 - cables used comply with 9.3.2(a)
 - the connected cable is at least 3 m in length;
- c) indirect cable entry using combination of flameproof enclosure with a bushing and increased safety terminal box;
- d) mineral-insulated metal-sheathed cable with or without plastic outer covering with appropriate flameproof cable gland complying with IEC 60079-1;
- e) flameproof sealing device (for example a sealing chamber) specified in the equipment documentation or complying with IEC 60079-1 and employing a cable gland appropriate to the cables used. The sealing device shall incorporate compound or other appropriate seals which permit stopping around individual cores. The sealing device shall be fitted at the point of entry of cables to the equipment.

NOTE 1 The minimum length of cable is to minimize the potential for flame transmission through the cable (see also Annex E);

NOTE 2 If the cable gland and actual cable are certified as a part of the equipment (enclosures) then compliance to 10.6.2 is not necessary.

10.7 Additional requirements for type of protection “t” – Protection by enclosure

The IP protection shall be as given in Table 11.

Table 11 – Level of protection, equipment group and ingress protection relationship

Level of protection	Group IIIC	Group IIIB	Group IIIA
“ta”	IP6X	IP6X	IP6X
“tb”	IP6X	IP6X	IP5X
“tc”	IP6X	IP5X	IP5X

Ex “t” glands, adapters or blanking elements, having parallel threads may be fitted with a sealing washer between the entry device and the “t” enclosure. If no washer is used the thread engagement shall be at least five full threads. Tapered threaded joints without an additional seal or gasket shall engage no less than 3½ threads.

10.8 Additional requirements for type of protection “nR” – Restricted breathing enclosure

The sealing of restricted-breathing “nR” enclosures shall be such as to maintain the restricted-breathing properties of the enclosure.

Where the cable used is not part of the certificate and/or instruction manual and is not effectively filled, it may be necessary to use a cable gland or other method (e.g. epoxy joint, shrinking tube) which seals around the individual conductors of the cable to prevent leakage from the enclosure.

A suitable sealing washer shall be fitted between the cable gland and the enclosure. Conduit or tapered threads will require the use of a thread sealant (see Clause 9).

11 Rotating electrical machines

11.1 General

Rotating electrical machinery shall additionally be protected against overload unless it can withstand continuously the starting current at rated voltage and frequency or, in the case of generators, the short-circuit current, without inadmissible heating. The overload protective device shall be:

- a) a current-dependent, time lag protective device monitoring all three phases, set at not more than the rated current of the machine, which will operate in 2 h or less at 1,20 times the set current and will not operate within 2 h at 1,05 times the set current, or
- b) a device for direct temperature control by embedded temperature sensors, or
- c) another equivalent device.

11.2 Motors with type of protection “d” – Flameproof enclosures

11.2.1 Motors with a converter supply

Motors supplied at varying frequency and voltage by a converter supply require that either:

- a) the motor has been type-tested for this duty as a unit in association with the converter specified in the descriptive documents according to IEC 60079-0 and with the protective device provided, or
- b) if the motor has not been type-tested for this duty as a unit in association with the converter, then means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the surface temperature of the motor housing shall be provided. The effectiveness of the temperature control shall take into account power, speed range, torque and

frequency for the duty required and shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be electrically disconnected.

NOTE 1 In some cases, the highest surface temperature occurs on the motor shaft.

NOTE 2 A current-dependent time lag protective device (in accordance with 11.1) is not regarded as an “other effective measure”.

For motors with type of protection “e” terminal boxes, when using converters with high-frequency pulses in the output, care should be taken to ensure that any overvoltage spikes and higher temperatures which may be produced in the terminal box are taken into consideration.

11.2.2 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require that either:

- a) the motor has been type tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) if the motor has not been type tested as a unit in association with the soft start device, then means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the surface temperature (in accordance with 11.1) of the motor housing shall be provided, or the speed control device ensures that the motor run up is such that the surface temperature is not exceeded. The effectiveness of the temperature control or proper run up shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected.

NOTE 1 It is considered that soft starting is used for a short time period.

For motors with type of protection “e” terminal boxes, when using a soft start device with high-frequency pulses in the output, care should be taken to ensure that any overvoltage spikes and higher temperatures which may be produced in the terminal box are taken into consideration.

11.3 Motors with type of protection “e” – Increased safety

11.3.1 Mains-operated

In order to meet the requirements of 11.1 inverse-time delay overload protective devices shall be such that not only is the motor current monitored, but the stalled motor will also be disconnected within the time t_E stated on the marking plate. The current-time characteristic curves giving the delay time of the overload relay or release as a function of the ratio of the starting current to the rated current shall be held by the user.

The curves will indicate the value of the delay time from the cold state related to an ambient temperature of 20 °C and for a range of starting current ratios (I_A/I_N) of at least 3 to 8. The tripping time of the protective devices shall be equal to these values of delay $\pm 20\%$.

The properties of delta wound motors in the case of the loss of one phase should be specifically addressed. Unlike star wound motors, the loss of one phase may not be detected, particularly if it occurs during operation. The effect will be current imbalance in the lines feeding the motor and increased heating of the motor. A delta wound motor with a low torque load during start-up might also be able to start under this winding failure condition and therefore the fault may exist undetected for long periods. Therefore, for delta wound motor, phase imbalance protection shall be provided which will detect motor imbalances before they can give rise to excessive heating effects.

In general, motors designed for continuous operation, involving easy and infrequent starts which do not produce appreciable additional heating, are acceptable with inverse-time delay overload protection. Motors designed for arduous starting conditions or which are to be

started frequently are acceptable only when suitable protective devices ensure that the limiting temperature is not exceeded.

Arduous starting conditions are considered to exist if an inverse-time delay overload protective device, correctly selected as above, disconnects the motor before it reaches its rated speed. Generally, this will happen if the total starting time exceeds $1,7 t_E$.

Operation: Where the duty of the motor is not S1 (continuous operation at constant load), the user should obtain the appropriate parameters for the determination of suitability given a definition of operation.

Starting: It is preferred that the direct on-line starting time for the motor is less than the t_E time so that the motor protection device does not trip the motor during start-up. Where the starting time exceeds 80 % of the t_E time, the limitations associated with starting whilst maintaining operation within the machine instruction manual should be ascertained from the motor manufacturer.

Automatic reclosing (automatic restarting) is not recommended due to the increased risk of rotor sparking or insulation system sparking during the reclosing. If a motor must be automatically restarted, additional protective measures such as a specifically timed reclosure to match phase, type of protection “p”, transient voltage limiting devices, etc. should be considered.

As the voltage dips during a direct on-line start, the starting current decreases and the run-up time increases. Although these effects may tend to cancel out for small voltage dips, for voltages less than 85 % of U_N during start-up, the motor manufacturer should declare the associated limitations on start-up.

Motors may be limited by the manufacturer to a fixed number of start attempts.

In addition to the requirements of 11.1, protection relays for machines in accordance with type of protection “e” should:

- a) monitor the current in each phase, and,
- b) provide close overload protection to the fully loaded condition of the motor.

Inverse-time delay overload protection relays may be acceptable for motors of duty type S1 which have easy and infrequent starts. Where the starting duty is arduous or starting is required frequently, the protection device should be selected so that it ensures limiting temperatures are not exceeded under the declared operational parameters of the motor. Where the starting time exceeds $1,7 t_E$, an inverse-time relay would be expected to trip the motor during start-up.

NOTE Under some circumstances, e.g. for duty types other than S1, the motor may be certified with the temperature detection and protection. If this is the case, the t_E time may not be identified.

11.3.2 Winding temperature sensors

In order to meet the requirements of 11.1 winding temperature sensors associated with protective devices shall be adequate for the thermal protection of the motor even when the motor is stalled. The use of embedded temperature sensors to control the limiting temperature of the motor is only permitted if such use is specified in the motor documentation. The time t_A specifies the response time of the temperature sensors and has to be verified.

NOTE 1 The type of built-in temperature sensors and associated protective device will be identified on the motor.

NOTE 2 By testing the protection device, verification of the time t_A (see also Annex C and IEC 60079-17) will be done by the user.

11.3.3 Machines with rated voltage greater than 1 kV

Machines with a rated voltage exceeding 1 kV shall be selected taking into account the values in Table G.1 of Annex G. If the total sum of the risk factors is greater than 6, then anti-condensation space heaters shall be employed, and need of special measures shall be employed to ensure that the enclosure does not contain an explosive gas atmosphere at the time of starting.

NOTE 1 If the machine is intended to operate under “special measures”, the certificate will have the symbol “X” in accordance with IEC 60079-0.

NOTE 2 Special measures could include pre-start ventilation, the application of fixed gas detection inside the machine or other methods specified in the manufacturer's instructions.

NOTE 3 For all Ex “e” motors above 1 kV, manufactured according to the latest IEC 60079-7 standards, the stators will have been type tested in a gas environment and fitted with anti-condensation heaters.

11.3.4 Motors with converter supply

Motors supplied at varying frequency and voltage by a converter shall have been type tested for this duty in association with the converter and the protective device. The motor should be used within its electrical rating and the converter configuration should be set to match the motor rating information with respect to frequency range and any other specified parameters such as minimum carrier frequency. The converter configuration shall enable to adjust the parameter.

NOTE Permanent magnet motors operate as a generator while coasting after power is removed. For motors of level of protection “eb”, where the voltage can be greater than the rated voltage, the motor-converter system will be suitable for the voltages that will result.

11.3.5 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require either:

- a) the motor has been type tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) if the motor has not been type tested as a unit in association with the soft start device, then, means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the temperature of the motor shall be provided or the speed control device ensures that the motor run up is such that the temperature is not exceeded. The effectiveness of the temperature control or proper run up shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected.

NOTE It is considered that soft starting is used for a short time period.

When using a soft start device with high-frequency pulses in the output, care should be taken to ensure that any overvoltage spikes and higher temperatures which may be produced in the terminal box are taken into consideration.

11.4 Motors with type of protection “p” and “pD” – Pressurized enclosures

11.4.1 Motors with a converter supply

Motors supplied at varying frequency and voltage by a converter supply require that either:

- a) the motor has been type tested for this duty as a unit in association with the converter specified in the descriptive documents according to IEC 60079-0 and with the protective device provided, or
- b) if the motor has not been type tested for this duty as a unit in association with the converter, then means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the surface temperature of the motor housing shall be provided. The effectiveness

of the temperature control taking into account power, speed range, torque and frequency for the duty required shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected.

NOTE 1 In some cases, the highest surface temperature occurs on the motor shaft.

NOTE 2 A current-dependent time lag protective device (in accordance with 11.1) is not regarded as an “other effective measure”.

For motors with type of protection “e” or “n” terminal boxes, when using convertors with high-frequency pulses in the output, care should be taken to ensure that any overvoltage spikes and higher temperatures which may be produced in the terminal box are taken into consideration.

11.4.2 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require that either:

- a) the motor has been type tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) if the motor has not been type tested as a unit in association with the soft start device, then means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the surface temperature of the motor housing shall be provided, or the speed control device ensures that the motor run up is such that the surface temperature is not exceeded. The effectiveness of the temperature control or proper run up shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected.

NOTE It is considered that soft starting is used for a short time period.

When using a soft start device with high-frequency pulses in the output, care should be taken to ensure that any overvoltage spikes and higher temperatures which may be produced in the terminal box are taken into consideration.

11.5 Motors with type of protection “t” – Protection by enclosures supplied at varying frequency and voltage

11.5.1 Motors with a converter supply

Motors supplied at varying frequency and voltage by a converter supply require that either:

- a) the motor has been type tested for this duty as a unit in association with the converter specified in the descriptive documents according to IEC 60079-0 and with the protective device provided, or
- b) if the motor has not been type tested for this duty as a unit in association with the converter, then means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the surface temperature of the motor housing shall be provided. The effectiveness of the temperature control taking into account power, speed range, torque and frequency for the duty required shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected.

NOTE 1 In some cases, the highest surface temperature occurs on the motor shaft.

NOTE 2 A current-dependent time lag protective device (in accordance with 11.1) is not regarded as an “other effective measure”.

Care should be taken to ensure that any overvoltage spikes and higher temperatures which may be produced in the terminal box are taken into consideration.

11.5.2 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require that either:

- a) the motor has been type tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) if the motor has not been type tested as a unit in association with the soft start device, then means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the surface temperature of the motor housing shall be provided, or the speed control device ensures that the motor run up is such that the surface temperature is not exceeded. The effectiveness of the temperature control or proper run up shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected.

NOTE 1 It is considered that soft starting is used for a short time period.

When using a soft start device with high-frequency pulses in the output, care should be taken to ensure that any overvoltage spikes and higher temperatures which may be produced in the terminal box are taken into consideration.

11.6 Motors with type of protection “nA” – Non-sparking

11.6.1 Motors with converter supply

Motors supplied at varying frequency and voltage by a converter require that either:

- a) the motor has been type tested, in accordance with IEC 60079-15, with the specific converter or with a comparable converter in reference to the output voltage and current specifications, or
- b) if the motor has not been type tested for this duty as a unit in association with the converter, then means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the temperature of the motor shall be provided. The effectiveness of the temperature control taking into account power, speed range, torque and frequency for the duty required shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected. Alternatively the motor shall have its temperature class determined by calculation in accordance with IEC 60079-15.

11.6.2 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require either:

- a) the motor has been type tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) if the motor has not been type tested as a unit in association with the soft start device, then means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation or other effective measures for limiting the surface temperature of the motor shall be provided, or the speed control device ensures that the motor run up is such that the surface temperature is not exceeded. The effectiveness of the temperature control or proper run up shall be verified and documented. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected.

NOTE It is considered that soft starting is used for a short time period.

11.6.3 Machines with rated voltage greater than 1 kV

Machines with a rated voltage exceeding 1 kV shall be selected taking into account the values in Table G.1 of Annex G). If the total sum of the risk factors is greater than 6, then anti-

condensation space heaters shall be employed, or special measures shall be applied to ensure that the enclosure does not contain an explosive gas atmosphere at the time of starting.

NOTE 1 If the machine is intended to operate under “special measures”, the certificate will have the symbol “X” in accordance with IEC 60079-0.

NOTE 2 Special measures could include pre-start ventilation, the application of fixed gas detection inside the machine or other methods specified in manufacturer's instructions.

12 Luminaires

Luminaires with fluorescent lamps and electronic ballasts in type of protection “e” or “nA” shall not be used where temperature class T5 or T6 is required or where the ambient temperature exceeds 60 °C.

NOTE 1 This restriction minimizes the risk of end of life (EOL) effects of the lamp.

For lamps with pins, the pins shall be made of brass.

Lamps (e.g. bi-pins, screw connections on tungsten lamps) using non-conductive materials with a conductive coating shall not be used unless tested with the equipment.

NOTE 2 This restriction is intended to apply to lamps where the pins or end caps could be plastic or ceramic with a conductive film coating.

13 Electric heating systems

13.1 General

Electric heating system components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, may only be used in an assembly of components (now being referred to as an equipment), when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

Heaters shall have the following protection in addition to overcurrent protection unless it is installed as part of another certified assembly e.g. electric motor anti-condensation heater:

- a) in addition to the protection required by Clause 7, in order to limit the heating effect due to earth-fault and earth-leakage currents, the following additional protection shall be installed in a TT or TN type system: a residual current device (RCD) with a rated residual operating current not exceeding 100 mA shall be used.

Preference should be given to RCDs with a rated residual operating current of 30 mA.

NOTE Additional information on RCDs is given in IEC 61008-1.

- b) in an IT system, an insulation monitoring device shall be used to disconnect the supply whenever the insulation resistance is not greater than 50 ohms per volt of rated voltage.

For short-circuit calculations, the load current of the complete trace heating circuit should be taken into consideration.

13.2 Temperature monitoring

Any temperature protective device, if required, shall be independent from any operating temperature control device and de-energize the electric heating system either directly or indirectly. Protective devices shall be manually reset only.

Requirements for the temperature monitoring systems are given in Table 12.

Table 12 – Requirements for the temperature monitoring systems

Electromechanical high temperature switch	Processor-controlled high temperature switch
Resetting only with tool	Resetting only possible with user code
Manual resetting	Resetting only by authorized personnel in control cabinet
Resetting only under normal operating conditions	Resetting only under normal operating conditions
Secured setting	Setting of temperature class only possible with hard-wired jumper and manufacturer's code
Independent of the controller	Independent of the controller
Sensor fail-safe function (e.g. if capillary tube fractures)	100 % sensor monitoring

13.3 Limiting temperature

The resistance heating device or unit shall be prevented from exceeding the limiting temperature when energized.

This shall be ensured by one of the following means:

- a) a stabilized design using the temperature self-limiting characteristic of the resistance heating device;
- b) a stabilized design of a heating system (under specified conditions of use).

NOTE 1 A stabilized design for EPL “Gb” or “Gc”, does not normally need additional protection against excessive temperatures;.

- c) a safety device according to 13.4.

The necessary data regarding relationships that influence the temperature of the resistance heating device shall be provided by the manufacturer in the documentation prepared in accordance with IEC 60079-0.

NOTE 2 For b) and c), the temperature of a resistance heating device is dependent on the relationships between various parameters which can include, but are not limited to:

- ambient temperature range;
- inlet and outlet temperature of the medium or temperature of the work piece;
- medium to be heated, with its physical properties (thermal conductivity, specific heat capacity, kinematic viscosity, Prandtl number, relative density);
- temperature class;
- heat output;
- heat flux, dependent on the physical properties of the medium, its flow velocity, the supply voltage and the permissible surface temperature;
- geometry of the heating unit (arrangement of the individual heating elements, angle of incidence, heat transfer).

13.4 Safety device

The protection offered by a safety device shall be achieved by sensing based on:

- a) the temperature of the resistance heating device or, if appropriate, of its immediate surroundings, or
- b) the temperature of the resistance heating device or the surrounding temperature and one or more other parameters.

NOTE Examples of other parameters for (b) include:

- in the case of liquids, a covering of the heating device of at least 50 mm can be ensured by means of a level monitor (dry run protection); or

- in the case of flowing media such as gas and air, the minimum throughput can be ensured by means of a flow monitor; or
- for the heating of work pieces, the heat transfer can be ensured by the fixing of the heating device or with auxiliary agents (heat-conducting cement).

For locations where EPL “Gb” or “Db” are required, the safety device shall

- de-energize the resistance heating device or unit either directly or indirectly.

For locations where EPL “Gc” or “Dc” are required, the safety device shall

- de-energize the resistance heating device or unit either directly or indirectly, or
- provide an output for an alarm intended to be located in a constantly attended location

Reset shall only be manual with the aid of a tool and only after the previously defined process conditions have returned, except when the information from the safety device is continuously monitored. In the event of failure of the sensor, the heating device shall be de-energized before the limiting temperature is reached.

The adjustment of the safety devices shall be locked and sealed and shall not be capable of being subsequently altered when in service.

Thermal fuses should be replaced only by parts specified by the manufacturer.

The safety device shall operate under the abnormal conditions and shall be additional to and functionally independent of any regulating device which may be necessary for operational reasons under the normal conditions.

13.5 Electrical trace heating systems

The outer metallic covering, metallic braid, or other equivalent electrically conductive material of the trace heater shall be bonded to the earthing system to provide an effective earthing path.

In applications where the primary earthing path is dependent on the metallic covering, metallic braid, or other equivalent electrically conductive material, the chemical resistance of the material shall be taken into account if exposure to corrosive vapours or liquids might occur.

Stainless steel type braids and sheaths typically have high resistance and may not provide effective earthing paths. Consideration should be given to alternative earthing means or supplemental earthing protection.

Additional requirements for electrical trace heating systems are provided in Annex F.

14 Additional requirements for type of protection “d” – Flameproof enclosures

14.1 General

Only Ex “d” equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex “d” enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, shall not be installed in the hazardous area unless as part of an assembly of components (now being referred to as equipment), when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

Additional holes or modification to entries shall only be made into an Ex “d” enclosure by the manufacturer or an appropriately qualified certified service facility.

Alteration of the internal components of the equipment is not permitted without re-evaluation of the equipment because conditions may be created inadvertently which lead to pressure-piling, change in temperature class, or other such issues that may invalidate the certificate.

Equipment marked for a specific gas, or marked for an equipment group plus a specific gas, and used in that specific gas atmosphere shall be installed in accordance with the requirements for the equipment group to which the specific gas belongs. For example, equipment marked "IIB + H₂" and used in a hydrogen atmosphere shall be installed as IIC equipment.

Aluminium conductors in Ex "d" flameproof enclosures should be avoided in those cases where a fault leading to potentially severe arcing involving the conductors may occur in the vicinity of a plain flanged joint. Adequate protection may be afforded by conductor and terminal insulation that prevents the occurrence of faults or by using enclosures with spigot or threaded joints.

14.2 Solid obstacles

When installing equipment, care shall be exercised to prevent the flameproof flange joint approaching nearer than the distance specified in Table 13 to any solid obstacle which is not part of the equipment, such as steelwork, walls, weather guards, mounting brackets, pipes or other electrical equipment, unless the equipment has been tested at a smaller distance of separation and has been documented.

Table 13 – Minimum distance of obstruction from the flameproof flange joints related to the gas group of the hazardous area

Gas group	Minimum distance mm
IIA	10
IIB	30
IIC	40

14.3 Protection of flameproof joints

Protection against corrosion of flameproof joints shall be maintained in accordance with the manufacturer's documentation. The use of gaskets is only permissible when specified in the manufacturer's documentation.

Flameproof joints shall not be painted.

Painting (by the user) of the enclosure after complete assembly is permitted, ensuring the electrostatic charging is avoided in accordance with 6.5.2. The application of grease to the flameproof joint faces will reduce, but not eliminate, the quantity of paint penetrating the gap.

The effect of the paint on the temperature rating of the enclosure should be taken into account. It should also be ensured that all markings remain readable.

Where the manufacturer's documentation does not address joint protection including use of grease then only corrosion inhibiting grease, such as petroleum jelly or soap-thickened mineral oils, may be applied to joint surfaces before assembly. The grease, if applied, shall be of a type that does not harden because of ageing, does not contain an evaporating solvent, and does not cause corrosion of the joint surfaces. Care in the selection and application of greases should be taken to ensure the retention of the non-setting characteristics and to allow subsequent separation of the joint surfaces.

NOTE 1 It is the user's responsibility to confirm the grease is suitable.

NOTE 2 If silicone based greases are used these can affect some types of gas detectors (see IEC 60079-29).

Where the enclosure is used in conjunction with gases allocated to Group IIC, tape shall not be applied.

Non-hardening grease-bearing textile tape may be employed outside of a straight flanged joint with the following conditions:

- where the enclosure is used in conjunction with gases allocated to Group IIA, the tape should be restricted to one layer surrounding all parts of the flange joint with a short overlap. New tape should be applied whenever existing tape is disturbed;
- where the enclosure is used in conjunction with gases allocated to Group IIB, the gap between the joint surfaces should not exceed 0,1 mm, irrespective of the flange width. The tape should be restricted to one layer surrounding all parts of the flange joint with a short overlap. New tape should be applied whenever existing tape is disturbed.

14.4 Conduit systems

Flameproof sealing devices for conduit shall be:

- a) provided with the equipment and detailed in the equipment documentation; or
- b) as specified in the equipment documentation; or
- c) compliant with IEC 60079-1.

Conduit sealing devices shall be provided, either as part of the flameproof enclosure or immediately or as close as practical to the entry to the flameproof enclosure using a minimum number of fittings.

NOTE 1 The above includes a requirement to provide a seal between close coupled enclosures unless these are supplied as a certified assembly by the manufacturer.

Conduit sealing devices, having parallel threads may be fitted with a sealing washer between the device and the flameproof enclosure provided that after the washer has been fitted, the applicable thread engagement is still achieved. Thread engagement shall be at least five full threads. Suitable grease may be used provided it is non-setting and any earthing between the two is maintained.

A conduit sealing device is considered as fitted immediately at the entry of the flameproof enclosure when the device is fixed to the enclosure either directly or through an accessory necessary for coupling according to the manufacturer's instructions. The distance from the face of the seal closest to the enclosure (or intended end-use enclosure), and the outside wall of the enclosure (or intended end-use enclosure) should be as small as practical, but in no case more than the size of the conduit or 50 mm, whichever is the lesser.

NOTE 2 Gas or vapour leakage and propagation of flames may occur through the interstices between the strands of standard stranded conductors, or between individual cores of a cable. Special constructions can be employed as means of reducing leakage and preventing the propagation of flames. Examples include compacted strands, sealing of the individual strands, and extruded bedding. See also 9.3.2.

15 Additional requirements for type of protection “e” – Increased safety

15.1 General

Only Ex “e” equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex “e” enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, shall not be installed in the hazardous area unless part of an assembly of components (now being referred to as an equipment) when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

15.2 Maximum dissipated power of terminal box enclosures

Care shall be taken to ensure that the heat dissipated by the power loss within the enclosure does not result in temperatures in excess of the required equipment temperature class. This can be achieved by:

- a) following the guidance given by the manufacturer relating to the permissible number of terminals, the conductor size and the maximum current, or
- b) checking that the calculated dissipated power, using parameters specified by the manufacturer, is less than the rated maximum dissipated power.

The length of conductors should be kept as short as practicable as the basis of the calculations and type tests is that the conductor length is half the enclosure diagonal. Keeping the conductors short will ensure that on average the length does not exceed the basis of the type tests. Additional length of conductors inside the enclosure running at maximum permitted current may give rise to increased internal temperature that may exceed the temperature class.

Bunching of more than 6 conductors may also give rise to high temperatures that may exceed T6 and/or damage to the insulation and should be avoided.

The manufacturer's documentation shall comprise for each terminal size, the permissible number of terminals, the conductor size and the maximum current (see the example in Table 14).

Unless otherwise specified in the certificate:

- only Ex “e” terminals shall be included in the terminal box enclosure;
- no other components are allowed;
- only one conductor per one connecting point is allowed.

15.3 Conductor terminations

Some terminals, e.g. slot types, may permit the entry of more than one conductor. Where more than one conductor is connected to the same terminal, care shall be taken to ensure that each conductor is adequately clamped.

Unless permitted by the manufacturer's documentation, two conductors of different cross-sections shall not be connected into one terminal unless they are first secured with a single compression type ferrule or other method specified by the manufacturer.

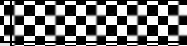
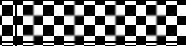
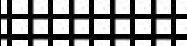
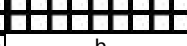
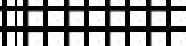
To avoid the risk of short-circuits between adjacent conductors in terminal blocks, the insulation of each conductor shall be maintained up to the metal of the terminal.

Where single screw saddle clamps are used with a single conductor, the latter should be shaped around the screw in the form of a “U” unless clamping of single conductors without “U” is permitted in the documentation supplied with the equipment.

15.4 Maximum number of conductors in relation to the cross-section and the permissible continuous current

If more than one combination of values is possible, then the information may be given by the manufacturer in the form of a table. If combinations of different current values and or cross-sections are used, then a calculation should be made by the installer using the table. An example of a calculation is shown in Table 14. If not all terminals are loaded at the same time then a load factor may also be used for the calculation.

**Table 14 – Example of defined terminal/conductor arrangement –
Maximum number of wires in relation to the cross-section
and the permissible continuous current**

Current A	Conductors based on cross-section in mm ²				
	1,5	2,5	4	6	
3					
6					
10	40				
16	13				
20	5	15	30		
25		7	17		
35			b	3	12
50					
63					
Maximum number of terminals	20	13	15	16	
NOTE All incoming conductors and internal links count as conductors, earth connections do not count. When using this table, the diversity factor or the rated load factor in accordance with IEC 61439 may be taken into consideration. Mixed sizes of conductors with circuits of different cross-sections and currents are possible when the table values are used in the respective proportions.					
a Any number additionally.					
b To be engineered by the manufacturer (with heat rise calculation).					

Cross-section mm ²	Current A	Quantity	=	Utilization
1,5	10	20 (of 40)	=	50 %
2,5	20	5 (of 15)	=	33,3 %
4	25	2 (of 17)	=	<u>11,7 %</u>
		Total < 100 %	=	<u>95,0 %</u>

16 Additional requirements for types of protection “i” – Intrinsic safety

16.1 General

A fundamentally different type of protection philosophy has to be recognized in the installation of intrinsically safe circuits. The integrity of an intrinsically safe circuit has to be protected from the intrusion of energy from other electrical sources so that the safe energy limitation in the circuit is not exceeded, even when breaking, shorting or earthing of the circuit occurs. The

principles apply equally to Group II and Group III intrinsically safe circuit of intrinsically safe apparatus and associated apparatus unless otherwise stated.

Associated apparatus should preferably be located outside the hazardous area or, if installed inside a hazardous area, shall be provided with another appropriate type of protection in accordance with Clause 5.

Where the properties of intrinsic safety can be impaired by ingress of moisture or dust or by access to conducting parts and in order to protect against unauthorized interference and damage, the components and internal wiring of intrinsically safe apparatus and associated apparatus (e.g. barriers) shall be mounted in a suitable enclosure. Alternative methods of mounting may be used if they offer similar integrity against interference and damage.

As a consequence of this principle, the aim of the installation rules for intrinsically safe circuits is to maintain separation from other circuits. Unless otherwise stated, requirements for intrinsically safe circuits shall apply to all levels of protection ("ia", "ib" and "ic").

The installation of energy-limited circuits "nL" shall comply with all the requirements for intrinsically safe circuits "ic".

16.2 Installations to meet the requirements of EPL "Gb" or "Gc" and "Db" or "Dc"

16.2.1 Equipment

In installations to meet the requirements of EPL "Gb", the intrinsically safe apparatus and the intrinsically safe parts of associated apparatus shall comply with IEC 60079-11, at least to level of protection "ib".

In installations to meet the requirements of EPL "Gc", the intrinsically safe apparatus and the intrinsically safe parts of associated apparatus shall comply with IEC 60079-11, at least to level of protection "ic".

In installations to meet the requirements of EPL "Db", the intrinsically safe apparatus and the intrinsically safe parts of associated apparatus shall comply with IEC 60079-11, for Group III at least to level of protection "ib".

In installations to meet the requirements of EPL "Dc", the intrinsically safe apparatus and the intrinsically safe parts of associated apparatus shall comply with IEC 60079-11, for Group III at least to level of protection "ic".

Electrical equipment connected to the non-intrinsically safe terminals of an associated apparatus shall not be fed with a voltage supply greater than U_m shown on the label of the associated apparatus. The prospective short-circuit current of the supply shall not be greater than 1 500 A.

Limitation of the prospective short-circuit current, where higher fault levels exist, may be achieved by appropriate upstream fusing or protection.

Where U_m marked on the associated apparatus is less than 250 V it shall be installed in accordance with one of the following:

- where U_m does not exceed 50 V a.c. or 120 V d.c., in a SELV or PELV system, or
- via a safety isolating transformer complying with the requirements of IEC 61558-2-6, or technically equivalent standard, or
- directly connected to apparatus complying with the IEC 60950 series, IEC 61010-1, or a technically equivalent standard, or
- fed directly from cells or batteries.

All apparatus forming part of an intrinsically safe system should, where reasonably practicable, be identifiable as being part of an intrinsically safe system. See also 16.2.2.6 for marking of cables.

16.2.2 Cables

16.2.2.1 General

Only cables with rated insulation between the conductor to earth, conductor to screen and screen to earth of at least 500 V a.c. or 700 V d.c. shall be used in intrinsically safe circuits.

The diameter of individual conductors or strands of multi-stranded conductors within the hazardous area shall be not less than 0,1 mm.

16.2.2.2 Electrical parameters of cables

The electrical parameters (C_c and L_c) or (C_c and L_c/R_c) for all cables used shall be determined according to a), b) or c):

- a) the most onerous electrical parameters provided by the cable manufacturer;
- b) electrical parameters determined by measurement of a sample;

NOTE Annex H details a satisfactory method of determining the relevant parameters.

- c) 200 pF/m and either 1 $\mu\text{H}/\text{m}$ or 30 $\mu\text{H}/\Omega$ where the interconnection comprises two or three cores of a conventionally constructed cable (with or without screen).

Where a FISCO or FNICO system is used, the requirements for cable parameters shall comply with IEC 60079-25.

16.2.2.3 Earthing of conducting screens

Where a screen is required, except as in a) through c) below, the screen shall be electrically connected to earth at one point only, normally at the non-hazardous area end of the circuit loop. This requirement is to avoid the possibility of the screen carrying a possibly incandive level of circulating current in the event that there are local differences in earth potential between points that may be available for connection to earth.

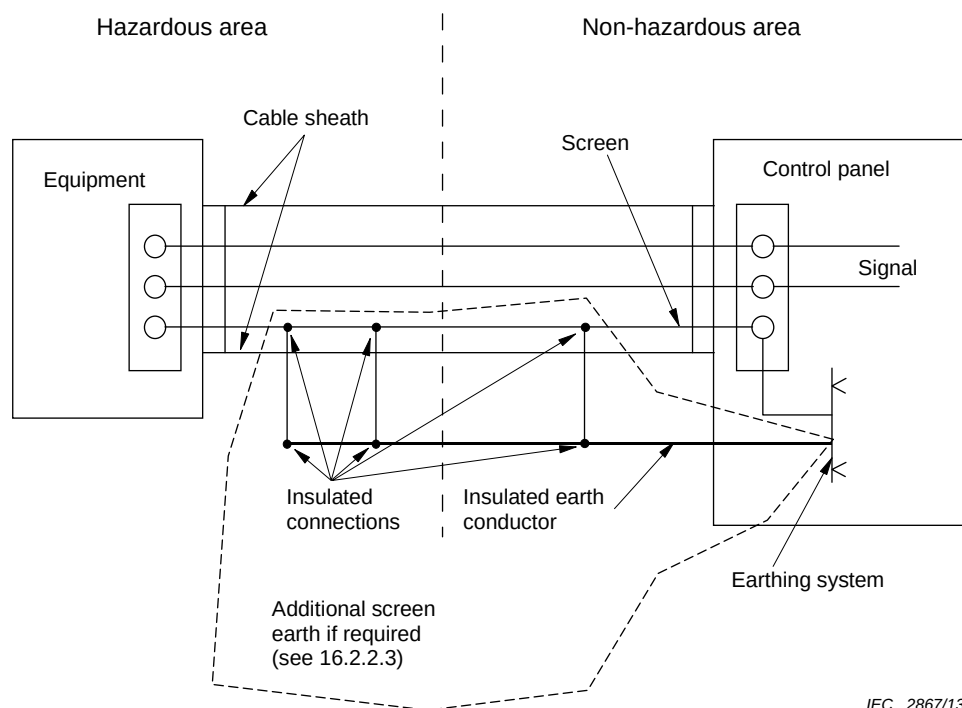
If an earthed intrinsically safe circuit is run in a screened cable, the screen for that circuit shall be earthed at the same point as the intrinsically safe circuit which it is screening.

If an intrinsically safe circuit or sub-circuit which is isolated from earth is run in a screened cable, the screen shall be connected to the equipotential bonding system at one point.

Special cases:

- a) If there are special reasons (for example when the screen has high resistance, or where screening against inductive interference is additionally required) for the screen to have multiple electrical connections throughout its length, the arrangement of Figure 2 may be used, provided that
 - the insulated earth conductor is of robust construction (normally at least 4 mm² but 16 mm² may be more appropriate for clamp type connections);
 - the arrangement of the insulated earth conductor plus the screen are insulated to withstand a 500 V a.c. rms or 700 V d.c. as applicable insulation test from all other conductors in the cable and any cable armour;
 - the insulated earth conductor and the screen are only connected to earth at one point which shall be the same point for both the insulated earth conductor and the screen, and would normally be at the non-hazardous end of the cable;
 - the insulated earth conductor complies with 9.3.7;

- the inductance/resistance ratio (L/R) of the cable, installed together with the insulated earth conductor, shall be established and shown to conform to the requirements of 16.2.2.5.
- b) If the installation is effected and maintained in such a manner that there is a high level of assurance that potential equalization exists between each end of the circuit (i.e. between the hazardous area and the non-hazardous area), then, if desired, cable screens may be connected to earth at both ends of the cable and, if required, at any interposing points.
- c) Multiple earthing through small capacitors (for example 1 nF, 1 500 V ceramic) is acceptable provided that the total capacitance does not exceed 10 nF.



IEC 2867/13

Figure 2 – Earthing of conducting screens

16.2.2.4 Cable armour bonding

The armour shall be bonded to the equipotential bonding system via the cable entry devices or equivalent, at each end of the cable run. Where there are interposing junction boxes or other equipment, the armour will normally be similarly bonded to the equipotential bonding system at these points. In the event that armour is required not to be bonded to the equipotential bonding system at any interposing point, care shall be taken to ensure that the electrical continuity of the armour from end to end of the complete cable run is maintained.

Where bonding of the armour at a cable entry point is not practical, or where design requirements make this not permissible, care shall be taken to avoid any potential difference which may arise between the armour and the equipotential bonding system giving rise to an incendive spark. In any event, there shall be at least one electrical bonding connection of the armour to the equipotential bonding system. The cable entry device for isolating the armour from earth shall be installed in the non-hazardous area or locations requiring EPL “Gc” or “Dc”.

16.2.2.5 Installation of cables and wiring

16.2.2.5.1 General

Installations with intrinsically safe circuits shall be erected in such a way that their intrinsic safety is not adversely affected by external electric or magnetic fields such as from nearby

power lines or heavy current-carrying single core cables. This can be achieved, for example, by the use of screens and/or twisted cores or by maintaining an adequate distance from the source of the electric or magnetic field.

In addition to the cable requirements of 9.3.7, cables in both hazardous and non-hazardous areas shall be installed so as to ensure that intrinsically safe circuit cables cannot be inadvertently connected to circuit cables which are not intrinsically safe. This may be achieved by:

- a) separating the different types of circuit cables, or
- b) placing the cables so as to protect against the risk of mechanical damage (see also 9.3.7), or
- c) using cables which are armoured, metal sheathed or screened for at least one type of circuit (e.g. all circuits which are not intrinsically safe are run in armoured cable or all intrinsically safe circuits are armoured).

16.2.2.5.2 Conductors

Conductors of intrinsically safe circuits shall not be carried in the same cable as conductors of circuits which are not intrinsically safe except as permitted by 16.6.

Conductors of intrinsically safe circuits, except as permitted by 16.2.2.7, shall not be in the same bundle or duct as conductors of circuits which are not intrinsically safe unless separated by an intermediate layer of insulating material or by an earthed metal partition. No separation is required if metal sheaths or screens are used for the intrinsically safe circuits or the circuits which are not intrinsically safe.

16.2.2.5.3 Unused cores in cables

Each unused core in a cable shall either

- a) be adequately insulated from earth and from each other at both ends by the use of suitable terminations, or
- b) if other circuits in the cable have an earth connection (e.g. via the associated apparatus), be connected to the earth point used to earth any intrinsically safe circuits in the same cable, but shall be adequately insulated from earth and from each other by the use of suitable terminations at the other end.

NOTE The use of heat-shrink tubing or terminating the unused core in suitable terminals would satisfy the requirements of 16.2.2.5.3.

16.2.2.6 Marking of cables

Cables containing intrinsically safe circuits shall be marked (except as below) to identify them as being a part of an intrinsically safe circuit. If sheaths or coverings are marked by a colour, the colour used for cables containing intrinsically safe circuits shall be light blue. Where intrinsically safe circuits have been identified by the use of light blue covered cable, then light blue covered cable shall not be used for other purposes in a manner or location which could lead to confusion or detract from the effectiveness of the identification of intrinsically safe circuits.

If all intrinsically safe circuit cables or all cables of circuits which are not intrinsically safe are armoured, metal sheathed or screened, then marking of intrinsically safe circuit cables is not required.

Alternative marking measures shall be taken inside measuring and control cabinets, switchgear, distribution equipment, etc. where there is a risk of confusion between cables of intrinsically safe and non-intrinsically safe circuits, in the presence of a blue neutral conductor. Such measures include:

- combining the cores in a common light blue harness;
- labelling;
- clear arrangement and spatial separation.

16.2.2.7 Cables carrying more than one intrinsically safe circuit

The requirements of 16.2.2.7 are in addition to those of 16.2.2.1 to 16.2.2.6.

Cables may contain more than one intrinsically safe circuit. Circuits which are not intrinsically safe shall not be carried in the same cables with intrinsically safe circuits except as noted in 16.6. Intrinsically safe “ic” circuits are permitted to be run together with intrinsically safe “ia” and “ib” circuits provided they are run in a cable of Type A or Type B as specified in 16.2.2.8.

The radial thickness of the conductor insulation shall be appropriate to the conductor diameter and the nature of the insulation. The minimum radial thickness shall be at least 0,2 mm.

Cables shall be of a type with the conductor insulation capable of withstanding a dielectric test of at least

- 500 V r.m.s. a.c. or 700 V d.c. applied between any armouring and/or screen(s) joined together and all the conductors joined together;
- 1 000 V r.m.s. a.c. or 1 400 V d.c. applied between a bundle comprising one half of the cable conductors joined together and a bundle comprising the other half of the conductors joined together. This test is not applicable to cables carrying more than one intrinsically safe circuit with conducting screens for individual circuits.

The dielectric strength tests shall be carried out by a method specified in an appropriate cable standard. Where no such method is available, the tests shall be carried out in accordance with the dielectric strength tests specified in IEC 60079-11.

NOTE The above requirement can be satisfied by providing evidence of testing from the cable supplier or manufacturer, or by the installer.

16.2.2.8 Types of cables carrying more than one intrinsically safe circuit and applicable fault considerations

The faults, if any, which shall be taken into consideration in cables carrying more than one intrinsically safe circuit used in intrinsically safe electrical systems depend upon the type of cable used.

- Type A
For cables complying with the requirements of 16.2.2.7 and, in addition, with conducting screens providing individual protection for intrinsically safe circuits in order to prevent such circuits becoming connected to one another, coverage of such screens shall be at least 60 % of the surface area; no faults between circuits are taken into consideration.
- Type B
Cable which is fixed, effectively protected against damage, complying with the requirements of 16.2.2.7 and, in addition, no circuit contained within the cable has a maximum voltage U_0 exceeding 60 V; no faults between circuits are taken into consideration.
- Type C
For cables complying with the requirements of 16.2.2.7 but not the additional requirements of Type A or Type B, it is necessary for “ia” or “ib” to take into consideration up to two short-circuits between conductors and, simultaneously, up to four open circuits of conductors. In the case of identical circuits, failures need not be taken into consideration provided that each circuit passing through the cable has a safety factor for spark ignition parameters of four times that required for level of protection “ia” or “ib”.

16.2.3 Earthing of intrinsically safe circuits

Intrinsically safe circuits shall be either

- a) isolated from earth, or
- b) connected at one point to the equipotential bonding system if this exists over the whole area in which the intrinsically safe circuits are installed.

The installation method shall be chosen with regard to the functional requirements of the circuits and in accordance with the manufacturer's instructions.

More than one earth connection is permitted on a circuit, provided that the circuit is galvanically separated into sub-circuits, each of which has only one earth point.

In intrinsically safe circuits which are isolated from earth, attention shall be paid to the danger of electrostatic charging. A connection to earth across a resistance greater than 0,2 M Ω for example for the dissipation of electrostatic charges, is not deemed to be earthing.

Intrinsically safe circuits shall be earthed if this is necessary for safety reasons, for example in installations with safety barriers without galvanic isolation. They may be earthed if necessary for functional reasons, for example with welded thermocouples. If the intrinsically safe apparatus does not withstand the electrical strength test with at least 500 V a.c. r.m.s. to earth according to IEC 60079-11, a connection to earth for the equipment is to be assumed.

Where the equipment is earthed (e.g. by the method of mounting) and a bonding conductor is used between the equipment and the point of earth connection of the associated apparatus, conformity with a) or b) is not required. Such situations should receive careful consideration by a competent person so as to avoid danger from circulating fault currents. Particular care should be taken where the requirements of EPL "Ga" apparatus have to be met. If bonding conductors are employed, they should be adequate for the situation, have a copper cross-sectional area of no less than 4 mm², be permanently installed without the use of plugs and sockets, adequately mechanically protected, and have terminals which conform to the requirements of type of protection "e" with the exception of the IP rating.

In intrinsically safe circuits, the earthing terminals of safety barriers without galvanic isolation (for example Zener barriers) shall be:

- 1) connected to the equipotential bonding system by the shortest practicable route, or
- 2) for TN-S systems only, connected to a high-integrity earth point in such a way as to ensure that the impedance from the point of connection to the main power system earth point is less than 1 Ω . This may be achieved by connection to a switch-room earth bar or by the use of separate earth rods.

The conductor used shall be insulated to prevent invasion of the earth by fault currents which might flow in metallic parts with which the conductor could come into contact (for example control panel frames). Mechanical protection shall also be provided in places where the risk of damage is high.

The cross-section of the earth connection shall consist of

- at least two separate conductors each rated to carry the maximum possible current, which can continuously flow, each with a minimum of 1,5 mm² copper, or
- at least one conductor with a minimum of 4 mm² copper.

The provision of two earthing conductors should be considered to facilitate testing.

If the prospective short-circuit current of the supply system connected to the barrier input terminals is such that the earth connection is not capable of carrying such current, then the cross-sectional area shall be increased accordingly or additional conductors used.

If the earth connection is achieved via junction boxes, special care should be taken to ensure the continued integrity of the connection.

16.2.4 Verification of intrinsically safe circuits

16.2.4.1 General

Unless a certificate for the system is available defining the parameters for the complete intrinsically safe system, then the whole of 16.2.4 applies.

When installing intrinsically safe circuits, including cables, the maximum permissible capacitance and inductance, or L/R ratio and surface temperature shall not be exceeded. The permissible values shall be taken from the associated apparatus documentation or the marking plate.

The temperature classification of the equipment mounted in the hazardous area shall be determined from the label or documentation of that apparatus. The apparatus may have different classifications for different conditions of use (usually dependent on ambient temperature or input parameters U_i , I_i and P_i).

16.2.4.2 Descriptive system document

A descriptive system document shall be prepared by the system designer in which the items of electrical equipment and the electrical parameters of the system, including those of inter-connecting wiring, are specified.

The form in which information in the descriptive system document necessary to ensure safety should be kept is not stated precisely and may be covered by a number of sources such as drawings, schedules, maintenance manuals or similar documents. The documents should be prepared and maintained such that all the information relevant to a particular installation can be easily accessed.

NOTE A possible format for descriptive systems drawings and installation drawings can be found in IEC 60079-25.

16.2.4.3 Intrinsically safe circuits with only one source of power

The values of permissible input voltage U_i , input current I_i and input power P_i of each intrinsically safe apparatus shall be greater than or equal to the output voltage U_o , output current I_o and output power P_o of the source of power respectively.

The apparatus group of the intrinsically safe circuit is the same as the lowest gas grouping of any of the apparatus forming that circuit (for example a circuit with IIB and IIC apparatus will have a circuit grouping of IIB).

The level of protection of the intrinsically safe circuit is the lowest level of any of the apparatus forming that circuit (for example a circuit with “ib” and “ic” apparatus will have a level of protection “ic”).

The total inductance and capacitance of all the connected apparatus included in the system and any cable inductance and capacitance shall be less than or equal to L_o and C_o for the source of power.

Where both the total inductance and capacitance of all connected apparatus excluding the cable is greater than 1 % of L_o and C_o of the source of power respectively, then the acceptable values for L_o and C_o shall be halved and the allowable cable inductance and capacitance adjusted accordingly. Further information is provided in IEC 60079-25.

NOTE All connected apparatus includes any simple apparatus which may not have values for L_i and C_i listed by the manufacturer. The source of power could be associated apparatus or other intrinsically safe apparatus.

As an alternative to assessment using the value of L_0 the L_0/R_0 ratio of the source of power may be used except where the total inductance of all connected apparatus is greater than 1 % of L_0 . Where the total inductance of all connected apparatus is greater than 1 % of L_0 the permitted L/R ratio of the cable must be recalculated in accordance with IEC 60079-25.

Once the limiting L/R ratio is established the L/R ratio of the cable shall be less than the limiting ratio and the value of C_0 still applies to the connected apparatus and the cable.

Where the documentation of the source of power does not include a value for L_0/R_0 , assessment of the cable for the L/R ratio cannot be used.

Guidance on the determination of cable parameters is given in 16.2.2.2.

16.2.4.4 Intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus

If the intrinsically safe circuit contains more than one associated apparatus or if two or more intrinsically safe circuits are interconnected, the intrinsic safety of the whole system shall be checked by means of theoretical calculations or a spark ignition test in accordance with IEC 60079-11 and IEC 60079-25. The apparatus group, temperature class and the level of protection shall be determined.

Account shall be taken of the risk of feeding back voltages and currents into associated apparatus from the rest of the circuit. The rating of voltage and current-limiting elements within each associated apparatus shall not be exceeded by the appropriate combination of U_0 and I_0 of the other associated apparatus.

NOTE 1 For associated apparatus with linear current/voltage characteristics, the basis of calculation is given in Annex I. For associated apparatus with non-linear current/voltage characteristics, the guidance for interconnection of non-linear and linear intrinsically safe circuits in IEC 60079-25 can be used and/or expert advice sought.

NOTE 2 If the internal resistances $R_i = U_0/I_0$ of the associated apparatus are known for intrinsically safe circuits under consideration (linear characteristics according to IEC 60079-25), then the method given for the assessment of circuits with more than one source of power in IEC 60079-25 can be used as an alternative.

16.3 Installations to meet the requirements of EPL “Ga” or “Da”

Intrinsically safe circuits shall be installed in accordance with 16.2 except where modified by the following special requirements.

In installations with intrinsically safe circuits for locations requiring EPL “Ga”, the intrinsically safe apparatus and the associated apparatus shall comply with IEC 60079-11, level of protection “ia”. The circuit (including all simple apparatus, intrinsically safe apparatus, associated apparatus and the maximum allowable electrical parameters of inter-connecting cables) shall be of level of protection “ia”.

In installations to meet the requirements of EPL “Da”, the intrinsically safe apparatus and the intrinsically safe parts of associated apparatus shall comply with IEC 60079-11, for Group III at least to level of protection “ia”.

Associated apparatus with galvanic isolation between the intrinsically safe and non-intrinsically safe circuits is preferred.

Since only one fault in the equipotential bonding system, in some cases, could cause an ignition hazard, associated apparatus without galvanic isolation shall be used only if the earthing arrangements are in accordance with item 2) of 16.2.3 and any mains-powered equipment connected to the safe area terminals are isolated from the mains by a double wound transformer; the primary winding of the transformer shall be protected by an appropriately rated fuse of adequate breaking capacity.

If the intrinsically safe circuit is divided into sub-circuits, the locations requiring EPL “Ga” sub-circuit(s) including the galvanically isolating elements shall be level of protection “ia” but sub-circuits not in locations requiring EPL “Ga” need only be level of protection “ib” or “ic”.

NOTE 1 Galvanic isolation can be achieved via the associated apparatus or via galvanically isolating apparatus within an intrinsically safe circuit in EPL “Gb”, “Db”, “Gc”, “Dc” or non-hazardous locations.

If earthing of the circuit is required for functional reasons, the earth connection shall be made outside the locations requiring EPL “Ga” or “Da”, but as close as is reasonably practicable to the EPL “Ga” or “Da” equipment.

If earthing of the circuit is inherent in the circuit operation, as for example with a grounded tip thermocouple or a conductivity probe, this should be the only connection to earth, unless it can be demonstrated that no fault condition can arise as a result of the presence of more than one earth connection.

If part of an intrinsically safe circuit is installed in locations requiring EPL “Ga” or “Da” such that the apparatus and the associated apparatus are at risk of developing hazardous potential differences within the locations requiring EPL “Ga” or “Da”, e.g. through the presence of atmospheric electricity, a surge protection device shall be installed between each non-earth bonded core of the cable and the local structure as near as is reasonably practicable, preferably within 1 m, to the entrance to the locations requiring EPL “Ga” or “Da”. Examples of such locations are flammable liquid storage tanks, effluent treatment plants and distillation columns in petrochemical works. A high risk of potential difference is generally associated with a distributed plant and/or exposed equipment location, and the risk is not alleviated simply by using underground cables or tank installation.

The surge protection device shall be capable of diverting a minimum peak discharge current of 10 kA (8/20 μ s impulse according to IEC 60060-1, ten operations). The connection between the protection device and the local structure shall have a minimum cross-sectional area equivalent to 4 mm² copper.

The spark-over voltage of the surge protection device shall be determined by the user and an expert for the specific installation.

The use of one or more low voltage surge protection devices in an intrinsically safe circuit modifies the way in which that circuit is considered to be earthed. This shall be taken into account in the design of the intrinsically safe system.

NOTE 2 Further guidance on the use of surge protection devices is given in IEC 60079-25.

The cable between the intrinsically safe apparatus in the locations requiring EPL “Ga” or EPL “Da” and the surge protection device shall be installed such that it is protected from lightning.

16.4 Simple apparatus

Simple apparatus is independent of the equipment protection level. Simple apparatus shall be clearly identifiable by durable labelling.

Labelling for simple apparatus may be by any party, including the manufacturer or installer, and may be by any designation marking or code preferred for the installation such that it is clearly identifiable as simple apparatus.

Additional information to assist in the identification of the simple apparatus such as a reference to the instrument loop number may also be marked.

Simple apparatus is defined in 3.5.5 and includes:

- a) passive components, e.g. switches, junction boxes, resistors and simple semi-conductor devices;
- b) sources of stored energy consisting of single components in simple circuits with well-defined parameters, e.g. capacitors or inductors, whose values are considered when determining the overall safety of the system;
- c) sources of generated energy, e.g. thermocouples and photocells, which do not generate more than 1,5 V, 100 mA and 25 mW.

Simple apparatus shall also conform to the relevant requirements of IEC 60079-11.

NOTE 1 IEC 60079-11 excludes normal marking for explosion protected equipment in the case of simple apparatus.

For simple apparatus the maximum temperature can be determined from the values of P_o of the source of power to obtain the temperature class.

The maximum surface temperature shall be calculated in accordance with:

$$T = P_o R_{th} + T_{amb}$$

where

T is the surface temperature;

P_o is the power marked on the associated apparatus;

R_{th} is the surface temperature rise (K/W) (as specified by the component manufacturer for the applicable mounting conditions);

T_{amb} is the ambient temperature at the point of installation for the simple apparatus e.g. for a temperature sensor;

Simple apparatus with a total surface area above 20 mm² may be assigned a temperature class T4 if the maximum power supplied to it does not exceed the values given in Table 15 for the different ambient temperatures.

**Table 15 – Variation in maximum power dissipation
with ambient temperature for Equipment Group II**

Maximum ambient temperature	°C	40	50	60	70	80
Maximum power dissipation	W	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0

Small components may also be assigned a temperature class T4 or T5 according to the following limitations:

- a) Components with a surface area smaller than 20 mm² (excluding lead wires) may be classified as T4 if their surface temperature does not exceed 275 °C.
- b) Components with a surface area greater than 20 mm² but less than 1 000 mm² (excluding lead wires) may be classified as T4 if their surface temperature does not exceed 200 °C.
- c) Components with a surface area smaller than 1 000 mm² (excluding lead wires) may be classified as T5 if their surface temperature does not exceed 150 °C.

NOTE 2 Adjustment of the maximum power limitations for simple apparatus cannot be applied for Group III.

Where it is necessary that the simple apparatus maintains the integrity of the isolation from earth of the intrinsically safe circuit, it shall be capable of withstanding a test voltage to earth of 500 V a.c. rms, or 700 V d.c., or twice the voltage of the intrinsically safe circuit whichever is greater.

Terminals shall be separated by a distance of at least 50 mm from non intrinsically safe terminals or connections or provided with other means of separation in accordance with IEC 60079-11.

Simple apparatus should not interconnect intrinsically safe circuits unless specifically permitted by the documentation.

NOTE 3 The requirements for isolation and separation of terminals are derived from IEC 60079-11.

Terminal boxes and switches in intrinsically safe circuits can be assumed to have a temperature rise of less than 40 K and can thus have a temperature classification of T6 at ambient temperature not exceeding 40 °C, T5 at an ambient temperature not exceeding 55 °C or T4 at an ambient temperature not exceeding 80 °C.

16.5 Terminal boxes

16.5.1 General

Where the ingress of moisture or dust or access to conducting parts can impair the properties of separate intrinsically safe circuits or lead to an un-assessed combination of intrinsically safe circuits, these circuits shall be installed such that this segregation is not impaired. Alternative methods of mounting may be used if they offer similar integrity against interference and damage.

The terminal box used shall be suitable for the environment in which it is installed e.g. usually an enclosure of at least IP54 is desirable. Cable entry devices shall maintain the degree of protection of the enclosure.

The segregation between the intrinsically safe wiring terminals shall be at least 3 mm from earthed parts.

The terminal boxes should be marked with “WARNING – Intrinsically safe circuits” or technically equivalent text.

NOTE The use of an increased safety enclosure with suitably rated increased safety terminals will satisfy the requirements of 16.5.2 and 16.5.3.

16.5.2 Terminal boxes with only one intrinsically safe circuit

There are no additional requirements for one intrinsically safe circuit.

16.5.3 Terminal boxes with more than one intrinsically safe circuit

Except where an assessment of the combination proves that the intrinsic safety of a combination of intrinsically safe circuits is not impaired, in order to maintain the requirements for intrinsic safety, terminal boxes shall comply with the following minimum requirements:

- In addition to the enclosure requirements of 16.5.1 the enclosure shall meet the requirements as given in IEC 60079-0 for non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures, metallic enclosures and metallic parts of enclosures as appropriate.

NOTE The requirements of IEC 60079-0 for non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures include a consideration of, for example: impact resistance, resistance to light, and artificial ageing. The requirements of IEC 60079-0 for metallic enclosures and metallic parts of enclosures include a consideration of for example: impact resistance, and the amount of light metal used in alloys.

- The clearance distance between bare conducting parts of connection facilities shall be at least 6 mm between the separate intrinsically safe circuits.

16.5.4 Terminal boxes with non-intrinsically safe and intrinsically safe circuits

In addition to the requirements of 16.5.3 terminal boxes which contain both intrinsically and non-intrinsically safe circuits shall comply with the following minimum requirements:

- a) Where the terminal box is located in a hazardous area, the enclosure and any non-intrinsically safe items shall fully comply with an appropriate explosion-protection technique
- b) The clearance distance between bare conducting parts of intrinsically safe circuits and non-intrinsically safe circuits shall be at least 50 mm or as defined in IEC 60079-11.
- c) The covers of the enclosure permitting access to energized non-intrinsically-safe circuits shall have a label per item “WARNING – DO NOT OPEN WHEN ENERGIZED”; or
- d) All bare live parts not protected by the type of protection “i” shall have a separate internal cover providing at least the degree of protection IP30 when the enclosure of the apparatus is open. Additionally a label shall be provided on the internal cover stating “WARNING – NON-INTRINSICALLY SAFE CIRCUITS PROTECTED BY INTERNAL IP30 COVER”.

NOTE The purpose of the internal cover, when fitted, is to provide a minimum acceptable degree of protection against the access to energized non-intrinsically-safe circuits when the enclosure is opened for short periods to permit live maintenance of intrinsically-safe circuits. The cover is not intended to provide protection from electrical shock.

The terminals of the intrinsically safe circuits shall be marked for clear identification to differentiate them from the terminals of non-intrinsically safe circuits.

This marking may be by the use of colour, in which case it shall be light blue.

16.5.5 Plugs and sockets used for external connections

Plugs and sockets used for the connection of external intrinsically safe circuits shall be separate from, and non-interchangeable with, those of circuits which are not intrinsically safe. Where the equipment is fitted with more than one plug and socket for external connections and interchange could adversely affect the type of protection, such plugs and sockets shall either be arranged so that interchange is not possible, e.g. by keying, or mating plugs and sockets shall be identified, e.g. by marking or colour coding, to make interchange obvious.

Where a connector carries earthed circuits and the type of protection depends on the earth connection, then the connector should be constructed in accordance with the requirements given in IEC 60079-11 relating to earth conductors, connections and terminals.

16.6 Special applications

For some special applications, such as the monitoring of power cables, circuits using the principles of intrinsic safety are included in the same cable as power circuits. Such installations require a specific analysis of the risks involved.

For special applications, intrinsically safe circuits are permitted in the same plug and socket assembly as circuits which are not intrinsically safe, provided that it meets the requirements of IEC 60079-11 and the part of IEC 60079 appropriate to the type of protection used to protect the non-intrinsically safe circuits and that intrinsic safety is not required when the other circuits are energized.

17 Additional requirements for pressurized enclosures

17.1 General

Only Ex “p” equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex “p” enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, shall not be installed in the hazardous area.

Furthermore, uncertified enclosures (industrial enclosures) used together with a certified control/purging device shall not be installed. It is always required that the complete unit and control/purging device and associated device are certified as a unit.

Pressurised enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with an “U”, shall not be installed in the hazardous area unless they are part of an assembly of components (now being referred to as an equipment) when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

17.2 Type of protection “p”

17.2.1 General

Unless it has been assessed as a whole, the complete installation shall be checked for compliance with the requirements of the documentation and this standard.

The required type of protection “pxb”, “pyb” or “pzc” is determined by the EPL requirements for the location and by whether the enclosure contains equipment not meeting “Gc” in accordance with Table 16.

**Table 16 – Determination of type of protection
(with no flammable release within the enclosure)**

EPL	Enclosure contains equipment not meeting EPL “Gc” requirements	Enclosure contains equipment meeting EPL “Gc” requirements
“Gb”	Type “pxb”	Type “pyb”
“Gc”	Type “pxb” or “pzc”	No pressurization required
IEC 60079-2 requires that equipment of type of protection “py” will only contain equipment of type of protection “d”, “e”, “i”, “m”, “nA”, “nC”, “o” or “q”.		

17.2.2 Ducting

All ducts and their connecting parts shall be able to withstand a pressure equal to:

- 1,5 times the maximum overpressure, specified by the manufacturer of the pressurized equipment, for normal operation, or
- the maximum overpressure that the pressurizing source can achieve with all the outlets closed where the pressurizing source (for example a fan) is specified by the manufacturer of the pressurized equipment,

with a minimum of 200 Pa (2 mbar).

The materials used for the ducts and connecting parts shall not be adversely affected by the specified protective gas nor by the flammable gas or vapours in which they are to be used.

The points at which the protective gas enters the supply duct(s) shall be situated in a non-hazardous area, except for cylinder supplied protective gas.

Ducting should be located in a non-hazardous area as far as is reasonably practicable. If ducting passes through a hazardous area and the protective gas is at a pressure below atmospheric then the ducting shall be free from leaks.

Ducts for exhausting the protective gas should preferably have their outlets in a non-hazardous area. Consideration shall otherwise be given to the fitting of spark and particle barriers (i.e. devices to guard against the ejection of ignition-capable sparks or particles) as shown in Table 17.

NOTE During the purge period a small hazardous area could exist at the duct outlet.

Table 17 – Use of spark and particle barriers

EPL requirements for the location of exhaust duct outlet	Equipment	
	A	B
“Gb”	Required ^a	Required ^a
“Gc”	Required	Not required
A: Equipment which may produce ignition-capable sparks or particles in normal operation.		
B: Equipment which does not produce ignition-capable sparks or particles in normal operation.		
^a If the temperature of the enclosed equipment constitutes a hazard upon failure of pressurization, a suitable device shall be fitted to prevent the rapid entry of the surrounding atmosphere into the pressurized enclosure.		

Pressurizing equipment, such as an inlet fan or compressor, which is used to supply protective gas should preferably be installed in a non-hazardous area. Where the drive motor and/or its control equipment are located within the supply ducting, or where the installation in a hazardous area cannot be avoided, the pressurizing equipment shall be suitably protected.

17.2.3 Action to be taken on failure of pressurization

17.2.3.1 General

Pressurization control systems are sometimes fitted with override devices or “maintenance switches” which are intended to allow the pressurized enclosure to remain energized in the absence of pressurization, e.g. when the enclosure door has been opened.

Such devices shall be used in a hazardous area only if the specific location has been assessed to ensure that potentially flammable gas or vapour is absent during the period of use (“gas-free” situation). The enclosure should be de-energized at once if flammable gases are detected while operating under these conditions and re-purged before it is put back into service.

It is only necessary to re-purge the enclosure after pressurization has been re-established if flammable gas was detected in the area while the manual override was in operation.

17.2.3.2 Equipment without an internal source of release

17.2.3.2.1 General

An installation comprising electrical equipment without an internal source of release shall comply with Table 18 when the pressurization with the protective gas fails.

Pressurized enclosures protected by static pressurization should be moved to a non-hazardous area for refilling if pressurization is lost.

If static pressurization is applied, the pressure monitoring devices shall lock out if pressure is lost and shall only be reset after pressure has been restored following refilling.

Table 18 – Summary of protection requirements for enclosures without an internal source of release

EPL requirement	Enclosure contains equipment not meeting EPL “Gc” requirements without pressurization	Enclosure contains equipment meeting EPL “Gc” requirements without pressurization
“Gb”	Alarm and switch-off ^a (Apply 17.2.3.2.2 and 17.2.3.2.3)	Alarm ^b (Apply 17.2.3.2.3)
“Gc”	Alarm ^b (Apply 17.2.3.2.3)	No pressurisation required
Restoration of pressurization should be completed as soon as possible, but in any case within 24 h. During the time that the pressurization is inoperative, action should be taken to avoid the entry of flammable material into the enclosure. Provided that pressurized equipment is switched off automatically upon pressurization failure, an additional alarm may not be necessary for safety, even in locations requiring EPL “Gb”. If power is not switched off automatically, e.g. in a locations requiring EPL “Gc”, an alarm is the minimum action that is recommended if combined with immediate action by the operator to restore the pressurization or switch off the equipment. Equipment within the pressurized enclosure suitable for the EPL requirements of the external location need not be switched off when pressure fails. However, care should be taken to ensure that there is no trapped flammable material inside the enclosed equipment which may leak out into the larger pressurized enclosure where work involving the creation of ignition capable sparks may occur. a If automatic switch-off would introduce a more dangerous condition, other precautionary measures should be taken, for example duplication of protective gas supply. b If the alarm operates, immediate action should be taken, for example to restore the integrity of the system.		

17.2.3.2.2 Automatic switch-off

An automatic device shall be provided to switch off the electrical supply to the equipment when the overpressure and/or protective gas flow falls below the minimum prescribed value.

In addition, an audible or visible alarm may be necessary. When such switching off might jeopardize the safety of the installation and safety is otherwise ensured, a continuous audible or visible alarm shall be provided until pressurization is restored or other appropriate measures are taken, including switching off with a known delay.

If automatic switch-off would introduce a more dangerous condition, other precautionary measures should be taken, for example duplication of protective gas supply.

Equipment within the pressurized enclosure suitable for the EPL requirements of the external location need not be switched off when pressure fails. However, care should be taken to ensure that there is no trapped flammable material inside the enclosed equipment, which may leak out into the larger pressurized enclosure where work involving the creation of ignition capable sparks may occur.

17.2.3.2.3 Alarm

If the internal pressure or flow of protective gas falls below the minimum prescribed value, a signal that is immediately apparent to the operator shall indicate the loss of pressure. The pressurization system shall be restored as soon as possible, or else the electrical supply shall be switched off manually.

17.2.3.3 Equipment with an internal source of release

Equipment with an internal source of release shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

In particular, any containment system safety devices that are required for safety but which were not actually supplied with the equipment, e.g. sample flow limiters, pressure regulators or in-line flame arrestors, should be fitted by the user.

Where the pressurized enclosure has an internal containment system that allows process fluids or gases to be taken into the enclosure, the likelihood and effect of the pressurizing gas leaking into the process system should be considered. For example, if a low-pressure process gas in a containment system is at a lower pressure than the pressurizing air, any leakage path into the containment system will allow air into the process and produce a potentially adverse or dangerous effect on the process.

In the event of failure of the protective gas, an alarm shall be given and corrective action taken to maintain the safety of the system.

The action to be taken on pressure or flow failure should be decided by the user, taking into account at least the following considerations:

- a) the manufacturer's recommendations;
- b) the nature of the release from the containment system (e.g. "none", "limited" or "unlimited");
- c) the constituents of the internal release, e.g. liquid or gas, and their flammability limits;
- d) whether or not the flammable substance supply is automatically shut off upon pressure/flow failure;
- e) the nature of the equipment inside the enclosure, e.g. incandescence, suitable for locations requiring EPL "Gb" or "Gc", and its proximity to the source of release;
- f) the external EPL requirements, e.g. "Gb" or "Gc";
- g) the type of protective gas used, e.g. air or inert gas. In the latter case, the enclosure should always be re-purged after pressure has been lost to restore the high concentration of inert gas (and low concentration of oxygen) required to provide adequate protection;
- h) the consequences of unannounced automatic shutdown of the equipment.

Where the sample gas has a high upper explosive limit (UEL) e.g. > 80 %, or where the gas is capable of reacting exothermically even in the absence of air, e.g. ethylene oxide, it is not possible to protect the enclosure with inert gas using "leakage compensation" techniques. The use of the "continuous flow" technique with air or inert gas is suitable if the flow rate is high enough to dilute the release to a concentration below 25 % of the lower explosive limit (LEL), or to a level below which decomposition cannot take place.

17.2.4 Multiple pressurized enclosures with a common safety device

When a source of protective gas is common to separate enclosures, the protective measures may be common to several, provided that the resulting protection takes account of the most unfavourable conditions in the whole assembly.

If the protective devices are common, the opening of a door or cover need not switch off the electrical supply to the whole assembly or initiate the alarm provided that

- the said opening is preceded by switching off the electrical supply to that particular equipment, except to such parts as are protected by a suitable type of protection,
- the common protective device continues to monitor the pressure in all the other enclosures of the group.

17.2.5 Purging

The minimum purge time, specified by the manufacturer, for the pressurized enclosure shall be increased by the minimum additional purging duration per unit volume of ducting, specified by the manufacturer, multiplied by the volume of the ducting.

If the concentration in the atmosphere within the enclosure and the associated ducting, for locations requiring EPL “Gc”, is well below the lower flammable limit (for example 25 % LEL) purging may be omitted. Additionally, gas detectors may be used to check whether the gas in the pressurized enclosure is flammable.

17.2.6 Protective gas

The protective gas used for purging, pressurization and continuous dilution shall be non-combustible and non-toxic. It shall also be substantially free from moisture, oil, dust, fibres, chemicals, combustibles and other contaminating material that may be dangerous or affect the satisfactory operation and integrity of the equipment. It will usually be air, although an inert gas may be used, particularly when there is an internal source of release of flammable material. The protective gas shall not contain more oxygen by volume than that normally present in air.

Where air is used as the protective gas, the source shall be located in a non-hazardous area and usually in such a position as to reduce the risk of contamination. Consideration shall be given to the effect of nearby structures on air movement and of changes in the prevailing wind direction and velocity.

Care should be taken to keep the temperature of the protective gas below 40 °C at the inlet of the enclosure. In special circumstances, a higher temperature may be permitted or a lower temperature may be required, in which case the temperature shall be marked on the pressurized enclosure.

Where inert gas is used, particularly in large enclosures, measures shall be taken to prevent the danger of suffocation. Pressurized enclosures using inert gas as the protective gas should be marked to indicate the hazards, for example:

“WARNING – THIS ENCLOSURE CONTAINS INERT GAS AND THERE MAY BE A DANGER OF SUFFOCATION. THIS ENCLOSURE ALSO CONTAINS A FLAMMABLE SUBSTANCE THAT MAY BE WITHIN THE FLAMMABLE LIMITS WHEN EXPOSED TO AIR”

17.3 Type of protection “pD”

17.3.1 Sources of protective gas

In certain circumstances, such as where it is necessary to maintain operation of equipment, it may be advisable to provide two sources of protective gas so that the alternative source may take over in the event of failure of the primary source. Each source shall be capable of maintaining, independently, the required level of pressure or rate of supply of protective gas.

If any of the equipment inside the enclosure is not suitable for a dust atmosphere, upon loss of pressure, the requirements of Table 19 shall be implemented.

Table 19 – Summary of protection requirements for enclosures

EPL	Type of equipment in the enclosure	
	Ignition capable equipment	Equipment with no sources of ignition in normal operation
Db	Automatic switch-off (Apply 17.3.2)	Alarm (Apply 17.3.3)
Dc	Alarm (Apply 17.3.3)	No pressurization required

17.3.2 Automatic switch-off

An automatic device shall be provided to switch off the electrical supply to the equipment and initiate an audible or visible alarm when the overpressure and/or protective gas flow falls below the minimum prescribed value. When such switching off might jeopardize the safety of the installation and safety is otherwise ensured, a continuous audible or visible alarm shall be provided until pressurization is restored or other appropriate measures are taken, including switching off with a known delay.

17.3.3 Alarm

If the internal pressure or flow of protective gas falls below the minimum prescribed value, a signal which is immediately apparent to the operator shall indicate the loss of pressure. The pressurization system shall be restored as soon as possible, or else the electrical supply shall be switched off manually.

17.3.4 Common source of protective gas

When a source of protective gas is common to separate enclosures, the protective measures may be common to several, provided that the resulting protection takes account of the most unfavourable conditions in the whole assembly.

If the protective devices are common, the opening of a door or cover need not switch off the electrical supply to the whole assembly or initiate the alarm provided that

- the said opening is preceded by switching off the electrical supply to that particular equipment, except to such parts as are protected by a suitable type of protection,
- the common protective device continues to monitor the pressure in all the other enclosures of the group, and
- the subsequent switching on of the electrical supply to that particular equipment is preceded by the applicable cleaning procedure.

17.3.5 Switching on electrical supply

The purging of pressurised enclosure for dust is not permitted. Before switching on the electrical supply to the equipment on start-up or after shutdown, it shall be verified that dust has not penetrated the enclosure or associated ducts in such a concentration that is likely to create a potential dust hazard. It shall be taken into account in making such an assessment:

- 1) the need for a substantial safety margin, and
- 2) the level of concentration in air of the applicable explosive dust required for a hazard to exist, and, if applicable,
- 3) the thickness of dust layers where there is a potential for combustion to occur due to heating.

Doors and covers which can be opened without the use of tools shall be interlocked so that automatically on opening the electrical supply is switched off from all parts not otherwise protected. The supply shall be prevented from being switched on again until the doors and covers have been re-closed.

17.4 Rooms for explosive gas atmosphere

17.4.1 Pressurized rooms

The term “room” applies equally to a single room, multiple rooms or to a building, which allows for full bodily personnel access. Types of protection “px”, “py”, “pz”, “pxb”, “pyb”, “pzc”, and “pv” are included (see also IEC 60079-13).

Types of protection “px” and “pxb” allow for “Gb” or “Db” equipment protection level (EPL) within the pressurized room to be reduced to permit the use of non-explosion protected

equipment by maintaining an internal overpressure and diluting when there is an internal source of release. This permits unprotected equipment to be installed within the pressurized room except for pressurization defined safety devices.

NOTE Because types of protection “px” and “pxb” reduce the EPL to none (a non-defined EPL) there are more onerous requirements concerning its application with respect to interlocks, alarms, etc.

Types of protection “py” and “pyb” allow for “Gb” equipment protection level (EPL) within the pressurized room to be reduced to “Gc” by maintaining an internal overpressure and diluting when there is an internal source of release. This permits EPL “Gc” equipment to be installed within the pressurized room except for pressurization defined safety devices.

Types of protection “pz” and “pzc” allow for “Gc” or “Dc” equipment protection level (EPL) within the pressurized room to be reduced to permit the use of non-explosion protected equipment by maintaining an internal overpressure and diluting when there is an internal source of release. This permits unprotected equipment to be installed within the pressurized room except for pressurization defined safety devices.

Type of protection “pv” is in essence protection by dilution, and allows for the required “Gb” or “Gc” equipment protection level (EPL) within the pressurized room to be reduced to permit the use of non-explosion protected equipment where there is only an internal source of release and the pressurized room is located in a non-hazardous area.

17.4.2 Analyser houses

Requirements for electrical installations in analyser houses are given in IEC/TR 60079-16 and IEC 61285.

18 Additional requirements for type of protection “n”

18.1 General

Only Ex “n” equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex “n” enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, shall not be installed in the hazardous area unless they are part of an assembly of components (now being referred to as an equipment), when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

Type of protection “n” is divided into 3 sub-types:

“nA” non-sparking equipment;

“nC” sparking equipment in which the contacts are suitably protected other than by a restricted-breathing enclosure or energy limitation;

“nR” restricted breathing enclosures.

NOTE For “nL” see Clause 16.

18.2 “nR” equipment

“nR” equipment shall be installed in a way that allows easy access to any test port.

Equipment should be provided with a test port to enable testing of restricted breathing properties to be carried out after installation and during maintenance. See also information given in IEC 60079-15.

NOTE Test port exemptions for some types of luminaires are given in IEC 60079-15.

The installation instructions provided with the equipment containing information on the selection of either cable glands and cables or conduit entry devices should be observed.

The effects of the sun's direct heating and other sources of heating or cooling on the enclosure should be taken into account.

The use of a restricted-breathing enclosure to protect against ignition from sparking contacts is not advisable where, because of high internal air temperatures, there is an increased risk of drawing the explosive atmosphere into the enclosure when the equipment is de-energized. Duty cycle of this type of equipment should also be considered because of the increased probability that the equipment might be de-energized when flammable gas or vapour surrounds the enclosure.

18.3 Combinations of terminals and conductors for general connection and junction boxes

Care shall be taken to ensure that the heat dissipated within the enclosure does not result in temperatures in excess of the required equipment temperature class. This can be achieved by:

- a) following the guidance given by the manufacturer relating to the permissible number of terminals, the conductor size and the maximum current, or
- b) checking that the calculated dissipated power, using parameters specified by the manufacturer, is less than the rated maximum dissipated power.

The length of the conductors inside the enclosure should not exceed the diagonal length of the enclosure as this is the basis of calculations and type tests. Additional lengths of the conductors inside the enclosure running at maximum permitted current may give rise to increased internal temperature that may exceed the temperature class.

Bunching of more than 6 conductors may also give rise to high temperatures that may exceed T6 and/or damage the conductor insulation and should be avoided.

18.4 Conductor terminations

Some terminals e.g. slot types, may permit the entry of more than one conductor. Where more than one conductor is connected to the same terminal, care shall be taken to ensure that each conductor is adequately clamped.

Unless permitted by the manufacturer's documentation, two conductors of different cross-sections shall not be connected into one terminal unless they are first secured with a single compression type ferrule or other method specified by the manufacturer.

To avoid the risk of short-circuits between adjacent conductors in terminal blocks, the insulation of each conductor shall be maintained up to the metal of the terminal.

Where single screw saddle clamps are used with a single conductor, the latter should be shaped around the screw in the form of a "U" unless clamping of single conductors without "U" is permitted in the documentation supplied with the equipment.

19 Additional requirements for type of protection "o" – Oil immersion

19.1 General

Only Ex "o" equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex "o" enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with a "U", shall not be installed in the hazardous area unless part of an assembly of components

(now being referred to as an equipment) when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

Oil immersed equipment shall be installed in accordance with the manufacturer’s documentation.

NOTE Further installation details will be included in the next edition of IEC 60079-6 for transfer to the next edition of IEC 60079-14.

19.2 External connections

The external (field wiring) connections shall be protected with a type of protection meeting the EPL requirements of the location.

20 Additional requirements for type of protection “q” – Powder filling

Only Ex “q” equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex “q” enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, shall not be installed in the hazardous area unless part of an assembly of components (now being referred to as an equipment) when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

Powder filled equipment shall be installed in accordance with the manufacturer’s documentation.

21 Additional requirements for type of protection “m” – Encapsulation

Only Ex “m” equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex “m” enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, shall not be installed in the hazardous area unless part of an assembly of components (now being referred to as an equipment) when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

Encapsulated equipment shall be installed in accordance with the manufacturer’s documentation.

22 Additional requirements for type of protection “op” – Optical radiation

Only Ex “op” equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex “op” devices and components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, shall not be installed in the hazardous area unless part of an assembly of components (now being referred to as an equipment) when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

Equipment with optical radiation shall be installed in accordance with the manufacturer’s documentation and Annex K.

23 Additional requirements for type of protection “t” – Protection by enclosure

Only Ex “t” equipment having a complete certificate shall be installed.

Ex “t” enclosures and components having only a component certificate, i.e. marked with a “U”, shall not be installed in the hazardous area unless part of an assembly of components (now being referred to as an equipment) when the components in the equipment are permitted by a full Ex certificate which may contain an “X” and the equipment label carries full Ex marking including temperature class.

Equipment type of protection “t” shall be installed in accordance with the manufacturer’s documentation and Annex L.

Annex A (normative)

Knowledge, skills and competencies of responsible persons, operatives/technicians and designers

A.1 Scope

Annex A specifies the knowledge, skills and competencies of persons referred to in this standard.

A.2 Knowledge and skills

A.2.1 Responsible persons

Responsible persons who are responsible for the processes involved in the design, selection and erection of explosion protected equipment shall possess, at least, the following:

- a) general understanding of relevant electrical engineering;
- b) understanding and ability to read and assess engineering drawings;
- c) practical understanding of explosion protection principles and techniques;
- d) working knowledge and understanding of relevant standards in explosion protection;
- e) basic knowledge of quality assurance, including the principles of auditing, documentation, traceability of measurement and instrument calibration.

Such persons shall confine their involvement to the management of competent operatives conducting selection and erection duties and not engage themselves directly in the work without ensuring their practical skills at least meet the requirements given in A.2.2.

A.2.2 Operatives/technicians (selection and erection)

Operatives/technicians shall possess, to the extent necessary to perform their tasks, the following:

- a) understanding of the general principles of explosion protection;
- b) understanding of the general principles of types of protection and marking;
- c) understanding of those aspects of equipment design which affect the protection concept;
- d) understanding of content of certificates and relevant parts of this standard;
- e) general understanding of inspection and maintenance requirements of IEC 60079-17;
- f) familiarity with the particular techniques to be employed in the selection and erection of equipment referred to in this standard;
- g) understanding of the additional importance of permit to work systems and safe isolation in relation to explosion protection.

A.2.3 Designers (design and selection)

Designers shall possess, to the extent necessary to perform their tasks, the following:

- a) detailed knowledge of the general principles of explosion protection;
- b) detailed knowledge of the general principles of types of protection and marking;
- c) detailed knowledge of those aspects of equipment design which affect the protection concept;

- d) detailed knowledge of content of certificates and relevant parts of this standard;
- e) understanding of practical skills for the preparation and installation of relevant concepts of protection;
- f) detailed knowledge of the additional importance of permit to work systems and safe isolation in relation to explosion protection;
- g) detailed knowledge of the particular techniques to be employed in the selection and erection of equipment referred to in this standard;
- h) general understanding of inspection and maintenance requirements of IEC 60079-17.

A.3 Competencies

A.3.1 General

Competencies shall apply to each of the explosion protection techniques for which the person is involved. For example: it is possible for a person to be competent in the field of selection and erection of Ex “i” equipment only and not be fully competent in the selection and erection of Ex “d” switchgear or Ex “e” motors. In such cases, the person's management shall define this in their documentation system.

A.3.2 Responsible persons

Responsible persons shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in A.2.1 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

A.3.3 Operatives/technicians

Operatives/technicians shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in A.2.2 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

They shall also be able to demonstrate their competency with documentary evidence in the:

- a) use of documentation in 4.2;
- b) production of reports, e.g. inspection reports, to the user as identified in 4.2;
- c) practical skills necessary for the preparation and installation of relevant concepts of protection;
- d) use and production of installation records as identified in 4.2.

A.3.4 Designers

Designers shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in A.2.3 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

They shall also be able to demonstrate their competency with documentary evidence in the:

- a) production of documentation specified in 4.2;
- b) production of designers certificates to the user as identified in 4.2;
- c) practical skills necessary for the preparation and compilation of relevant design details for the concepts of protection and systems involved;
- d) updated and production of installation records as identified in 4.2.

A.4 Assessment

The competency of responsible persons, operatives and designers shall be verified and attributed, at intervals relevant to national regulations or standards or user requirements, on the basis of sufficient evidence that the person:

- a) has the necessary skills required for the scope of work;
- b) can act competently across the specified range of activities; and
- c) has the relevant knowledge and understanding underpinning competency.

Annex B

(informative)

Safe work procedure guidelines for explosive gas atmospheres

A safe work procedure can be implemented to permit ignition sources to be used in a hazardous area under prescribed conditions.

A safe work permit can be issued when a specific location has been assessed to ensure that gas or vapour is not present and is not expected to be present, in quantities which may give rise to flammable concentrations, during a specified period. The permit may prescribe continuous or periodic gas monitoring and/or detailed actions to be taken in the event of a release.

Considerations for the issue of a safe work permit may include:

- a) specifying the start date/time of the permit,
- b) defining the location of the activity,
- c) specifying the nature of the permitted activity (e.g. Diesel generator, drilling),
- d) taking and possible recording measurements to confirm the absence of an ignitable concentration of any flammable gas or vapour,
- e) specifying sampling requirements to confirm the continued absence of a flammable gas or vapour,
- f) control of possible flammable gas or liquid sources,
- g) specifying contingency plans for emergencies,
- h) specifying the expiry date/time of the permit.

NOTE Important aspects associated with documentation, training, controls, and use required for an effective application of a safe work permit are beyond the scope of this standard.

Annex C (normative)

Initial inspection – Equipment-specific inspection schedules

NOTE Inspection schedules are derived from IEC 60079-17 for detailed inspections.

Tables C.1, C.2 and C.3 give equipment-specific inspection schedules.

Table C.1 – Inspection schedule for Ex “d”, Ex “e”, Ex “n” and Ex “t”

Check that:		Ex “d”	Ex “e”	Ex “n” Ex “t”
		Grade of inspection: Detailed		
A	GENERAL (ALL EQUIPMENT)			
1	Equipment is appropriate to the EPL/zone requirements of the location	X	X	X
2	Equipment group is correct	X	X	X
3	Equipment temperature class is correct (only for gas)	X	X	n
4	Equipment maximum surface temperature is correct			t
5	Degree of protection (IP grade) of equipment is appropriate for the level of protection/group/conductivity	X	X	X
6	Equipment circuit identification is correct	X	X	X
7	Equipment circuit identification is available	X	X	X
8	Enclosure, glass parts and glass-to-metal sealing gaskets and/or compounds are satisfactory	X	X	X
9	There is no damage or unauthorized modifications	X	X	X
10	There is no evidence of unauthorized modification			
11	Bolts, cable entry devices (direct and indirect) and blanking elements are of the correct type and are complete and tight			
	– physical check	X	X	X
12	Threaded covers on enclosures are of the correct type, are tight and secured			
	– physical check	X		
13	Joint surfaces are clean and undamaged and gaskets, if any, are satisfactory and positioned correctly	X		
14	Condition of enclosure gaskets is satisfactory	X	X	X
15	There is no evidence of ingress of water or dust in the enclosure in accordance with the IP rating	X	X	X
16	Dimensions of flanged joint gaps are: – within the limits in accordance with the manufacturer's documentation or – within maximum values permitted by the relevant construction standard at time of installation or – within maximum values permitted by site documentation	X		
17	Electrical connections are tight		X	X
18	Unused terminals are tightened		X	n
19	Enclosed-break and hermetically sealed devices are undamaged			n
20	Encapsulated components are undamaged		X	n
21	Flameproof components are undamaged		X	n
22	Restricted breathing enclosure is satisfactory (type “nR” only)			n

Check that:		Ex “d”	Ex “e”	Ex “n” Ex “t”
		Grade of inspection: Detailed		
23	Test port, if fitted, is functional (type “nR” only)			n
24	Breathing operation is satisfactory (type “nR” only)	X	X	n
25	Breathing and draining devices are satisfactory	X	X	n
	EQUIPMENT SPECIFIC (LIGHTING)			
26	Fluorescent lamps are not indicating EOL effects		X	X
27	HID lamps are not indicating EOL effects	X	X	X
28	Lamp type, rating, pin configuration and position are correct	X	X	X
	EQUIPMENT SPECIFIC (MOTORS)			
29	Motor fans have sufficient clearance to the enclosure and/or covers, cooling systems are undamaged, motor foundations have no indentations or cracks	X	X	X
30	The ventilation airflow is not impeded	X	X	X
31	Insulation resistance (IR) of the motor windings is satisfactory	X	X	X
B	INSTALLATION – GENERAL			
1	Type of cable is appropriate	X	X	X
2	There is no obvious damage to cables	X	X	X
3	Sealing of trunking, ducts, pipes and/or conduits is satisfactory	X	X	X
4	Stopping boxes and cable boxes are correctly filled	X		
5	Integrity of conduit system and interface with mixed system maintained	X	X	X
6	Earthing connections, including any supplementary earthing bonding connections are satisfactory (for example connections are tight and conductors are of sufficient cross-section)			
	– physical check	X	X	X
7	Fault loop impedance (TN systems) or earthing resistance (IT systems) is satisfactory	X	X	X
8	Automatic electrical protective devices are set correctly (auto-reset not possible)	X	X	X
9	Automatic electrical protective devices operate within permitted limits	X	X	X
10	Specific conditions of use (if applicable) are complied with	X	X	X
11	Cables not in use are correctly terminated	X	X	X
12	Obstructions adjacent to flameproof flanged joints are in accordance with IEC 60079-14	X		
13	Variable voltage/frequency installation complies with documentation	X	X	X
	INSTALLATION – HEATING SYSTEMS			
14	Temperature sensors function according to manufacturer's documents	X	X	t
15	Safety cut off devices function according to manufacturer's documents	X	X	t
16	The setting of the safety cut off is sealed	X	X	
17	Reset of a heating system safety cut off possible with tool only	X	X	
18	Auto-reset is not possible	X	X	
19	Reset of a safety cut off under fault conditions is prevented	X	X	
20	Safety cut off independent from control system	X	X	
21	Level switch is installed and correctly set, if required	X	X	
22	Flow switch is installed and correctly set, if required	X	X	
	INSTALLATION – MOTORS			

Check that:		Ex “d”	Ex “e”	Ex “n” Ex “t”
		Grade of inspection: Detailed		
23	Motor protection devices operate within the permitted t_E or t_A time limits.		X	
C	ENVIRONMENT			
1	Equipment is adequately protected against corrosion, weather, vibration and other adverse factors	X	X	X
2	No undue accumulation of dust and dirt	X	X	X
3	Electrical insulation is clean and dry		X	X

Table C.2 – Initial inspection schedule for Ex “I” installations

Check that:		Grade of inspection: Detailed
A	EQUIPMENT	
1	Circuit and/or equipment documentation is appropriate to the EPL/zone	X
2	Equipment installed is that specified in the documentation	X
3	Circuit and/or equipment category and group correct	X
4	IP rating of equipment is appropriate to the Group III material present	X
5	Equipment temperature class is correct	X
6	Ambient temperature range of the apparatus is correct for the installation	X
7	Service temperature range of the apparatus is correct for the installation	X
8	Installation is clearly labelled	X
9	Enclosure, glass parts and glass-to-metal sealing gaskets and/or compounds are satisfactory	X
10	Cable glands and blanking elements are the correct type, complete and tight – physical check	X
11	There are no unauthorized modifications	X
12	There is no evidence of unauthorized modifications	X
13	Diode safety barriers, galvanic isolators, relays and other energy limiting devices are of the approved type, installed in accordance with the certification requirements and securely earthed where required	X
14	Condition of enclosure gaskets is satisfactory	X
15	Electrical connections are tight	X
16	Printed circuit boards are clean and undamaged	X
17	The maximum voltage U_m of the associated apparatus is not exceeded	X
B	INSTALLATION	
1	Cables are installed in accordance with the documentation	X
2	Cable screens are earthed in accordance with the documentation	X
3	There is no obvious damage to cables	X
4	Sealing of trunking, ducts, pipes and/or conduits is satisfactory	X
5	Point-to-point connections are all correct	X
6	Earth continuity is satisfactory (e.g. connections are tight, conductors are of sufficient cross-section) for non-galvanically isolated circuits	X
7	Earth connections maintain the integrity of the type of protection	X
8	Intrinsically safe circuit earthing is satisfactory	X

Check that:		Grade of inspection: Detailed
9	Insulation resistance is satisfactory	X
10	Separation is maintained between intrinsically safe and non-intrinsically safe circuits in common distribution boxes or relay cubicles	X
11	Short-circuit protection of the power supply is in accordance with the documentation	X
12	Specific conditions of use (if applicable) are complied with	X
13	Cables not in use are correctly terminated	X
C	ENVIRONMENT	
1	Equipment is adequately protected against corrosion, weather, vibration and other adverse factors	X
2	No undue external accumulation of dust and dirt	X

Table C.3 – Inspection schedule for Ex “p” and “pD” installations

Check that:		Grade of inspection: Detailed
A	EQUIPMENT	
1	Equipment is appropriate to the EPL/zone requirements of the location	X
2	Equipment group is correct	X
3	Equipment temperature class or surface temperature is correct	X
4	Equipment circuit identification is correct	X
5	Equipment circuit identification is available	X
6	Enclosure, glasses and glass-to-metal sealing gaskets and/or compounds are satisfactory	X
7	There are no unauthorized modifications	X
8	There is no evidence of unauthorized modifications	X
9	Lamp type, rating, and position are correct	X
B	INSTALLATION	
1	Type of cable is appropriate	X
2	There is no obvious damage to cables	X
3	Earthing connections, including any supplementary earthing bonding connections, are satisfactory, for example connections are tight and conductors are of sufficient cross-section – physical check	X
4	Fault loop impedance (TN systems) or earthing resistance (IT systems) is satisfactory	X
5	Automatic electrical protective devices operate within permitted limits	X
6	Automatic electrical protective devices are set correctly	X
7	Protective gas inlet temperature is below maximum specified	X
8	Ducts, pipes and enclosures are in good condition	X
9	Protective gas is substantially free from contaminants	X
10	Protective gas pressure and/or flow is adequate	X
11	Pressure and/or flow indicators, alarms and interlocks function correctly	X
12	Conditions of spark and particle barriers of ducts for exhausting the gas in hazardous area are satisfactory	X

Check that:		Grade of inspection: Detailed
13	Specific conditions of use (if applicable) are complied with	X
C	ENVIRONMENT	
1	Equipment is adequately protected against corrosion, weather, vibration and other adverse factors	X
2	No undue accumulation of dust and dirt	X

Annex D (informative)

Electrical installations in extremely low ambient temperature

D.1 General

Special precaution should be applied when selecting equipment for use in an arctic climate due to extremely low temperatures.

NOTE 1 The standard ambient temperature range is from $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ up to $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Equipment suitable for use outside the standard ambient temperature range is designed, tested, certified and marked accordingly.

NOTE 2 The objective of Annex D is to provide guidance in the proper design, selection and erection of equipment used in low ambient temperatures.

D.2 Cables

In the selection of cables for fixed installations, care should be taken with regard to the characteristics of the insulation material at extremely low temperatures. Special precaution should be taken for the service temperature and minimum bending radius of the cable at such low temperatures.

The installation of cables should be carried out at an appropriate ambient temperature range.

D.3 Electrical trace heating systems

Special precaution should be taken for the inrush current, the service temperature, the minimum bending radius and the thermal insulation properties of electrical resistance trace heaters at such low temperatures.

D.4 Lighting systems

D.4.1 General

Selection of luminaires should take into account that not all types of lamps will work under these temperatures.

D.4.2 Emergency lights

Selection of emergency lights should take into account that some batteries (e.g. NiCd batteries) cannot be charged at these temperatures.

D.5 Electrical rotating machines

Selection of electrical rotating machines should take into account the appropriate type for these low temperatures.

Annex E (informative)

Restricted breathing test for cables

E.1 Test procedure

A piece of cable with a length of 0,5 m should be type tested when installed into a sealed enclosure of 5 l ($\pm 0,2$ l), under constant temperature conditions. The cable is considered acceptable if the time interval required for an internal overpressure of at least 0,3 kPa (30 mm water gauge) to drop by 0,15 kPa (15 mm water gauge) is not less than 5 s.

The enclosure must be completely tight to avoid pressure loss through the enclosure gaps.

Annex F (informative)

Installation of electrical trace heating systems

F.1 General

Each electric trace heating system is designed to meet the requirements of the particular process and plant. Because each system comprises a number of components integrated at the site, it is necessary to ensure that the plant parameters on which the design is based are still valid when the trace heating system is installed, and also that the components are installed correctly. Appropriate testing and maintenance are essential in order to ensure satisfactory performance and safety.

F.2 Definitions

F.2.1 Electrical trace heating system

An electrical trace heating system is typically applied externally to equipment and primarily functions to maintain the temperature of contents in piping, tanks and vessels. In hazardous areas the electrical components of the trace heating system are required to be certified and the overall system designed, installed and checked so that it does not result in high temperatures which may become an ignition source.

The system also includes the appropriate marking according to IEC 60079-30-1 and to the system documentation (name plates or tags, operating manual, design documentation, certificates, etc.).

F.2.2 System components

System components consist of all components needed for the safe intended use of an electrical trace heating system. A complete electrical trace heating system typically consists of

- an electrical resistance trace heater unit (heating cable or pads);
- installation accessories, such as terminal enclosures, connectors and splice kits;
- temperature controllers and/or limiters;
- thermal insulation and weather barrier (cladding).

The electrical components shall either have separate certification or they shall be included in a heating system certificate.

F.2.3 Site-fabricated trace heaters

Site-fabricated trace heaters are permissible provided the trace heaters are certified for site-fabrication. In this case:

- the installation instructions supplied by the manufacturer will indicate this is allowable;
- installation personnel should be competent in the special techniques required;
- trace heater(s) should pass the field (site work) tests specified in IEC 60079-30-1:2007, Annex D;
- trace heater(s) should be marked in accordance with IEC 60079-0 and IEC 60079-30-1.

F.2.4 Location of sensors

The number and location of sensors are determined by the requirements of the process design criteria. Incorrect application and/or installation of the sensors will have a direct impact on the overall trace heating system performance. If the circuit information provided is not clear or does not match the installation, the provider of the circuit information should be contacted for clarification.

F.2.5 Thermal insulation

The installation of thermal insulation is a key component in the performance of an electrical trace heating system. Incorrect application and/or installation of the thermal insulation system will have a direct impact on the overall trace heating system performance. This includes the effect on temperature sensing devices and controls.

The type and thickness of the insulation and the type of insulation barrier or covering should be confirmed as specified in the design documentation.

F.2.6 Personnel aspects

Persons involved in the installation and testing of electric trace heating systems should be suitably trained in all special techniques required. Installation should be carried out under the supervision of a qualified person who has undergone supplementary training in electric trace heating systems for use in explosive atmospheres. Only trained personnel should carry out especially critical work, such as the installation of connections and terminations.

The installer should fulfill the skills/qualification requirements as defined in the installation instructions supplied by the manufacturer.

F.3 General requirements

The safety-relevant characteristics of electrical trace heating systems for use in explosive atmospheres, in particular the temperature class or maximum surface temperature, are dependent, in part, on the design and the installation of the trace heating system. IEC 60079-30-1 specifies the requirements for the design, testing, and certification of trace heating systems and further recommendations can be found in IEC 60079-30-2.

The temperature classification or maximum surface temperature of the trace heater will be specified by the manufacturer.

The marking plate, if supplied, should be fixed to the electrical trace heating system by the installer in accordance with the manufacturer's instructions. Requirements for the explosion protection for electrical trace heating systems are dependent on the EPL, the equipment group and the temperature class or maximum surface temperature.

IEC 60079-30-1 does not permit the installation of electrical trace heating systems in EPL "Ga" or "Da".

Depending on the type of electrical trace heating system used and the installation conditions, temperatures can vary and each system has to be treated individually. Limitations and requirements given in the certificate should be taken in consideration. It should be ensured that during installation all relevant requirements are fulfilled.

F.4 Requirements for EPL “Gb”, “Gc”, “Db” and “Dc”

F.4.1 General

According to IEC 60079-30-1, it is necessary to differentiate between “stabilized design” and “controlled design”.

F.4.2 Stabilized design

F.4.2.1 General

The electrical trace heating system is designed in such a way that, under all reasonably foreseeable conditions, the surface temperature of the electrical resistance trace heater does not exceed the limits of the temperature class or the maximum surface temperature, minus 5 K for temperatures lower than or equal to 200 °C or minus 10 K for temperatures higher than 200 °C.

NOTE Here the product classification or systems approach is applied. Thus, certification can state the temperature class or the maximum surface temperature. The manufacturer will supply the heating system parts with an instructions manual, design documentation and a marking plate.

F.4.2.2 PTC characteristic

Trace heaters that significantly reduce power with an increase in temperature can be assigned temperature classes by testing. In many applications further temperature limiting control measures are not necessary, provided that the temperature class of the trace heater is lower in temperature than that specified for the application. Nevertheless the limiter and stabilized design measures can be applied to operate the system in a narrower band of process temperatures.

F.4.2.3 Fixed condition

Stabilized design is based on the principle of determining the maximum workpiece and trace heater surface temperatures under a worst-case set of conditions. This is a calculation of the equilibrium conditions that occur when the heat input equals the system heat loss. The worst-case set of conditions include:

- maximum ambient temperature, typically assumed to be 40 °C unless otherwise specified;
- no wind (still air);
- use of a conservative or minimum value for the thermal conductivity of the thermal insulation;
- no temperature control as per the design or to simulate a failed temperature controller;
- the trace heater is operated at its stated operating voltage plus 10 %;
- the trace heater is assumed to be operating at the upper limit of the manufacturing tolerance, or at the minimum specific resistance for series trace heaters.

F.4.3 Controlled design

Controlled design applications require the use of a temperature control device to limit the maximum surface temperature. The temperature limiting device operates independently from the temperature controller. A protective device, such as a temperature limiter, de-energizes the system and prevents the temperature from exceeding the maximum permissible surface temperature. In the event of a fault or damage to a sensor, the heating system is de-energized in order to replace the defective equipment.

NOTE 1 The temperature class or maximum surface temperature of the electrical trace heating system is dependent on the layout (e.g. the fixed setting point of a monitoring device) and the correct installation (e.g. defining the “hot-spot” and the correct positioning of the temperature sensors). The manufacturer of the system issues precise instructions on the design, installation and the necessary qualifications of the installation personnel.

The “temperature monitoring” method can provide a false presumption of safety if not applied correctly. A temperature safety device, should be set to a lower limiting temperature than the maximum for the temperature class of the associated hazardous area, applying a relevant safety factor. No matter how the sensor of the safety device is mounted, there will always be an offset between the actual maximum surface temperature of the hottest point in the system and the set point of the safety device. This offset is usually considerable and is dependent on:

- the position of the sensor with respect to the electrical resistance trace heater geometry or position;
- the location of the sensor in the system;
- the hysteresis or control band of the protective device;
- the heat transfer between electrical resistance trace heater, sensor, work piece and environment.

NOTE 2 The temperature class or maximum surface temperature stated in the certificate of conformity is based on verified design calculations of the manufacturer that predict the offset between the set point of the limiter and the actual maximum surface temperature of the electrical trace heater in the system. In this case, the maximum surface temperature depends on the correct installation, correct location and position of the sensor and the incorporation of the applicable temperature offset in the set point of the safety device.

F.5 Design information

F.5.1 Design information drawings and documents

To ensure a workable electrical trace heating system design, the trace heating designer should be furnished with up-to-date piping information and should be notified of any revisions of items and drawings that pertain to the electrical trace heating system.

The following information, as applicable for the specific installation, is used in the design of the trace heating system:

- a) thermal design parameters
- b) system flow diagram
- c) equipment layout drawings (plans, sections, etc.)
- d) pipe drawings (plans, isometrics, line lists, etc.)
- e) piping specifications
- f) thermal insulation specifications
- g) equipment detail drawings (pumps, valves, strainers, etc.)
- h) electrical drawings (single line drawings, functional wiring diagrams, etc.)
- i) bill of materials
- j) electrical equipment specifications
- k) equipment installation and instruction manuals
- l) equipment details
- m) thermal insulation schedules
- n) area classification drawings
- o) temperature class of gas or vapour involved or the maximum surface temperature for dust
- p) process procedures that would cause elevated pipe temperatures, that is, steam out or exothermic reactions

F.5.2 Isometric or heater configuration line lists and load charts

Each heater circuit should be shown on a drawing depicting its physical location, configuration, and relevant data for the heating device and its piping system. The drawing and/or design data should include the following information:

- a) piping system designation
- b) pipe size and material
- c) piping location or line number
- d) heating device designation or circuit number
- e) location of power connection, end seal, and temperature sensors as applicable
- f) heating device number
- g) heating device characteristics such as the following:
 - 1) temperature to be maintained
 - 2) maximum process temperature
 - 3) minimum ambient temperature
 - 4) maximum exposure temperature (when applicable)
 - 5) maximum sheath temperature (when required)
 - 6) heat-up parameters (when required)
 - 7) length of piping
 - 8) trace ratio of electrical resistance trace heater per length of pipe
 - 9) extra length of electrical resistance trace heater applied to valves, pipe supports, and other heat sinks
 - 10) length of electrical resistance trace heater
 - 11) operating voltage
 - 12) watt per unit length of electrical resistance trace heater at desired maintenance temperature
 - 13) heat loss at desired maintenance temperature per unit length of pipe
 - 14) watts, total
 - 15) circuit current
- h) thermal insulation type, nominal size, thickness, and k-factor
- i) area classification, including the temperature class or the maximum surface temperature for each area (if applicable)
- j) bill of material
- k) heat transfer aids
- l) power distribution panel tag number or designation
- m) alarm and control equipment designation and set points (including any offsets as specified)

F.6 Incoming inspections

F.6.1 Receiving materials

Upon receipt of trace heating system components, a general inspection should be conducted including a confirmation of the correct type and quantities of materials and documentation. All trace heaters should be checked to verify catalogue type, product and package markings, power rating, voltage rating, quantity and special characteristics. In addition, receipt of installation instructions and the certificates, as required, should be verified.

The supplier of the trace heating system is required to provide specific instructions for the trace heaters and the various types of system components. These instructions should be followed explicitly in order to maintain the system integrity and to meet the EPL and temperature class requirements.

F.6.2 Pre-installation testing

The following tests should be performed and documented on a pre-installation checklist and record similar to that of Table F.1. This should also be used to determine whether the trace heating circuit design matches the installation conditions:

- a) Visual check for damage. Continuity and insulation checks should be made as a final check. Insulation resistance shall be measured in accordance with F.6.4.
- b) Verify individual temperature controls to ensure the correct device has been provided in accordance with the design documentation. In addition the set points shall be verified.
- c) General inspections of vendor fabricated and assembled control panels and documentation that all wiring, layout and functions are correct and have been tested. and that no damage has occurred in transit to site.

F.6.3 Visual examination

The trace heaters should be completely free of physical damage. Connections preassembled at the factory should be sufficiently rugged to withstand normally expected conditions during installation.

F.6.4 Insulation resistance test

Insulation resistance should be measured from the trace heater conductors to the electrically conductive covering with a minimum 500 V d.c. test voltage. However, it is recommended that higher test voltages be used. Mineral insulated trace heaters should be tested at, but not exceeding, 1 000 V d.c. and polymeric insulated trace heaters should be tested at 2 500 V d.c. The measured insulation resistance should not be less than 20 MΩ.

F.6.5 Component substitution

Component substitution includes the following limitations:

- a) components specifically listed in the supplier's installation or maintenance instructions should not be substituted with similar parts unless the components are part of the certification;
- b) other components specified in the supplier's installation or maintenance instructions may be substituted with any suitably rated component;
- c) components that are part of a wiring system that supplies power to the trace heater may be substituted with any suitably rated component acceptable to the authority having jurisdiction.

F.6.6 Location of power supply

The power supply location should be determined and specified prior to installation of the trace heaters. The junction boxes should be mounted in such a way that the trace heater cannot suffer damage between the point at which it emerges from the insulation and the point of entry into the junction box.

Table F.1 – Pre-installation checks

Items to be checked		Remarks
1	Is the work piece fully erected and tested and all temporary supports removed? Is the surface to be heated free from sharp edges, weld spatter and rough surfaces?	Any welding or pressure testing after the installation of a trace heater could damage the device
2	Is the surface upon which the trace heater is to be applied normal steel or non-metallic?	If the surface is of polished stainless steel, very thin-walled or non-metallic, special precautions may be necessary
3	Do the items to be heated correspond in size, position, etc., with the design?	It is sometimes difficult to be sure that the correct work piece is being heated. A suitable line numbering system may be of assistance
4	Has it been specified that metallic foil be installed before the application of the trace heater?	This may be used to aid heat distribution
5	Has it been specified that metallic foil be installed after the application of the trace heater?	This may be used to prevent insulation from surrounding the trace heater or to aid heat distribution
6	Can flow of product under normal or abnormal conditions reach temperatures greater than those that the trace heater can withstand?	This would normally be covered in the design stage; however, further discussion with staff at the plant may show that incorrect or out-of-date information has been used
7	Is the trace heating system's most recent documentation (working drawings, designs, and instructions) available?	No change should be contemplated without reviewing the trace heating system documentation, as careful calculations are necessary to ensure safe operation
8	Can pipes or surfaces expand and contract so as to cause stress on any part of the trace heating system installation?	In this case precautions are necessary to avoid damage
9	Can sensors of temperature controllers be affected by external influences?	An adjacent heating circuit could affect the sensor
10	Is the trace heater to be spiralled or zig-zagged onto the work piece, according to the design?	Check design loading per unit length of pipe (or surface area) to determine if spiral or zig-zag application is necessary
11	Are cold leads, when fitted, suitable for contact with the heated surface?	If the cold lead is to be buried under the insulation, it needs to be able to withstand the temperature
12	Is the pipework hung from a pipe rack?	In this case, special precautions are required to ensure the weatherproofing of the insulation at points of suspension
13	Does pipework have its full complement of supports?	The addition of intermediate supports at a later stage could damage the heating system
14	Are sample lines/bleed lines, etc., at the plant but not on drawings?	These could obstruct or prevent the fitting of the trace heater, and a review of the trace heating system documentation may be necessary
15	Are other parameters used in the design of the equipment, such as pipe supports, specified by the design documentation?	
16	Are the trace heaters, controllers, junction boxes, switches, cable glands, etc., suitable for the explosive gas atmosphere classification and the environmental conditions and are they protected as necessary against corrosion and the ingress of liquids and particulate matter?	

F.7 Installation of trace heaters

F.7.1 General

Attention shall be given to the supplier's minimum bending radii and any restrictions on installation such as overlap or cross-over.

In the installation of trace heating systems, only genuine components may be used. Otherwise the system certification will not apply.

The installation record shown in Table F.2 should be filled in and retained¹.

F.7.2 Connections and terminations

F.7.2.1 General

All types of trace heaters should be terminated correctly. Connections and terminations completed at the worksite should carefully follow the supplier's instructions. Factory terminated equipment should be inspected to ensure that such terminations are complete, properly tagged and/or marked in conformity with IEC 60079-0 and IEC 60079-30-1. The installer should review the certifications, the temperature ratings of the connections and terminations, and their suitability for the operating conditions.

Series resistance trace heaters intended for site termination should be checked before installation to ensure that the installed lengths correspond to the design length and loading. When mineral insulated trace heaters are terminated at the job site, the cut ends should be sealed immediately to prevent any moisture ingress. For parallel circuit trace heaters, the total circuit length should not exceed the supplier's recommendations.

F.7.2.2 Connection kits

The connection kits of a trace heater should be securely fitted in accordance with the supplier's instructions, protected to prevent physical damage, and positioned to prevent the ingress of water or other contaminants that could adversely affect its use or suitability.

F.7.2.3 Junction boxes

Trace heating circuits should be connected into boxes that are certified for the appropriate methods of protection and that have suitable ingress protection. Junction boxes should be located as closely as possible to the trace heater exit point while allowing for any work piece expansion. Junction box lids should not be left open at any time.

F.7.2.4 Cold leads

Checks should be made to ensure that the joints are waterproof, where applicable, and the bond to earth is valid. Cold leads, if used, should always emerge from the surrounding thermal insulation in such a way that ingress of water or other contaminants is not possible. Cold leads should be protected where they exit through thermal insulation.

Cold leads should be fitted or modified on site only in strict accordance with the supplier's instructions and conditions of use as specified by the certifications. Where cold leads have been jointed to metallic sheathed trace heaters by means of soldering or brazing, neither the trace heaters nor the cold lead should be bent near a brazed joint.

F.7.2.5 Trace heater entries and glands

Conductor terminations (see F.7.3) should not be completed until after all other connections and the end termination have been assembled and the circuit insulation resistance test (see F.6.4) is conducted.

¹ Derived from Table D of 60079-30-1:2007.

F.7.2.6 Jointing, splicing and modifications

Jointing, splicing and modifications to the trace heater should be carried out on site only in strict accordance with the supplier's instructions. Any such work on trace heaters may invalidate the certification. This applies particularly to any modifications to trace heaters where any change in unit length will alter the power density of the trace heater and affect the sheath temperature. Modifications should be recorded in the system documentation.

F.7.2.7 End terminations

The end termination of a trace heater should be securely fitted in accordance with the supplier's instructions and protected to avoid mechanical damage and the ingress of water or other contaminants that may adversely affect its use or suitability.

F.7.3 Conductor terminations

Terminals should be of sufficient size and rating to accept the conductors, which may be solid or stranded wires or foils. Care should be taken in stripping back insulation to avoid damaging the conductors.

Crimp or compression type connectors and ferrules should be of the correct size and of an approved type for the conductor concerned. Compression tools shall be suitable for the specific types of fittings and be in good condition.

Trace heaters that have been installed and not terminated should be sealed to prevent ingress of moisture and should be protected from damage pending completion of the termination.

F.8 Installation of control and monitoring equipment

F.8.1 Verification of equipment suitability

The selected limiters, controllers, thermostats, sensors, and related devices should meet the requirements of the overall system with regard to the service temperature, the IP (international protection) rating, and the method of protection. The certification of trace heating systems may prescribe the use of specific components. In these cases it is mandatory to use only parts specified by the manufacturer.

F.8.2 Sensor considerations

F.8.2.1 General sensor installation

The sensor should be installed and positioned in accordance with the supplier's instructions. The control sensor should not be situated in areas of external radiant heat, solar gain, process heat discharge or close to a heated building. Care should be exercised to ensure that the sensor can sense appropriate temperature conditions within a trace heated zone and away from the end of a pipe or a pipe support. Ambient temperature-sensing controllers should be sited in the most exposed position for the installation.

The sensor should be strapped in good thermal contact with the work piece or equipment and protected so that thermal insulation cannot be trapped between the sensor and the heated surface. Care should be taken not to damage the capillary tube, thermocouple or RTD leads, or to distort the sensor and thereby cause calibration error.

Where direct medium temperature sensing is required, the sensor should be located in thermowells at suitable positions, for example above potential sludge levels in vessels.

Excess capillary tube may be run under the thermal insulation unless the overall length exceeds 1 m, in which case the volume of the capillary may be such as to affect the calibration adversely.

Care should be taken to ensure that the capillary tube, thermocouple or RTD leads emerge from the thermal insulation in a manner that will not allow the ingress of moisture.

In many cases the sensor location is defined during the system design phase. Considerations for sensor placement are defined in F.8.2. Subclauses F.8.2.2 to F.8.3 describe installation considerations for specific installation methods.

F.8.2.2 Sensor installation for temperature controller

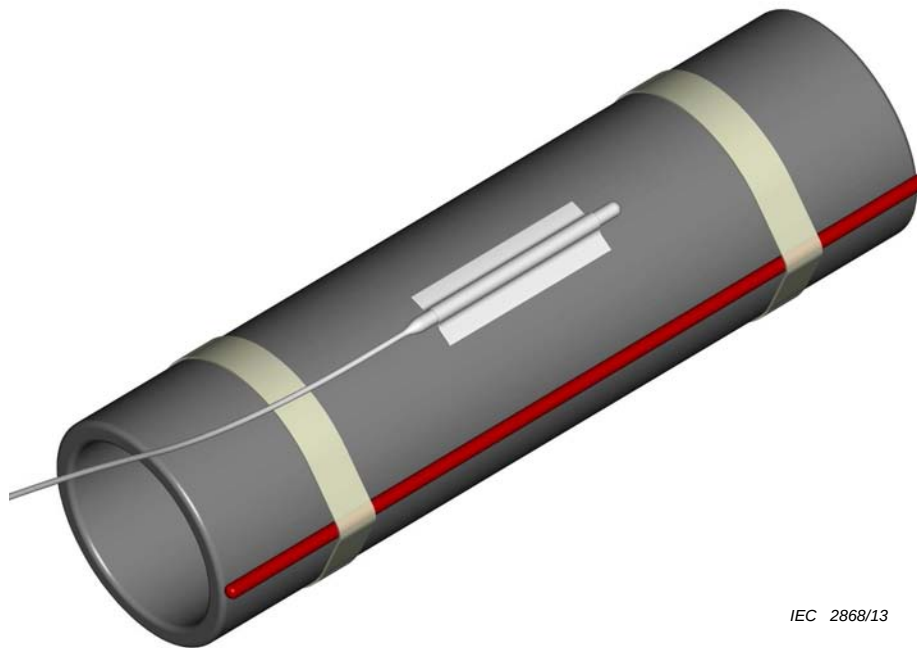
The sensor for the temperature controller is installed onto the surface of the work piece or equipment in a position that will provide a temperature representative of the overall circuit. As illustrated in Figure F.1, the sensor should be positioned so as not to be influenced by the temperature of the trace heater, or other factors such as heat sinks and solar gain.

F.8.2.3 Sensor installation for temperature limiting device

The sensor for the temperature limiting controller is installed onto the surface of the work piece or equipment in a position that will provide a temperature representative of the overall circuit. In order to ensure that the safety temperature controller can accurately react to the maximum trace heater sheath temperature. Particular attention should be paid to the location, method of attachment and set point. This method of sensor installation is based on the known relationship between the equipment temperature and the heater sheath temperature at a given power output. Typical temperature limiting sensor installation is indicated in Figure F.1.

The controller should be set such that the heater sheath temperature does not exceed the high-limit temperature under worst-case conditions (e.g. voltage +10 %, trace heater at upper limit of manufacturing power tolerance, heater out of contact with the work piece/equipment, high ambient temperature, no external convection).

For trace heater circuits that are designed for use with voltage regulating devices, it may be necessary to install the sensors using the methods described in F.8.2.3, F.8.2.4 and F.8.2.5. These methods respond quickly to rapid changes in heater sheath temperatures caused by failure of the voltage control device.



IEC 2868/13

Figure F.1 – Typical installation of control sensor and sensor for temperature limiting control

F.8.2.4 Temperature limiting device with sensor on trace heater sheath

In Figure F.2, the temperature sensor is mounted directly to the trace heater and the trace heater is in direct contact with the surface being heated. To ensure accurate thermal coupling with the trace heater, it is necessary to install the sensor with metallic foil tape or heat transfer compound.

The location should be verified to be representative of the hottest point. The means to secure the sensor to the heater fixings should ensure the sensor cannot loosen with time and temperature exposure, and that the sensor will not be loosened during future maintenance operations.

This method of sensor installation does not measure the hottest part of the trace heater (which probably occurs at a point of no contact with the equipment). It should only be used with a controller setting that is below the high-limit temperature.

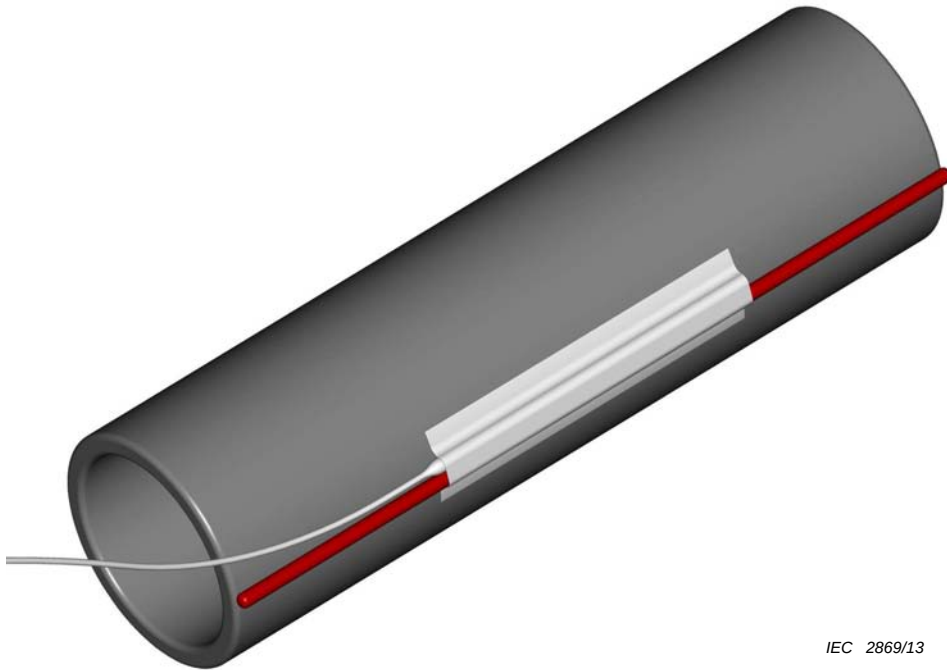
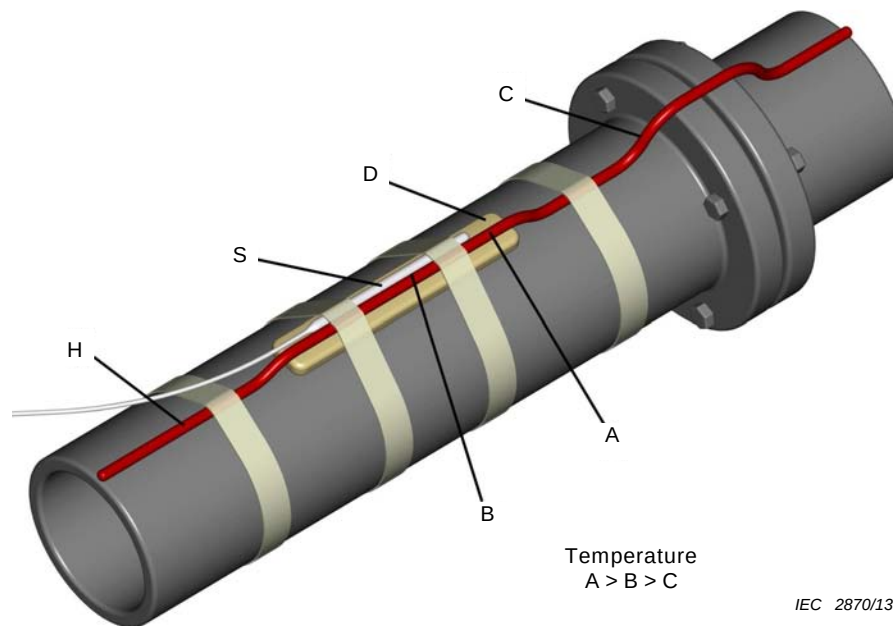


Figure F.2 – Limiting device sensor on sheath of trace heater

F.8.2.5 Temperature limiting device with artificial hot spot

In Figure F.3, the sensor is located to measure an artificial hot spot intending to represent the hottest point of the trace heater. This may be a suitable alternative method when used with series trace heaters.

In cases where the method in F.8.2.4 cannot reliably be utilized to coordinate with the system's worst case sheath temperature, the artificial hot spot method can provide some additional margin of safety. In this case thermal insulation is inserted between the trace heater and the surface being heated. The sensor for the temperature limiter is then installed in direct contact with the trace heater.

**Key**

H	trace heater	B	temperature at measurement point
S	temperature sensor	C	point with poor thermal coupling (characteristic hot spot)
A	temperature of artificial hot spot	D	thermal insulation between trace heater and heated surface

Figure F.3 – Limiting device sensor as artificial hot spot

To ensure that the temperature at the artificial hot spot is higher than the trace heater temperature at the point with poor thermal coupling (temperature C), the thermal insulation is about twice as long as the sensor. Because of the unavoidable heat dissipation of the sensor itself, the measured temperature B is indeed higher than temperature C, but lower than the actual temperature of hot spot A. This variance, which is a function of the ratio of the masses of the sensor and the trace heater (ratio of the diameters) and of the specific heating capacity (W/m), is taken into account in the limiter's temperature setting.

The advantage of this method is its extremely short reaction time to malfunctions such as controller failure, failure of the voltage control device, or overvoltage. In some cases it may be necessary to divide complex circuits into multiple circuits with individual temperature limiters.

F.8.3 Controller operation, calibration, and access

The settings of the temperature controllers and safety temperature limiters should be reviewed during commissioning. Depending on the setting possibilities offered by the safety temperature limiters, the limiters should be sealed against tampering.

The temperature control device and sensor loop should be calibrated at commissioning. The controller should be set to the required temperature and re-calibrated from the factory setting if necessary. A function check should be made by adjusting the temperature setting until the controller is seen to energize the trace heater.

All measured data should be documented.

F.9 Installation of thermal insulation system

F.9.1 General

The selection and application of the thermal insulation are key elements in the installation of an electric trace heating system. The thermal insulation is normally designed in such a way that it largely compensates the heat losses of the heating system. Consequently, problems with the insulation have a direct effect on the performance of the system as a whole. Minimization of energy dissipation reduces the running costs, improves the system characteristics and enhances the system's heating capacity. Installation of thermal insulation should conform to all applicable national standards and local regulations.

F.9.2 Preparatory work

Precautions should be taken to protect trace heaters from mechanical damage and moisture intrusion after they have been installed and prior to the application of thermal insulation. Before starting the installation of thermal insulation, it is recommended that site engineering establish a liaison between the trace heaters installer and the thermal insulation contractor, so that the thermal insulation is applied as soon as possible after the installation and testing of trace heaters. The installed trace heating system should have been tested in accordance with F.6.2.

The following checks and procedures should be confirmed:

- a) Verify that the type, inside diameter, and thickness agree with the values used in selection of the trace heater(s). If the insulation thickness differs from the specification, the specified design temperatures will not be met.
- b) For thermal insulation, temporary weather protection should be provided during storage, handling and installation to avoid the risk of moisture being trapped under the weather-protective coating or jacket.

F.10 Installation of distribution wiring and coordination with branch circuits

F.10.1 General

The branch circuit wiring of each trace heater circuit requires an over-current protective device. The size and type of distribution wiring, and the ratings of the branch circuit protective devices should be based on heater start-up currents and their duration at the minimum temperature the trace heater may experience.

F.10.2 Tagging/identification

The requirements of IEC 60079-30-1 include permanent tagging and identification which should be verified including:

- a) circuit identification
- b) monitor and alarm apparatus
- c) trace heater power connection
- d) circuit number and set point for each temperature controller

on the respective junction box.

F.11 Final installation review

F.11.1 Necessary modifications

The trace heating systems are subjected to checking of the maximum sheath temperature. If the temperatures measured deviate from the admissible sheath temperatures or from the

design figures, corrective measures should be taken and the system design should be re-validated if necessary.

F.11.2 Field (site work) circuit insulation resistance test

The test procedure from F.6.2 should be conducted on all trace heater circuits after installation, with the requirement that the measured insulation resistance should not be less than 5 MΩ.

F.11.3 Visual inspection

The visual inspection should ensure that:

- a) no moisture can penetrate the insulation as a result of weathering (correct position of overlaps or lock beading);
- b) sliding connections (or the like) on weather cladding are sufficiently flexible to absorb any expansion movement;
- c) the screws selected for fastening the weather cladding are short enough to exclude any possibility of damage to trace heaters or to temperature sensors;
- d) the entry cut outs in the weather cladding for trace heaters, temperature sensors, etc., are dimensioned so as to render contact impossible. Especially in the case of branches, the cladding should be cut sufficiently wide;
- e) the cladding joints and thermal insulation entries are properly sealed with an elastic, non-hardening sealant that is resistant to chemical attack and decay, and is dimensionally stable.

F.12 Commissioning

F.12.1 Pre-commissioning check

The pre-commissioning checklist given in Table F.1 should be completed and retained.

F.12.2 Functional check and final documentation

F.12.2.1 General

The trace heating system(s) should be commissioned after the thermal insulation has been installed and the electrical distribution is completed. The trace heater installation record given in Table F.2 should be completed and retained.

F.12.2.2 Functional check

The following functional checks should be conducted:

- a) Close all branch circuits and verify proper current. A temporary bypass may be required for the temperature control device.
- b) Verify that monitor or alarm circuits are operable. A bypass may be required at field contacts.
- c) Fill out the trace heater commissioning record Table F.2 for each circuit. This shall clearly document all testing and commissioning data.
- d) Record the electrical insulation resistance values for each measurement taken according to the procedure given in F.6.4.
- e) Record the applied voltage and resulting current after 5 min of energization, and work piece temperature if required.
- f) Verify that the alarm and monitor components operate as intended.

- g) Verify that the calibration check at the temperature controller set point has been performed and the controller has been set at this value.

F.12.2.3 Final documentation

Adequate and uniform documentation of the electric trace heating circuits should be considered as a precondition for economical maintenance of this equipment. This is especially important to facilitate rapid troubleshooting in the event of circuit problems. It also provides the basis for simpler, faster and less costly handling of any desired modifications and expansions by a specialist for electric trace heating systems.

Considering electric trace heating systems in explosive gas atmospheres, the form of the project documentation is normally specified in detail in the respective system description.

The documentation of each heating circuit of a trace heating system should include the following elements:

- a) Design and testing documentation:
 - 1) table of contents
 - 2) piping layout showing the trace heating circuits and the location of power points, connections, splices, tees, end terminations, and temperature sensors for control and limitation
 - 3) for vessels: layout of the trace heating circuits
 - 4) work piece and insulation list
 - 5) individual circuit length of trace heaters
 - 6) calculation and dimensioning data
 - 7) material list
 - 8) trace heater installation instructions
 - 9) heater cabling plan
 - 10) description of and installation instructions for temperature sensors
 - 11) electrical trace heating system installation record (Table F.2)
 - 12) temperature profile measurement
 - 13) installation certificate
- b) Circuit diagrams or lists:
 - 1) wiring and circuit diagrams or lists
 - 2) terminal connection diagrams, switchgear with parts list
 - 3) installation instructions
- c) Other:
 - 1) technical descriptions and instruction manuals for the individual pieces of equipment
 - 2) functional diagram as agreed to with the design engineer
 - 3) certificates of conformity for explosion protected equipment

Table F.2 – Electrical trace heating systems installation record – Example

Location	System	Project number	Reference drawing(s)
Line number	Trace heater number	Area classification	Temperature classification
Panel number	Location	Circuit number	Circuit amp/voltage
Trace heater manufacturer	Trace heater model	Trace heater wattage unit length/voltage rating	
Verify certification marking:			
Megohmmeter manufacturer/model		Voltage setting	Accuracy/full scale
Megohmmeter date of last calibration			
Multimeter manufacturer/model	Ohm setting	Accuracy/full scale	
TRACE HEATER TESTING	Test value/remarks	Date	Initials
Continuity test on self-regulating trace heater only used for short or open circuit.			
Minimum acceptable insulation resistance shall be 20 MΩ, except that for #4 for MI trace heaters the minimum is 5 MΩ. Minimum acceptable test voltage is 500 V d.c. However, 1 000 V d.c. recommended for MI, 2 500 V d.c. for polymeric trace heaters.			
1 Receipt of material on reel			
Continuity test on reel			
Insulation resistance test on reel			
2 Piping completed (approval to start trace heater installation)			
3 Trace heater installed (approval to start thermal insulation installation)			
Trace heater correctly installed on pipe, vessel or equipment			
Trace heater correctly installed at valves, pipe supports, other heat sinks			
Components correctly installed and terminated (power, tee-end seal)			
Installation agrees with manufacturer's instructions and circuit design			
4 Thermal insulation installation complete			
Continuity test			
Insulation resistance test			
SYSTEM INSPECTED			
5 Marking, tagging and identification complete (see IEC 60079-30-1, Clause 6)			
6 Trace heater effectively earthed			
7 Temperature controls properly installed and set points verified			
8 Junction boxes all certified and closed			
9 Thermal insulation weather tight (all penetrations sealed)			
10 End seals, covered splices marked on insulation outer cladding			
11 Drawings, documentation marked as-built			
Performed by:		Company	Date
Witnessed by:		Company	Date
Accepted by:		Company	Date
Approved by:		Company	Date

Annex G (normative)

Potential stator winding discharge risk assessment – Ignition risk factors

Table G.1 – Ignition risk factors

Characteristics	Value	Factor
Rated voltage	> 11 kV	6
	> 6,6 kV to 11 kV	4
	> 3,3 kV to 6,6 kV	2
	> 1 kV to 3,3 kV	0
Average starting frequency in service	> 1 / hour	3
	> 1 / day	2
	> 1 / week	1
	≤1 / week	0
Time between disassembly, cleaning and examination of windings	> 10 years	3
	> 5 to 10 years	2
	> 2 to 5 years	1
	< 2 years	0
Degree of protection (IP code)	< IP44 ^a	3
	IP44 and IP54	2
	IP55	1
	> IP55	0
Environmental conditions	Very dirty and wet ^b	4
	Coastal outdoor ^c	3
	Outdoor	1
	Clean and dry indoor	0
^a Only in clean environments and regularly serviced by trained personnel ^b “Very dirty and wet” locations include those that may be subjected to deluge systems or comprise open deck on offshore locations. ^c Exposed to atmospheres containing salt.		

Annex H (normative)

Verification of intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics

H.1 General

The capacitance and inductance parameters for the system of intrinsically safe circuits shall be determined from the ignition curves of IEC 60079-11 using the system values of U_o and I_o under fault conditions and at each point in the system. The faults in accordance with IEC 60079-11 shall be applied to the electrical system as an entity and not to each item of electrical equipment.

The above requirements can be met by using the following calculation procedures.

H.2 Intrinsic safety with level of protection “ib”

The level of protection shall be deemed to be “ib” even if all the associated apparatus is level of protection “ia”.

NOTE This level of protection reduction takes account of the fact that the assessment is by calculation only without any test.

- a) Determine the highest voltage and current in the system using the U_o and I_o values stated on the associated apparatus (see Annex I).
- b) Check that the highest system current (I_o) multiplied by a safety factor of 1,5 does not exceed the current obtained from the ignition curves for resistive circuits, for the appropriate apparatus group in IEC 60079-11 for the maximum system voltage (U_o).
- c) The maximum permissible inductance (L_o) is obtained from the ignition curves for inductive circuits, for the appropriate apparatus group in IEC 60079-11, using the highest system current (I_o) multiplied by a safety factor of 1,5.
- d) The maximum permissible capacitance (C_o) is obtained from the appropriate ignition curve for capacitive circuits in IEC 60079-11, using the highest system voltage (U_o) multiplied by a safety factor of 1,5.
- e) Check that the maximum permissible values of C_o and L_o conform to the requirements of 16.2.4.3.
- f) Check that U_o , I_o and P_o (where $P_o = I_o U_o / 4$) conform to the requirements of 16.2.4.3.
- g) Determine the apparatus group of the system, in accordance with 16.2.4.3, taking into account the apparatus group of the ignition curves used.
- h) Determine the temperature class of the system in accordance with 16.2.4.3 (where $P_o = I_o U_o / 4$).

H.3 Intrinsic safety with level of protection “ic”

A similar calculation method may be used for “ic” circuits. The safety factor used shall be unity.

Annex I (informative)

Methods of determining the maximum system voltages and currents in intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics (as required by Annex H)

I.1 Intrinsically safe circuits with linear current/voltage characteristics

In the case of two or more items of associated apparatus in an intrinsically safe circuit (see 16.2.4.4), the following practical method can be used to determine the new maximum system voltages and currents under fault conditions in the intrinsically safe circuit using the values U_o , I_o of each item of associated apparatus taken from the documentation or from the marking plate.

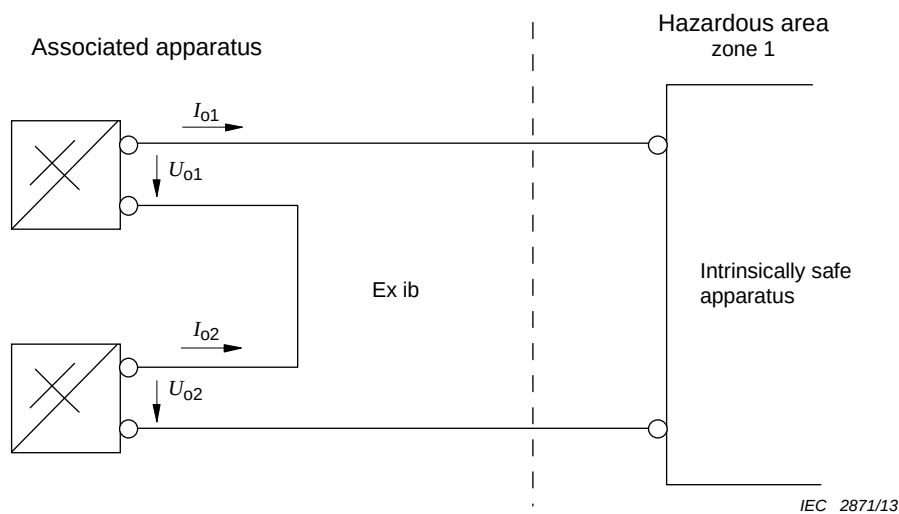
Dependent on the interconnection of the intrinsically safe terminals of the associated apparatus, the values of U_o and I_o should be determined, in the case of normal operation and also under fault conditions, taking into account

- the summation of voltages only,
- the summation of currents only, or
- the summation of both voltages and currents.

In the case of series connection of the associated apparatus with galvanic isolation between intrinsically safe and non-intrinsically safe circuits (see Figure I.1) only the summation of voltages is possible, irrespective of the polarity of the circuits.

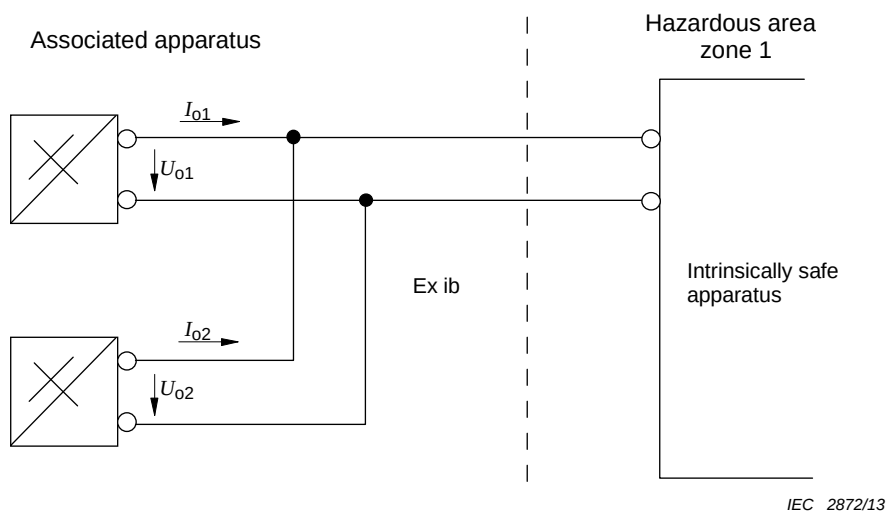
In the case of parallel connection of both poles of the sources (see Figure I.2) only the summation of currents is necessary.

In all other cases, where any interconnection of the poles of the sources is possible (see Figure I.3) series or parallel connections have to be taken into account, dependent on the fault under consideration. In this situation, both the summation of voltages and the summation of currents have to be considered separately.



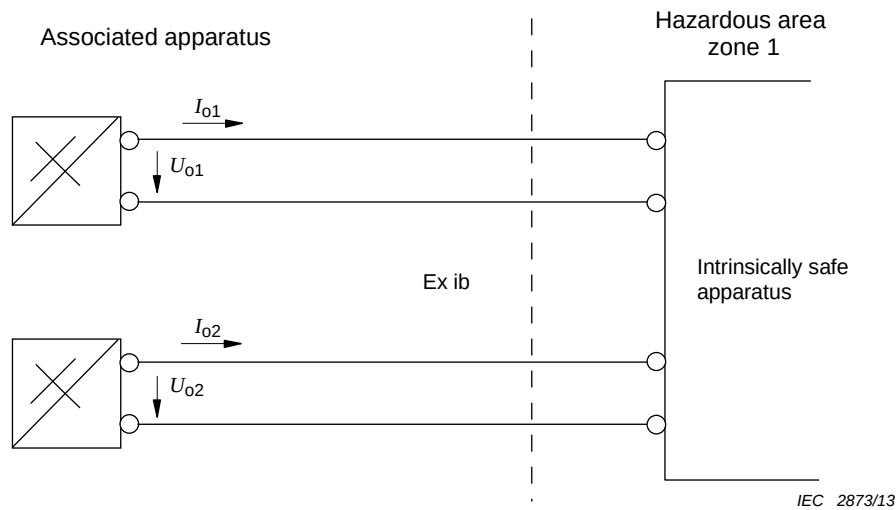
New maximum system values: $U_o = \Sigma U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$
 $I_o = \max. (I_{oi})$

Figure I.1 – Series connection – Summation of voltage



New maximum system values: $U_o = \max. (U_{oi})$
 $I_o = \Sigma I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$

Figure I.2 – Parallel connection – Summation of currents



New maximum system values: $U_0 = \Sigma U_{oi} = U_{01} + U_{02}$ $U_0 = \max. (U_{oi})$
 or
 $I_0 = \max. (I_{oi})$ $I_0 = \Sigma I_{oi} = I_{01} + I_{02}$

**Figure I.3 – Series and parallel connections –
 Summations of voltages and summations of currents**

I.2 Intrinsically safe circuits with non-linear current/voltage characteristics

Special consideration shall be given to situations where there is more than two associated apparatuses of which one or more of the associated apparatus has non-linear outputs. Such situations should receive careful consideration by a competent person. See IEC 60079-25 for further details.

Annex J (informative)

Determination of cable parameters

J.1 Measurements

The inductance and capacitance of a cable should be measured using equipment operating at a frequency of 1 kHz $\pm 0,1$ kHz and an accuracy of ± 1 %. The resistance of the cable should be measured using d.c. equipment with an accuracy of ± 1 %. Results taken from a representative sample of cable with a minimum length of 10 m are acceptable. Measurements should be taken at an ambient temperature of 20 °C to 30 °C.

The equipment for the measurement of inductance should be able to operate satisfactorily when measuring low inductance in the presence of significant resistance.

Where practicable, measurements of all the possible combinations of the cores which can result from open-circuiting and short-circuiting the separate ends of the cables should be made. The maximum measured values of capacitance, inductance and the L/R ratio should be used as the cable parameters. Where there are a large number of cores, measurements should only be made utilizing a representative sample of the combination of cores which will create the largest values of inductance and capacitance.

The maximum capacitance of the cable should be determined by open-circuiting the remote end of the cable and measuring the capacitance of the combinations of the wires and screens which give the maximum value. For example, if a twin-pair screened cable is being measured, then the highest value will probably be measured between one core connected to the screen and the other core. That this is the highest value of capacitance should be confirmed by measuring the other combination of cores and screen.

The maximum inductance should be measured by connecting together the remote ends of the two cores which are spaced furthest from one another. The d.c. resistance of this path is the resistance used in calculating the L/R ratio of the cable.

Where the cable is loosely constructed, bending and twisting the cable a minimum of ten times should not cause the cable parameters to vary by more than 2 %.

For the purpose of these measurements, the combination of faults which could connect separate conductors in series to effectively increase the length of cables should not be considered. When measuring capacitance, any screens or unused cores should be joined together and connected to one side of the circuit being measured.

J.2 Cables carrying more than one intrinsically safe circuit

J.2.1 General

Where the conductors utilized by a particular intrinsically safe or energy-limited circuit are readily identifiable within a cable carrying more than one intrinsically safe circuit, only the cable parameters related to those specific conductors should be considered.

J.2.2 Type A cables

When all the conductors utilized in a circuit are within one screen, only the interconnections of the conductors within that screen and to that screen should be considered. Where the conductors are within more than one screen, measurement should be made utilizing all the relevant conductors within the relevant screens.

J.2.3 Type B cables

When the conductors utilized for a particular circuit can be clearly identified, measurement should be made only on those conductors. Where a clear identification cannot be made, all the possible combinations of the conductors used in that particular intrinsically safe circuit should be considered.

J.2.4 Type C cables

Measurement should be made on all conductors and any screens associated with the intrinsically safe systems which can be interconnected by the two short-circuit faults which have to be considered.

Where relevant conductors are not clearly identifiable, the testing should be extended to the possible combinations of the total number of conductors and screens associated with the three interconnected circuits.

J.3 FISCO

The effective capacitance of the bus cable results from the capacitance per meter C' for the capacitance between the two conductors. If the cable contains a screen an additional capacitance per meter needs to be considered.

The calculation of the capacitance depends on the electrical connection of bus cable and screen. If the bus circuit is isolated from the earthed screen or if the screen is arranged symmetrically between the plus and minus of the supply unit (Fieldbus balanced about ground), not only the capacitance conductor/conductor but also the series capacitance from the conductor/screen and screen/conductor is to be allowed for. The following is obtained

$$C' = C'_{\text{conductor/conductor}} + 0,5C'_{\text{conductor/screen}}$$

If the screen is connected with one pole of the supply unit, the following relation will result:

$$C' = C'_{\text{conductor/conductor}} + C'_{\text{conductor/screen}}$$

Annex K (normative)

Additional requirements for type of protection “op” – Optical radiation

K.1 General

Where an enclosure is fitted with a light transmitting part, any optical radiation escaping from the enclosure shall be “op is”.

K.2 Inherently safe optical radiation “op is”

K.2.1 General

Inherently safe optical radiation means radiation that is incapable of supplying sufficient energy under normal or specified fault conditions to ignite a specific explosive atmosphere. The concept is that beam strength is limited to below that required for ignition.

Ignition by optically irradiated particles in the air requires an amount of energy, power, or irradiance to be absorbed by the particle. The inherently safe concept applies to unconfined radiation or radiation inside optical equipment.

K.2.2 Change of cross sections

Reduction of the cross section of optical cables used in the installation is not permitted.

K.2.3 Coupler

The connection of optical cables in an optical coupler shall be made in such a way, that no additional energy can be introduced into the optical fibres.

K.3 Protected optical radiation “op pr”

K.3.1 General

This concept requires radiation to be confined inside the optical fibre or other transmission medium and is based on the assumption that there is no escape of radiation from the transmission medium. In this case the performance of the transmission medium defines the safety level of the system.

The risk analysis provides the safety requirements based on postulated conditions (fault conditions or normal operation).

Optical fibre may be used for situations where there are no postulated conditions such that an external force may cause a break of the protective barrier. Additional protective means (e.g. robust cabling, conduit or raceway) shall be used when external forces may cause a break during normal or abnormal operations. The risk analysis will dictate the protective measures required to prevent a break and escape of radiation.

NOTE The optical fibre protects the release of optical radiation into the atmosphere during normal operating conditions. For foreseeable malfunctions this can be provided by additional armouring, conduit, cable tray, or raceway.

K.3.2 Radiation inside enclosures

Incendive radiation inside enclosures is acceptable if the enclosure complies with a recognised type of protection for electrical equipment where an ignition source may be present inside the enclosure, i.e. flameproof “d”, pressurized “p”, or restricted breathing “nR”.

K.4 Optical radiation interlocked with optical breakage “op sh”

This type of protection is applicable when the radiation is not inherently safe and uses an interlock to cut-off the transmission if the confinement fails. The cut off occurs on a time scale suitably shorter than the ignition delay time.

The above concept shall comply with IEC 60079-28.

Annex L
(informative)

Examples of dust layers of excessive thickness

Annex L provides four examples of excessively thick dust layers (see Figure L.1).

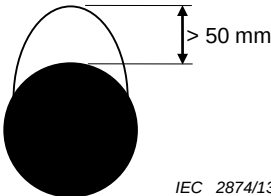
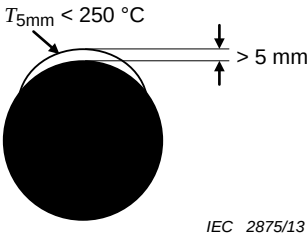
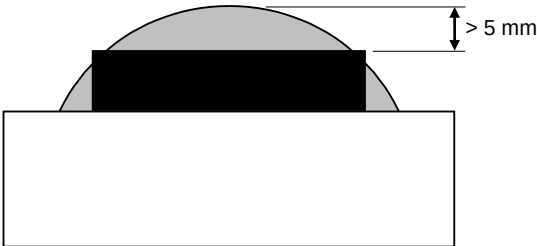
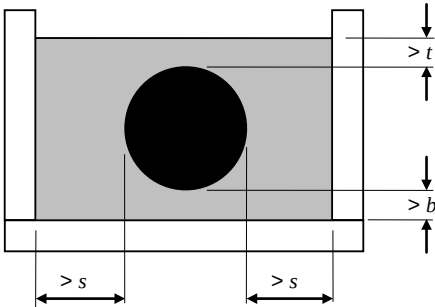
 IEC 2874/13	Figure L.1a – Excessive layer on top of equipment
 IEC 2875/13	Figure L.1b – Excessive layer on top of equipment due to low ignition temperature of the dust
 IEC 2876/13	Figure L.1c – Excessive layer at the sides of equipment
 IEC 2877/13	Figure L.1d – Completely submerged equipment Dimensions <i>b</i>, <i>s</i> and <i>t</i> to be limited by laboratory investigation

Figure L.1 – Examples for dust layers of excessive thickness
with the requirement of laboratory investigation

Annex M **(informative)**

Hybrid mixtures

M.1 General

A hybrid mixture is a combined mixture of a flammable gas or vapour with a dust or flyings. This hybrid mixture may behave differently than the gas/vapour or dust individually. The number of situations that may be encountered in industry will be highly variable and as such it is not practical to provide specific guidance. However Annex M provides guidance on issues that should be considered when hybrid mixtures are found.

M.2 Concentration limits

A hybrid mixture may form an explosive atmosphere outside the individual explosive limits of the gas/vapour or explosive concentrations for the dust. It is recommended, unless further data is available, that a hybrid mixture is considered explosive if the concentration of the gas/vapour exceeds 25 % of the LEL or the concentration of the dust exceeds 25 % of the MEC.

M.3 Energy/temperature limits

Where a hybrid mixture exists the minimum ignition parameters such as MIE and auto-igniting temperature for gas/vapour or minimum ignition temperature of a dust cloud could be lower than any component parameter in the mixture. In the absence of other information the parameters used should be the lowest of any component in the mixture.

M.4 Selection of equipment

Equipment should be selected that as a minimum requirement meets the criteria for both the gas/vapour and dust components concerned. Care should be taken with assessment of the required temperature class considering that a dust layer may increase the temperature of the equipment above that normally assessed for the gas / vapour condition on its own. This may either be due to an increase in the surface temperature of an enclosure or the internal component temperatures. The gas/vapour temperature class assigned to equipment that has alternative ratings for both gas/vapour and dust hazards is not valid where the enclosure is subject to dust layers.

M.5 Use of flameproof equipment

When using flameproof equipment in a hybrid mixture be aware that the flame transmission is not verified with an external explosive dust atmosphere and the protection technique may also be compromised due to dust in the flame path which may result in the ejection of hot particles.

M.6 Electrostatic hazard

Consideration should be given to equipment that is marked with a warning concerning electrostatic hazards to ensure that the dust conditions do not create electrostatic hazards.

M.7 Installation requirements

Cabling, cable glands, electrical protection and other installation factors should meet the requirements for both the gas/vapour and dust components concerned.

Bibliography

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC/TS 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide*

IEC/TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures "p"*

IEC 60079-5, *Explosive atmospheres – Part 5: Equipment protection by powder filling "q"*

IEC 60079-29-2, *Explosive atmospheres – Part 29-2: Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen*

IEC 60079-30-2, *Explosive atmospheres - Part 30-2: Electrical resistance trace heating - Application guide for design, installation and maintenance*

IEC 60079-31, *Explosive atmospheres – Part 31: Equipment dust ignition protection by enclosure "t"*

IEC 60332-2-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 2-2: Test for vertical flame propagation for a single small insulated wire or cable – Procedure for diffusion flame*

IEC 60332-3 (all parts), *Tests on electric cables under fire conditions*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60614-2-1, *Specification for conduits for electrical installations – Part 2-1: Particular specifications for conduits – Metal conduits*

IEC 60614-2-5, *Specification for conduits for electrical installations – Part 2-5: Particular specifications for conduits – Flexible conduits*

IEC 60742, *Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements*

IEC 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*

IEC 61008-1, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules*

IEC 61010-1, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61024-1, *Protection of structures against lightning – Part 1: General principles*

IEC 61241 (all parts), *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust*

IEC 61241-1, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 1: Protection by enclosures “tD”*

IEC 61241-2-1, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 2: Test methods – Section 1: Methods for determining the minimum ignition temperatures of dust*

IEC 61241-4, *Electrical apparatus for combustible dust atmospheres – Part 4: Type of protection “pD”*

IEC 61241-11, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 11: Protection by intrinsic safety “iD”*

IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

ISO 10807, *Pipework – Corrugated flexible metallic hose assemblies for the protection of electric cables in explosive atmospheres*

CENELEC/EN 50272-2, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*

CLC/TR 50427, *Assessment of inadvertent ignition of flammable atmospheres by radio-frequency radiation – Guide*

CENELEC/TR 50404, *Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	147
INTRODUCTION.....	152
1 Domaine d'application	155
2 Références normatives	156
3 Termes et définitions	157
3.1 Généralités	158
3.2 Emplacements dangereux	158
3.3 Enveloppes antidéflagrantes	159
3.4 Sécurité augmentée	160
3.5 Sécurité intrinsèque	160
3.6 Paramètres de sécurité intrinsèque	161
3.7 Surpression interne	161
3.8 Mode de protection "n"	162
3.9 immersion dans l'huile "o"	162
3.10 remplissage pulvérulent "q"	162
3.11 encapsulage "m"	162
3.12 protection par enveloppe "t"	162
3.13 Systèmes d'alimentation électrique	163
3.14 Matériel.....	163
3.15 identification de fréquence radioélectrique RFID (radio-frequency identification)	163
4 Généralités	164
4.1 Exigences générales	164
4.2 Documentation	165
4.3 Inspection initiale	166
4.4 Assurance de la conformité du matériel	166
4.4.1 Matériel certifié conforme aux normes CEI.....	166
4.4.2 Matériel non certifié conforme aux normes CEI.....	166
4.4.3 Sélection d'un matériel réparé, d'occasion ou existant	167
4.5 Qualifications du personnel	167
5 Sélection de matériel	167
5.1 Exigences relatives aux informations	167
5.2 Zones	168
5.3 Relation entre les niveaux de protection du matériel (EPL) et les zones.....	168
5.4 Sélection du matériel selon les EPL	168
5.4.1 Généralités	168
5.4.2 Relation entre les EPL et les modes de protection	168
5.4.3 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL "Ga" ou "Da"	170
5.4.4 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL "Gb" ou "Db"	170
5.4.5 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL "Gc" ou "Dc"	170
5.5 Sélection en fonction du groupe du matériel.....	170
5.6 Sélection en fonction de la température d'inflammation du gaz, de la vapeur ou de la poussière et de la température ambiante	171
5.6.1 Généralités	171

5.6.2	Gaz ou vapeur	171
5.6.3	Poussière	172
5.7	Sélection de matériels rayonnants	174
5.7.1	Généralités	174
5.7.2	Processus d'inflammation	174
5.8	Sélection de matériels à ultrasons	175
5.8.1	Généralités	175
5.8.2	Processus d'inflammation	175
5.9	Choix pour couvrir les influences externes	175
5.10	Choix du matériel transportable, portable et personnel.....	176
5.10.1	Généralités	176
5.10.2	Matériel transportable et portable	177
5.10.3	Matériel personnel	177
5.11	Machines électriques tournantes.....	178
5.11.1	Généralités	178
5.11.2	Facteurs environnementaux pour l'installation de machine "Ex"	178
5.11.3	Alimentation et connexions auxiliaires, mise à la terre	178
5.11.4	Moteurs alimentés par un convertisseur de tension.....	179
5.11.5	Commutation des moteurs au-dessus de 1kV	179
5.12	Luminaires	180
5.13	Prises de courant.....	181
5.13.1	Généralités	181
5.13.2	Exigences spécifiques pour les atmosphères de poussières explosives	181
5.13.3	Emplacement.....	181
5.14	Éléments et batteries	181
5.14.1	Charge d'éléments et batteries secondaires.....	181
5.14.2	Ventilation	181
5.15	Étiquettes RFID	182
5.15.1	Généralités	182
5.15.2	Étiquettes RFID passives.....	182
5.15.3	Montage des étiquettes RFID.....	182
5.16	Matériel de détection de gaz	182
6	Protection contre les étincelles d'inflammation dangereuses.....	182
6.1	Métaux légers en tant que matériaux de construction.....	182
6.2	Danger lié aux parties actives	183
6.3	Danger lié aux parties conductrices exposées et extérieures	183
6.3.1	Généralités	183
6.3.2	Schéma de liaison à la terre TN.....	183
6.3.3	Schéma de liaison à la terre TT	184
6.3.4	Schéma de liaison à la terre IT	184
6.3.5	Schémas TBTS et TBTP.....	184
6.3.6	Séparation électrique.....	184
6.3.7	Matériel électrique non Ex au-dessus des emplacements dangereux	184
6.4	Egalisation de potentiel.....	185
6.4.1	Généralités	185
6.4.2	Liaison temporaire	186

6.5	Electricité statique	186
6.5.1	Généralités	186
6.5.2	Prévention de l'accumulation de charge électrostatique sur les pièces de construction et de protection des emplacements exigeant les EPL "Ga", "Gb" et "Gc"	186
6.5.3	Prévention de l'accumulation de charge électrostatique sur les pièces de construction et de protection des emplacements exigeant les EPL "Da", "Db" et "Dc"	188
6.6	Protection contre la foudre	188
6.7	Rayonnements électromagnétiques.....	188
6.7.1	Généralités	188
6.7.2	Fréquences radioélectriques reçues dans les emplacements dangereux	189
6.8	Protection cathodique des parties métalliques	189
6.9	Inflammation par rayonnement optique	190
7	Protection électrique.....	190
8	Coupures et sectionnement	190
8.1	Généralités	190
8.2	Coupures	190
8.3	Sectionnement.....	191
9	Câbles et systèmes de câblage	191
9.1	Généralités	191
9.2	Conducteurs en aluminium.....	191
9.3	Câbles	191
9.3.1	Généralités	191
9.3.2	Câbles pour installations fixes	192
9.3.3	Câbles souples pour les installations fixes (à l'exclusion des circuits de sécurité intrinsèque)	192
9.3.4	Câbles souples alimentant les matériels transportables et portables (à l'exclusion des circuits de sécurité intrinsèque)	193
9.3.5	Câbles isolés (à l'exclusion des circuits de sécurité intrinsèque)	193
9.3.6	Lignes aériennes	193
9.3.7	Protection contre les dommages	193
9.3.8	Température de surface des câbles	194
9.3.9	Résistance à la propagation des flammes.....	194
9.4	Systèmes de conduits	194
9.5	Exigences supplémentaires.....	196
9.6	Exigences d'installation.....	196
9.6.1	Circuits traversant un emplacement dangereux.....	196
9.6.2	Terminaisons	196
9.6.3	Conducteurs inutilisés	196
9.6.4	Ouvertures dans les parois	196
9.6.5	Passage et accumulation d'agents inflammables	196
9.6.6	Accumulation de poussière	197
10	Systèmes d'entrée de câble et éléments d'obturation.....	197
10.1	Généralités	197
10.2	Sélection des entrées de câble	197
10.3	Connexions des câbles au matériel.....	198

10.4	Exigences supplémentaires pour les entrées autres que Ex "d", Ex "t" ou Ex "nR"	199
10.5	Ouvertures inutilisées	199
10.6	Exigences supplémentaires relatives au mode de protection "d" – Enveloppes antidéflagrantes	200
10.6.1	Généralités	200
10.6.2	Sélection des entrées de câble	200
10.7	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "t" – Protection par enveloppe	201
10.8	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "nR" – Enveloppe à respiration limitée	201
11	Machines électriques tournantes	201
11.1	Généralités	201
11.2	Moteurs avec mode de protection "d" – Enveloppes antidéflagrantes	202
11.2.1	Moteurs avec alimentation par convertisseur	202
11.2.2	Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)	202
11.3	Moteurs avec mode de protection "e" – Sécurité augmentée	203
11.3.1	Alimentés par le réseau	203
11.3.2	Capteurs de température des enroulements	204
11.3.3	Machines ayant une tension assignée supérieure à 1 kV	204
11.3.4	Moteurs avec alimentation par convertisseur	204
11.3.5	Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)	205
11.4	Moteurs avec mode de protection "p" et "pD" – Enveloppes à surpression interne	205
11.4.1	Moteurs avec alimentation par convertisseur	205
11.4.2	Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)	205
11.5	Moteurs avec mode de protection "t" – Protection par enveloppes alimentées à une fréquence et une tension variables	206
11.5.1	Moteurs avec alimentation par convertisseur	206
11.5.2	Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)	206
11.6	Moteurs avec mode de protection "nA" – Matériel non producteur d'étincelles	207
11.6.1	Moteurs avec alimentation par convertisseur	207
11.6.2	Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)	207
11.6.3	Machines ayant une tension assignée supérieure à 1 kV	207
12	Luminaires	208
13	Systèmes de chauffage électrique	208
13.1	Généralités	208
13.2	Surveillance de la température	208
13.3	Température limite	209
13.4	Dispositif de sécurité	209
13.5	Systèmes de traçage par résistance électrique	210
14	Exigences supplémentaires relatives au mode de protection "d" – Enveloppes antidéflagrantes	211
14.1	Généralités	211
14.2	Obstacles solides	211
14.3	Protection des joints antidéflagrants	212
14.4	Systèmes de conduits	212
15	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "e" – Sécurité augmentée	213
15.1	Généralités	213

15.2	Puissance dissipée maximale des enveloppes de bornier	213
15.3	Extrémités des conducteurs	214
15.4	Nombre maximal de conducteurs en fonction de la section et du courant continu admissible	214
16	Exigences supplémentaires relatives au mode de protection "i" – Sécurité intrinsèque	215
16.1	Généralités	215
16.2	Installations devant satisfaire aux exigences des EPL "Gb" ou "Gc" et "Db" ou "Dc"	216
16.2.1	Matériel	216
16.2.2	Câbles	217
16.2.3	Mise à la terre des circuits de sécurité intrinsèque	221
16.2.4	Vérification des circuits de sécurité intrinsèque	222
16.3	Installations satisfaisant aux exigences des EPL "Ga" ou "Da"	224
16.4	Matériel simple	225
16.5	Borniers	227
16.5.1	Généralités	227
16.5.2	Borniers dotés d'un seul circuit de sécurité intrinsèque	227
16.5.3	Borniers dotés de plusieurs circuits de sécurité intrinsèque	227
16.5.4	Borniers dotés de circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque et de circuits de sécurité intrinsèque	227
16.5.5	Prises de courant utilisées pour les raccordements externes	228
16.6	Applications spéciales	228
17	Exigences complémentaires pour les enveloppes à surpression interne	228
17.1	Généralités	228
17.2	Mode de protection "p"	229
17.2.1	Généralités	229
17.2.2	Conduits	229
17.2.3	Actions à entreprendre en cas d'anomalie de la surpression	230
17.2.4	Enveloppes à surpression interne multiples avec dispositif de sécurité commun	233
17.2.5	Balayage	233
17.2.6	Gaz de protection	233
17.3	Mode de protection "pD"	234
17.3.1	Sources de gaz de protection	234
17.3.2	Arrêt automatique	234
17.3.3	Alarme	234
17.3.4	Source commune de gaz de protection	234
17.3.5	Mise sous tension de l'alimentation électrique	235
17.4	Salles pour atmosphère explosive gazeuse	235
17.4.1	Salles à surpression interne	235
17.4.2	Bâtiments pour analyseurs	236
18	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "n"	236
18.1	Généralités	236
18.2	Matériel "nR"	236
18.3	Combinaisons des bornes et des conducteurs pour raccordement général et des boîtiers de raccordement	237
18.4	Extrémités des conducteurs	237
19	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "o" – Immersion dans l'huile	237

19.1	Généralités	237
19.2	Raccordements externes	238
20	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "q" – Remplissage pulvérulent	238
21	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "m" – Encapsulage	238
22	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "op" – Rayonnement optique	238
23	Exigences supplémentaires pour le mode de protection "t" – Protection par enveloppe.....	238
Annexe A (normative) Connaissances, compétences et qualifications des personnes responsables, des opérateurs/techniciens et des concepteurs.....		
A.1	Domaine d'application.....	240
A.2	Connaissances et compétences.....	240
A.2.1	Personnes responsables.....	240
A.2.2	Opérateurs/techniciens (sélection et construction)	240
A.2.3	Concepteurs (conception et construction)	241
A.3	Qualifications	241
A.3.1	Généralités	241
A.3.2	Personnes responsables.....	241
A.3.3	Opérateurs/techniciens	241
A.3.4	Concepteurs	242
A.4	Evaluation.....	242
Annexe B (informative) Recommandations pour une procédure de travail en toute sécurité pour les atmosphères explosives gazeuses		
Annexe C (normative) Inspection initiale – Plans d'inspection spécifiques au matériel		
Annexe D (informative) Installations électriques dans des conditions de température ambiante extrêmement basse		
D.1	Généralités	249
D.2	Câbles	249
D.3	Systèmes de traçage par résistance électrique	249
D.4	Systèmes d'éclairage	249
D.4.1	Généralités	249
D.4.2	Éclairages de sécurité	249
D.5	Machines tournantes électriques.....	249
Annexe E (informative) Essai de respiration limitée des câbles		
E.1	Procédure d'essai	250
Annexe F (informative) Installation des systèmes de traçage par résistance électrique		
F.1	Généralités	251
F.2	Définitions.....	251
F.2.1	Système de traçage par résistance électrique.....	251
F.2.2	Composants du système.....	251
F.2.3	Résistances de traçage fabriquées sur site.....	251
F.2.4	Emplacement des capteurs.....	252
F.2.5	Isolation thermique	252
F.2.6	Aspects liés au personnel	252
F.3	Exigences générales.....	252
F.4	Exigences pour les EPL "Gb", "Gc", "Db" et "Dc"	253
F.4.1	Généralités	253
F.4.2	Conception stabilisée.....	253

F.4.3	Conception contrôlée	254
F.5	Informations sur la conception	254
F.5.1	Dessins et documents d'informations sur la conception	254
F.5.2	Listes des tuyauteries et diagrammes de charge de configuration isométrique ou du réchauffeur	255
F.6	Contrôles de réception	256
F.6.1	Réception des matériaux	256
F.6.2	Essais préalables à l'installation	256
F.6.3	Examen visuel	256
F.6.4	Essai de résistance d'isolement	256
F.6.5	Remplacement de composants	256
F.6.6	Emplacement de l'alimentation électrique	257
F.7	Installation des résistances de traçage	258
F.7.1	Généralités	258
F.7.2	Connexions et terminaisons	258
F.7.3	Extrémités des conducteurs	259
F.8	Installation du matériel de contrôle et de surveillance	260
F.8.1	Vérification de la pertinence du matériel	260
F.8.2	Considérations relatives au capteur	260
F.8.3	Fonctionnement, étalonnage et accès au régulateur	263
F.9	Installation du système d'isolation thermique	264
F.9.1	Généralités	264
F.9.2	Travaux préparatoires	264
F.10	Installation du câblage de distribution et coordination avec les circuits de branchement	264
F.10.1	Généralités	264
F.10.2	Étiquetage/Identification	264
F.11	Revue d'installation finale	265
F.11.1	Modifications nécessaires	265
F.11.2	Essai de résistance d'isolement du circuit sur site (chantier)	265
F.11.3	Inspection visuelle	265
F.12	Mise en service	265
F.12.1	Vérifications préalables à la mise en service	265
F.12.2	Vérification fonctionnelle et documentation finale	265
Annexe G (normative)	Évaluation des risques de décharge potentielle de l'enroulement du stator – Facteurs de risque d'inflammation	269
Annexe H (normative)	Vérification des circuits de sécurité intrinsèque possédant plusieurs matériels associés avec des caractéristiques courant/tension linéaires	270
H.1	Généralités	270
H.2	Sécurité intrinsèque avec le niveau de protection "ib"	270
H.3	Sécurité intrinsèque avec le niveau de protection "ic"	270
Annexe I (informative)	Méthodes de détermination des tensions et des courants maximaux du système dans les circuits de sécurité intrinsèque utilisés avec plusieurs matériels associés possédant des caractéristiques de courant/tension linéaires (comme exigé à l'Annexe H)	271
I.1	Circuits de sécurité intrinsèque possédant des caractéristiques de courant/tension linéaires	271
I.2	Circuits de sécurité intrinsèque possédant des caractéristiques de courant/tension non linéaires	273
Annexe J (informative)	Détermination des paramètres des câbles	274

J.1	Mesures	274
J.2	Câbles contenant plusieurs circuits de sécurité intrinsèque	274
J.2.1	Généralités	274
J.2.2	Câbles de type A	275
J.2.3	Câbles de type B	275
J.2.4	Câbles de type C	275
J.3	FISCO	275
Annexe K (normative) Exigences supplémentaires pour le mode de protection "op" –		
	Rayonnement optique	276
K.1	Généralités	276
K.2	Rayonnement optique de sécurité intrinsèque "op is"	276
K.2.1	Généralités	276
K.2.2	Modification des sections transversales	276
K.2.3	Coupleur	276
K.3	Rayonnements optiques protégés "op pr"	276
K.3.1	Généralités	276
K.3.2	Rayonnements à l'intérieur des enveloppes	277
K.4	Rayonnements optiques verrouillés avec rupture optique "op sh"	277
Annexe L (informative) Exemples de couches de poussières d'épaisseur excessive		
Annexe M (informative) Mélanges hybrides		
M.1	Généralités	279
M.2	Limites de concentration	279
M.3	Limites énergie/température	279
M.4	Sélection de matériel	279
M.5	Utilisation du matériel antidéflagrant	279
M.6	Danger électrostatique	280
M.7	Exigences d'installation	280
Bibliographie		
Figure 1 – Corrélation entre la température maximale de surface admissible et l'épaisseur des couches de poussière		
Figure 2 – Mise à la terre des écrans conducteur		
Figure F.1 – Installation typique du capteur de commande et du capteur pour la limitation de la température		
Figure F.2 – Capteur du dispositif de limitation de la température sur la gaine de la résistance de traçage		
Figure F.3 – Capteur du dispositif de limitation en tant que point chaud artificiel		
Figure I.1 – Connexion série – Somme des tensions		
Figure I.2 – Connexion parallèle – Somme des courants		
Figure I.3 – Connexions série et parallèle – Somme des tensions et somme des courants		
Figure L.1 – Exemples de couches de poussières d'épaisseur excessive avec exigence d'étude en laboratoire		
Tableau 1 – Niveaux de protection du matériel (EPL) lorsque seules les zones sont assignées		
Tableau 2 – Relation par défaut entre les modes de protection et les EPL		

Tableau 3 – Relation entre la subdivision de gaz/vapeur ou poussière et le groupe de matériel	171
Tableau 4 – Relation entre la température d'inflammation du gaz ou de la vapeur et la classe de température du matériel	172
Tableau 5 – Limitation des surfaces	187
Tableau 6 – Diamètre maximum ou largeur maximale	187
Tableau 7 – Limitation de l'épaisseur de la couche non métallique	188
Tableau 8 – Seuils de puissance de fréquence radioélectrique	189
Tableau 9 – Seuils d'énergie de fréquence radioélectrique	189
Tableau 10 – Sélection du mode de protection des entrées de câble, des adaptateurs et des éléments d'obturation en fonction du mode de protection de l'enveloppe	198
Tableau 11 – Relation entre niveau de protection, groupe de matériel et protection contre la pénétration	201
Tableau 12 – Exigences relatives aux systèmes de surveillance de la température	209
Tableau 13 – Distance minimale d'obstruction par rapport aux joints à brides antidéflagrants en fonction du groupe de gaz présent dans l'emplacement dangereux	211
Tableau 14 – Exemple de disposition définie de borne/conducteur – Nombre maximal de fils en fonction de la section et du courant continu admissible	215
Tableau 15 – Variation de la puissance maximale dissipée en fonction de la température ambiante pour le Groupe de matériel II	226
Tableau 16 – Détermination du mode de protection (avec un dégagement ininflammable dans l'enveloppe)	229
Tableau 17 – Utilisation de barrières contre les étincelles et les particules	230
Tableau 18 – Synthèse des exigences de protection pour les enveloppes sans source de dégagement interne	231
Tableau 19 – Synthèse des exigences de protection des enveloppes	234
Tableau C.1 – Plan d'inspection pour Ex "d", Ex "e", Ex "n" et Ex "t"	244
Tableau C.2 – Plan d'inspection initiale des installations Ex "i"	246
Tableau C.3 – Plan d'inspection des installations Ex "p" et "pD"	247
Tableau F.1 – Vérifications préalables à l'installation	257
Tableau F.2 – Enregistrement d'installation des systèmes de traçage par résistance électrique – Exemple	267
Tableau G.1 – Facteurs de risque d'inflammation	269

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

**Partie 14: Conception, sélection et
construction des installations électriques**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60079-14 a été établie par le sous-comité 31J: Classification des emplacements dangereux et exigences d'installation, du comité d'études 31 de la CEI: Équipements pour atmosphères explosives.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2007, dont elle constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

		Type		
Modifications significatives	Article / paragraphe	Modifications mineures et éditoriales	Extension	Modifications techniques majeures
Introduction de l'inspection initiale	Domaine d'application		X	
Introduction de la définition de "matériel électrique"	3.1.3	X		
Introduction de la définition de "mélange hybride"	3.2.4		X	
Note ajoutée à la définition "matériel associé"	3.5.2	X		
Introduction de la définition "identification de fréquence radioélectrique"	3.15	X		
Liste des documents améliorés et développés: site, matériel, installation et personnel	4.2	X		
Nouveau paragraphe pour l'inspection initiale	4.3		X	
Exigences spécifiques données dans la présente norme basées sur l'édition en cours des normes CEI de la série CEI 60079.	4.4.1.2	X		
Nouveaux critères de sélection des matériels rayonnants conformément à la CEI 60079-0	5.7		X	
Nouveaux critères de sélection des matériels à ultrasons conformément à la CEI 60079-0	5.8		X	
Exigences spécifiques pour les éléments et batteries utilisés dans les matériels transportables, portables et personnels conformes à la CEI 60079-11	5.10			C1
Nouvelle structure pour la sélection de machines électriques tournantes	5.11	X		
Nouveaux critères de sélection des éléments et batteries	5.14		X	
Nouveaux critères de sélection des étiquettes d'identification de fréquence radioélectrique	5.15		X	
Nouveaux critères de sélection du matériel de détection de gaz	5.16		X	
Les exigences de composition du matériel de l'installation métallique alignées sur les exigences en matière de métaux légers conformément à la CEI 60079-0.	6.1		X	
Au-dessus de l'emplacement dangereux, la restriction de 3,5 m est supprimée	6.3.7	X		
Nouvelle structure des exigences en matière d'électricité statique conformément à la CEI 60079-0 ajoutée	6.5		X	
Nouvelles exigences en matière de rayonnements électromagnétiques conformément à la CEI 60079-0	6.7		X	
Amélioration du texte relatif aux câbles et aux câbles pour câblages fixes et flexibles destinés aux installations fixes, afin de faciliter la lecture	9.3.1 9.3.2 9.3.3	X		

		Type		
Modifications significatives	Article / paragraphe	Modifications mineures et éditoriales	Extension	Modifications techniques majeures
Nouvelle structure des exigences en matière de système d'entrée de câble et d'éléments d'obturation avec les paragraphes	10			
– Généralités	10.1			
– Connexion des câbles au matériel	10.2			
– Sélection des entrées de câble avec le nouveau Tableau 10	10.3			
– Exigences supplémentaires pour les entrées de câble autres que Ex "d", Ex "t" ou Ex "nR"	10.4			
	10.5			
– Exigences supplémentaires pour Ex "d"	10.6			
– Exigences supplémentaires pour Ex "t"	10.7			
– Exigences supplémentaires pour Ex "nR"	10.8			
Nouvelle structure des exigences en matière de machines électriques tournantes pour tous les types de protection	11		X	
Nouvelle structure des exigences relatives aux systèmes de chauffage électriques, y compris la surveillance de la température, la température limite, les dispositifs de sécurité et les exigences supplémentaires relatives au système de traçage par résistance électrique	13		X	
Nouvel article, accompagné d'un exemple, visant à limiter la puissance de dissipation des borniers en fonction du nombre de fils, selon la section et le courant continu admissible.	15.4		X	
Amélioration du texte relatif au matériel simple avec sa définition, ses limites et la variation de la puissance dissipée maximale en fonction de la température ambiante, et une autre équation permettant de calculer la température maximale de surface.	16.4		X	
Nouvelles exigences relatives aux borniers, si ces derniers sont composés de plusieurs circuits de sécurité intrinsèque visant à éviter les courts circuits entre les circuits de sécurité intrinsèque indépendants	16.5			C2
Amélioration du texte relatif aux borniers dotés de circuits de sécurité intrinsèque et de circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque	16.5.4	X		
Nouveau paragraphe relatif aux salles à surpression interne et aux bâtiments pour analyseurs	17.4		X	
Nouvel article relatif au rayonnement optique	22		X	
Nouvelle Annexe relative à l'inspection initiale avec un plan d'inspection spécifique au matériel pour tous les types de protection	Annexe C		X	
Nouvelle Annexe relative aux installations électriques dans des conditions de température ambiante extrêmement basse	Annexe D		X	
Nouvelle Annexe relative à la migration restreinte des gaz par les câbles	Annexe E		X	
Nouvelle Annexe relative à l'installation des systèmes de traçage par résistance électrique	Annexe F		X	
Nouvelle Annexe relative aux exigences de type de protection "op" – Rayonnement optique	Annexe K		X	
Nouvelle Annexe relative aux mélanges hybrides	Annexe M		X	

Explication des types de modifications significatives:	
A) Définitions	
1. Modifications mineures et éditoriales:	– Clarification – Réduction des exigences techniques – Modification technique mineure – Corrections éditoriales
Il s'agit de modifications des exigences de manière éditoriale ou technique mineure. Il s'agit de modifier la formulation afin de clarifier les exigences techniques sans apporter de modification technique ou diminuer le niveau d'exigence technique existante	
2. Extension:	– Ajout d'options techniques
Il s'agit d'ajouter de nouvelles exigences techniques ou de modifier les exigences techniques existantes, de manière à proposer de nouvelles options, sans augmenter les exigences relatives à la conception, à la sélection et à la construction des installations existantes en totale conformité avec la norme précédente. Par conséquent, ces exigences ne sont pas à prendre en considération pour les installations existantes conformes à l'édition précédente.	
3. Modifications techniques majeures:	– Ajout d'exigences techniques – Augmentation des exigences techniques
Il s'agit de modifications apportées aux exigences techniques (ajout, hausse du niveau ou retrait) de manière à ce qu'une installation existante conforme à l'édition précédente ne soit pas toujours en mesure de satisfaire aux exigences énoncées dans l'édition ultérieure. Ces modifications sont à prendre en compte pour les installations existantes conformes à la précédente édition. Des informations supplémentaires relatives à ces modifications sont données en B) ci-dessous. Ces modifications représentent les connaissances technologiques en cours. Toutefois, il convient qu'elles n'aient normalement aucune influence sur les installations existantes.	
B) Informations relatives aux origines des "modifications techniques majeures"	
C1 Compte tenu du risque de gazéification, à l'origine de la production d'hydrogène depuis tous les types d'élément, des dispositions adaptées sont indispensables en matière de ventilation, dans la mesure où la gazéification peut générer des conditions explosives dans les enceintes confinées. Ces conditions s'appliquent aux torches, aux multimètres, aux capteurs de gaz de poche et aux éléments analogues. En variante, si le matériel satisfait aux exigences du Groupe de matériel IIC, les exigences relatives aux orifices de dégazage ou à la limitation de la concentration en hydrogène ne s'appliquent pas. C2 Un circuit individuel de sécurité intrinsèque est également sûr dans les conditions de court-circuit. Le court-circuit entre deux circuits indépendants de sécurité intrinsèque n'est pas pris en compte. Par conséquent, les borniers sont tenus de satisfaire à des exigences supplémentaires en matière de degré IP et d'impact mécanique afin de s'assurer de l'intégrité de l'enveloppe également dans les conditions les plus défavorables.	

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31J/225/FDIS	31J/230/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la CEI 60079, publiées sous le titre général *Atmosphères explosives*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

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

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

INTRODUCTION

Les mesures préventives pour réduire le risque d'explosion lié à des matières inflammables sont basées sur trois principes, qui sont normalement appliqués dans l'ordre suivant:

- 1) la substitution
- 2) la maîtrise
- 3) la réduction

La substitution implique, par exemple, le remplacement d'une matière inflammable par une autre qui ne l'est pas ou qui l'est moins.

La maîtrise implique, par exemple:

- a) la réduction de la quantité de matières inflammables;
- b) l'évitement ou la réduction des dégagements;
- c) le contrôle des dégagements;
- d) la prévention de la formation d'une atmosphère explosive;
- e) le recueil et le confinement des dégagements; et
- f) l'évitement des sources d'inflammation.

NOTE 1 A l'exception du point f), tous les autres points susmentionnés font partie du processus de classement des emplacements dangereux.

La réduction implique, par exemple:

- 1) la réduction du nombre de personnes exposées;
- 2) la prise de mesures pour éviter la propagation d'une explosion;
- 3) la mise en place de systèmes de décharge de la pression d'une explosion;
- 4) la mise en place de systèmes de suppression de la pression d'une explosion; et
- 5) la fourniture d'équipements de protection individuelle adaptés.

NOTE 2 Les points ci-dessus font partie de la gestion des conséquences d'un risque pris en considération.

Une fois que les principes de substitution et de maîtrise (points a) à e)) ont été appliqués, il convient de classer les emplacements dangereux persistant en zones selon la probabilité de la présence d'une atmosphère explosive (voir la CEI 60079-10-1 ou la CEI 60079-10-2). Un tel classement qui peut être utilisé en association avec l'évaluation des conséquences d'une inflammation permet de déterminer des niveaux de protection de matériel et ainsi les modes de protection appropriés à spécifier en chaque emplacement.

Pour qu'une explosion se produise, il est nécessaire qu'une atmosphère explosive et une source d'inflammation coexistent. Les mesures de protection visent à réduire à un niveau acceptable la probabilité qu'une installation électrique devienne une source d'inflammation.

Une conception rigoureuse de l'installation électrique permet plus souvent de mieux situer le matériel électrique dans des emplacements moins dangereux ou non dangereux.

Si un matériel électrique est installé dans des emplacements où des concentrations explosives et des quantités de gaz, de vapeurs ou de poussières inflammables peuvent être présentes dans l'atmosphère, des mesures de protection sont appliquées pour réduire la probabilité d'explosion due à une inflammation par arcs, étincelles ou surfaces chaudes, produites soit en fonctionnement normal soit dans des conditions spécifiées de défaut.

De nombreuses poussières qui sont générées, traitées, manipulées et stockées sont combustibles. Une fois enflammées, elles peuvent brûler rapidement et avec un pouvoir

explosif considérable si elles sont mélangées à l'air dans des proportions appropriées. Il est souvent nécessaire d'utiliser des matériels électriques dans des lieux où de telles matières sont présentes, et il convient par conséquent que des précautions adaptées soient mises en place pour s'assurer que ces matériels sont protégés correctement afin de réduire la probabilité d'inflammation de l'atmosphère explosive externe. Dans le matériel électrique, les sources d'inflammation potentielles comprennent les arcs et étincelles électriques, les surfaces chaudes et les étincelles dues au frottement.

Les poussières peuvent être enflammées par le matériel de plusieurs manières:

- par les surfaces du matériel qui sont au-dessus de la température minimale d'inflammation de la poussière concernée. La température à laquelle une poussière donnée s'enflamme varie en fonction des propriétés de la poussière, de sa forme en nuage ou couche, de l'épaisseur de la couche et de la géométrie de la source de chaleur;
- par la formation d'arcs ou d'étincelles engendrés par des éléments électriques tels que des interrupteurs, des contacts, des commutateurs, des balais ou autres;
- par la décharge de charges électrostatiques accumulées;
- par de l'énergie rayonnée (par exemple, un rayonnement électromagnétique);
- par des étincelles dues à des phénomènes mécaniques ou de frottement provenant du matériel.

Afin d'éviter les dangers résultant de l'inflammation de poussières, il est important que:

- la température des surfaces sur lesquelles la poussière peut se déposer ou qui peuvent être en contact avec un nuage de poussière, soit maintenue au-dessous de la limite de température spécifiée dans la présente norme;
- tout élément à l'origine d'étincelles électriques ou tout élément dont la température dépasse la limite de température spécifiée dans la présente norme:
 - soient placés dans une enveloppe qui protège convenablement contre la pénétration de poussières, ou
 - que l'énergie des circuits électriques soit limitée de sorte que soient évités les arcs, les étincelles ou les températures capables d'enflammer la poussière;
- toute autre source d'inflammation soit évitée.

Plusieurs modes de protection sont disponibles pour le matériel électrique situé dans les emplacements dangereux (voir la CEI 60079-0) et la présente norme établit les exigences spécifiques pour la conception, la sélection et la construction des installations électriques dans des atmosphères explosives.

La présente partie de la CEI 60079 complète les autres normes CEI appropriées, par exemple, la série CEI 60364 pour les exigences des installations électriques. La présente partie fait aussi référence à la CEI 60079-0 et à ses normes associées pour les exigences relatives à la construction, aux essais et au marquage des matériels électriques appropriés.

La présente norme établit les exigences spécifiques de conception, de sélection, de construction et d'inspection initiale exigée du matériel électrique dans les emplacements dangereux. La présente norme repose également sur le respect des instructions du constructeur. Les aspects relatifs à l'inspection, la maintenance et la réparation en cours jouent également un rôle important dans le contrôle des installations en emplacements dangereux, et l'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que la CEI 60079-17, la CEI 60079-19 et les instructions du constructeur apportent d'autres informations concernant ces aspects.

Dans toute installation industrielle, quelle que soit sa taille, il peut y avoir de nombreuses sources d'inflammation, autres que celles associées au matériel électrique. Des précautions peuvent être nécessaires pour assurer la sécurité vis-à-vis d'autres sources d'inflammation

potentielles, mais des recommandations dans ce domaine ne relèvent pas du domaine d'application de la présente norme.

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 60079 contient les exigences spécifiques de conception, de sélection, de construction et d'inspection initiale applicables aux installations électriques situées ou en relation avec des atmosphères explosives.

Lorsque le matériel est tenu de satisfaire à d'autres conditions environnementales, par exemple, la protection contre la pénétration de l'eau et la résistance à la corrosion, des exigences de protection supplémentaires peuvent être nécessaires.

Les exigences de la présente norme s'appliquent uniquement à l'utilisation de matériels dans des conditions atmosphériques normalisées telles que définies dans la CEI 60079-0. Pour d'autres conditions, des précautions complémentaires peuvent être nécessaires, et il convient de certifier le matériel pour ces mêmes conditions. Par exemple, la plupart des matières inflammables et beaucoup de matières normalement réputées ininflammables sont susceptibles de brûler violemment dans des conditions enrichies en oxygène.

NOTE 1 Les conditions atmosphériques normalisées définies dans la CEI 60079-0 sont liées aux caractéristiques explosives de l'atmosphère et pas à la plage de fonctionnement du matériel, c'est-à-dire

- la température: -20 °C à 60 °C ;
- la pression: 80 kPa ($0,8\text{ bar}$) à 110 kPa ($1,1\text{ bar}$); et
- l'air à teneur normale en oxygène, en général $21\text{ \% v/v}$.

Ces exigences complètent celles relatives aux installations dans les emplacements non dangereux.

NOTE 2 Pour des tensions allant jusqu'à $1\,000\text{ V c.a.}$ ou 500 V c.c. , les exigences de la présente norme reposent sur les exigences d'installation de la série CEI 60364, mais d'autres exigences nationales pertinentes peuvent s'appliquer.

La présente norme est applicable à tout matériel électrique fixe, portable, transportable et personnel et aux installations permanentes ou temporaires.

La présente norme ne s'applique pas

- aux installations électriques situées dans des mines grisouteuses;

NOTE 3 La présente norme peut s'appliquer aux installations électriques situées dans des mines qui peuvent générer des atmosphères explosives sous forme de gaz autres que du grisou, et aux installations électriques situées dans les sites de surface des mines.

- aux situations intrinsèquement explosives et aux poussières issues de substances explosives ou pyrophoriques (la fabrication et le traitement d'explosifs, par exemple);
- aux salles utilisées à des fins médicales;
- aux installations électriques situées dans des emplacements où le danger provient d'un brouillard inflammable.

NOTE 4 Des recommandations supplémentaires relatives aux exigences en matière de dangers liés aux mélanges hybrides de poussières ou d'éléments en suspension dans l'air et de gaz ou vapeur inflammables sont fournies à l'Annexe M.

La présente norme ne tient pas compte des risques toxiques associés aux gaz, liquides et poussières inflammables présents dans des concentrations habituellement bien inférieures à la limite inférieure d'explosivité. Sur les sites où le personnel peut être exposé à des concentrations potentiellement toxiques de matières inflammables, il convient de prendre des précautions appropriées. Ces précautions ne relèvent pas du domaine d'application de la présente norme.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

CEI 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60060-1, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

CEI 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

CEI 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*

CEI 60079-1, *Atmosphères explosives – Partie 1: Protection du matériel par enveloppes antidéflagrantes "d"*

CEI 60079-6, *Atmosphères explosives – Partie 6: Protection du matériel par immersion dans l'huile "o"*

CEI 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection de l'équipement par sécurité augmentée "e"*

CEI 60079-10-1, *Atmosphères explosives – Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses*

CEI 60079-10-2, *Atmosphères explosives – Partie 10-2: Classement des emplacements – Atmosphères explosives poussiéreuses*

CEI 60079-11, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i"*

CEI 60079-13, *Atmosphères explosives – Partie 13: Protection du matériel par salle à surpression interne "p"*

CEI 60079-15, *Atmosphères explosives – Partie 15: Protection du matériel par mode de protection "n"*

CEI/TR 60079-16, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 16: Ventilation artificielle pour la protection des bâtiments pour analyseur(s)*

CEI 60079-17, *Atmosphères explosives – Partie 17: Inspection et entretien des installations électriques*

CEI 60079-18, *Atmosphères explosives – Partie 18: Protection du matériel par encapsulage "m"*

CEI 60079-19, *Atmosphères explosives – Partie 19: Réparation, révision et remise en état de l'appareil*

CEI 60079-26, *Atmosphères explosives – Partie 26: Matériel d'un niveau de protection du matériel (EPL) Ga*

CEI 60079-28, *Atmosphères explosives – Partie 28: Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique*

CEI 60079-29-1, *Atmosphères explosives – Partie 29-1: Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz inflammables*

CEI 60079-29-4, *Atmosphères explosives – Partie 29-4: Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz inflammables à chemin ouvert*

CEI 60079-30-1, *Atmosphères explosives – Partie 30-1: Traçage par résistance électrique – Exigences générales et d'essais*

CEI 60243-1, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60332-1-2, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé – Procédure pour flamme à prémélange de 1 kW*

CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques basse tension*

CEI 60364-4-41:2005, *Installations électriques basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60950 (toutes les parties), *Matériel de traitement de l'information – Sécurité*

CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Règles générales*

CEI 61285, *Commande des processus industriels – Sécurité des bâtiments pour analyseurs*

CEI 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V – Partie 2-6: Règles particulières et essais pour les transformateurs de sécurité et les blocs d'alimentation incorporant des transformateurs de sécurité*

CEI 62305-3:2010, *Protection contre la foudre – Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60079-0, ainsi que les suivants, s'appliquent.

NOTE Des définitions supplémentaires applicables aux atmosphères explosives peuvent être trouvées dans la CEI 60050-426.

3.1 Généralités

3.1.1

organisme compétent

individu ou organisme faisant preuve des connaissances techniques appropriées et de l'expertise pertinente nécessaires pour pouvoir réaliser les analyses exigées des aspects de sécurité à l'étude

3.1.2

dossier de vérification

ensemble de documents montrant la conformité du matériel électrique et des installations

3.1.3

matériel électrique

éléments appliqués en totalité ou en partie pour l'utilisation de l'énergie électrique

Note 1 à l'article: En font partie, entre autres, les objets destinés à la production, à la transmission, à la distribution, au stockage, à la mesure, à la régulation, à la transformation et à la consommation de l'énergie électrique, y compris pour les télécommunications.

3.2 Emplacements dangereux

3.2.1

emplacement dangereux

emplacement dans lequel une atmosphère explosive est présente, ou dans lequel on peut s'attendre qu'elle soit présente, en quantité suffisante pour nécessiter des précautions particulières en matière de construction, d'installation et d'utilisation de matériel

Note 1 à l'article: Pour les besoins de la présente norme, un emplacement est une région ou un espace tridimensionnel.

3.2.2

emplacement non dangereux

emplacement dans lequel on ne s'attend pas à ce qu'une atmosphère explosive soit présente en quantité suffisante pour nécessiter des précautions particulières en matière de construction, d'installation et d'utilisation de matériel

3.2.3

groupe <d'un matériel électrique pour atmosphères explosives>

classement du matériel électrique relatif à l'atmosphère explosive dans laquelle il est à utiliser

Note 1 à l'article: Les matériels électriques destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives sont répartis en trois groupes:

- Groupe I pour le matériel électrique destiné aux mines grisouteuses;
- Groupe II (qui peut être divisé en sous-groupes) pour le matériel électrique destiné à des lieux en atmosphères explosives gazeuses autres que les mines grisouteuses (voir 5.5);
- Groupe III (qui peut être divisé en sous-groupes) pour le matériel électrique destiné à des lieux en atmosphères explosives gazeuses (voir 5.5).

3.2.4

mélange hybride

mélange de gaz ou de vapeur inflammable avec une poussière combustible

Note 1 à l'article: Conformément à la CEI 60079-10-2, le terme "poussière" englobe les poussières et les éléments en suspension dans l'air.

3.2.5

température maximale de surface admissible

température la plus élevée que la surface d'un matériel électrique peut atteindre en service normal pour éviter une inflammation

Note 1 à l'article: Cette définition ne s'applique pas aux gaz. La température maximale de surface admissible dépend du type de poussière, sous forme de nuage ou en couche, y compris de l'épaisseur de la couche et de l'application d'un facteur de sécurité (voir 5.6.3).

3.2.6

zones

emplacements dangereux classés en zones basées sur la fréquence d'apparition et la durée de persistance d'une atmosphère explosive

3.2.7

zone 0

emplacement dans lequel une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz ou de vapeur est présente continuellement, pendant de longues périodes ou fréquemment

3.2.8

zone 1

emplacement dans lequel une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz ou de vapeur est susceptible d'apparaître occasionnellement en fonctionnement normal

3.2.9

zone 2

emplacement dans lequel une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz ou de vapeur n'est pas susceptible d'apparaître en fonctionnement normal, mais où si cette atmosphère apparaît néanmoins, ce ne sera que pendant une courte période

3.2.10

zone 20

emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous la forme d'un nuage de poussières dans l'air est présente continuellement ou pendant de longues périodes ou fréquemment

3.2.11

zone 21

emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous la forme d'un nuage de poussières dans l'air est susceptible d'apparaître occasionnellement en fonctionnement normal

3.2.12

zone 22

emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous la forme d'un nuage de poussières dans l'air n'est pas susceptible d'apparaître en fonctionnement normal, mais où si cette atmosphère apparaît néanmoins, ce ne sera que pendant une courte période

3.3 Enveloppes antidéflagrantes

3.3.1

enveloppe antidéflagrante "d"

mode de protection dans lequel les parties pouvant enflammer une atmosphère explosive gazeuse sont placées dans une enveloppe capable de supporter la pression engendrée au cours d'une explosion interne d'un mélange explosif et qui empêche la transmission de l'explosion à l'atmosphère explosive gazeuse entourant l'enveloppe

3.3.2

phénomène de précompression

augmentation de pression dans un compartiment ou une subdivision d'une enveloppe, résultant d'une inflammation d'un mélange gazeux déjà comprimé, par exemple, à cause d'une inflammation antérieure dans un autre compartiment ou subdivision

Note 1 à l'article: Cela peut conduire à une pression maximale supérieure à celle à laquelle on pourrait s'attendre autrement.

3.4 Sécurité augmentée

3.4.1

sécurité augmentée "e"

mode de protection appliqué à un matériel électrique dans lequel des mesures supplémentaires sont prises pour prévenir avec un haut degré de sécurité, la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles en service normal ou dans des conditions anormales spécifiées

3.4.2

courant initial de démarrage

I_A

valeur efficace la plus élevée du courant absorbée par un moteur à courant alternatif au repos ou par un aimant à courant alternatif bloqué dans son armature dans la position d'entrefer maximal, lorsqu'il est alimenté sous sa tension assignée et à sa fréquence assignée

3.4.3

rapport du courant de démarrage

I_A/I_N

rapport du courant initial de démarrage I_A et du courant assigné I_N

3.4.4

temps

t_E

temps nécessaire pour qu'un enroulement de rotor ou de stator alimenté en courant alternatif atteigne, sous son courant initial de démarrage I_A , la température limite en partant de la température d'équilibre au régime assigné et à la température ambiante maximale

3.5 Sécurité intrinsèque

3.5.1

sécurité intrinsèque "i"

mode de protection basé sur la limitation de l'énergie électrique dans le matériel et dans les connexions placés dans une atmosphère explosive, à un niveau inférieur à celui qui peut être la cause d'une inflammation tant par étincelle que par effet thermique

3.5.2

matériel associé

matériel électrique qui contient à la fois des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits qui ne le sont pas, et qui est construit de telle sorte que les circuits qui ne sont pas à sécurité intrinsèque ne puissent pas affecter les circuits à sécurité intrinsèque

Note 1 à l'article: Le matériel associé peut être:

- un matériel électrique doté d'un autre type de protection indiqué dans la CEI 60079-0 utilisé dans l'atmosphère explosive appropriée, ou
- un matériel électrique dépourvu de ce type de protection et qui, par conséquent, n'est en principe pas utilisé dans une atmosphère explosive, par exemple, un enregistreur ne se trouvant pas lui-même dans une atmosphère explosive, mais qui est connecté à un thermocouple placé dans ladite atmosphère lorsque seul le circuit d'entrée de l'enregistreur présente une sécurité intrinsèque.

3.5.3

matériel de sécurité intrinsèque

matériel électrique dans lequel tous les circuits sont de sécurité intrinsèque

3.5.4**isolation galvanique**

dispositif à l'intérieur d'un matériel de sécurité intrinsèque ou d'un matériel associé qui permet le transfert des signaux ou de l'alimentation entre deux circuits sans aucune connexion électrique directe entre les deux circuits

Note 1 à l'article: L'isolation galvanique utilise souvent le magnétisme (transformateur ou relais) ou des optocoupleurs.

3.5.5**matériel simple**

composant ou association de composants électriques de construction simple impliquant des paramètres électriques bien définis, compatible avec la sécurité intrinsèque ou la sécurité à puissance limitée du circuit dans lequel il est utilisé

3.5.6**circuit de sécurité intrinsèque**

circuit dans lequel une étincelle ou un effet thermique généré dans les conditions spécifiées dans la CEI 60079-11, incluant le fonctionnement normal et les conditions de défaut spécifiées, n'est pas en mesure de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée

Note 1 à l'article: Le circuit peut aussi comprendre du matériel associé.

3.5.7**système électrique de sécurité intrinsèque**

association de matériels électriques interconnectés, décrite dans un document descriptif système, dans lequel les circuits ou les parties de circuits, destinés à être utilisés en atmosphère explosive, sont de sécurité intrinsèque

3.5.8**sous-circuit de sécurité intrinsèque**

partie d'un circuit de sécurité intrinsèque isolée galvaniquement d'une autre partie ou d'autres parties du même circuit de sécurité intrinsèque

3.6 Paramètres de sécurité intrinsèque**3.6.1****rapport entre l'inductance externe maximale et la résistance**

$$L_o/R_o$$

valeur maximale du rapport entre l'inductance et la résistance d'un circuit qui peut être connecté aux éléments de raccordement externes du matériel électrique sans invalider la sécurité intrinsèque

3.7 Suppression interne**3.7.1****suppression interne "p"**

technique qui consiste à empêcher la pénétration de l'atmosphère extérieure à l'intérieur du matériel, en maintenant à l'intérieur de l'enveloppe un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère extérieure

3.7.2**dilution continue**

alimentation permanente en gaz de protection, après balayage, afin de maintenir à l'intérieur de l'enveloppe à suppression interne la concentration d'une substance inflammable à une valeur en dehors des limites d'explosivité pour toute source d'inflammation potentielle (c'est-à-dire à l'extérieur de la zone de dilution)

Note 1 à l'article: La zone de dilution est une zone à proximité d'une source interne de dégagement où la concentration d'une substance inflammable n'a pas encore été abaissée à une teneur sûre.

3.7.3

compensation de fuite

alimentation en gaz de protection suffisante pour compenser toute fuite de l'enveloppe à surpression interne et de ses canalisations

3.7.4

surpression interne statique

maintien d'une surpression dans l'enveloppe à surpression interne sans addition de gaz de protection dans l'emplacement dangereux

3.8 Mode de protection "n"

3.8.1

mode de protection "n"

mode de protection appliqué à un matériel électrique de manière qu'en fonctionnement normal et dans certaines conditions anormales spécifiées, il ne puisse enflammer une atmosphère explosive environnante

Note 1 à l'article: De plus, les exigences de la norme relative à ce matériel ont pour but de garantir qu'un défaut capable de provoquer une inflammation ne peut probablement pas se présenter.

Note 2 à l'article: Un luminaire avec une ampoule défectueuse peut être un exemple de condition anormale spécifiée.

3.8.2

matériel à puissance limitée

matériel électrique dont les circuits et les composants sont construits en accord avec le concept de la limitation d'énergie

3.8.3

matériel associé à puissance limitée

matériel électrique qui contient à la fois des circuits à puissance limitée et à puissance non limitée et qui est construit de telle sorte que les circuits à puissance non limitée ne peuvent pas affecter négativement les circuits à puissance limitée

3.9 immersion dans l'huile "o"

mode de protection dans lequel le matériel électrique ou ses composants sont immergés dans un liquide de protection de telle sorte qu'une atmosphère explosive gazeuse qui peut être située au-dessus du liquide ou hors de l'enveloppe ne peut pas être enflammée

3.10 remplissage pulvérulent "q"

mode de protection dans lequel les parties susceptibles d'enflammer une atmosphère explosive gazeuse sont en position fixe et sont complètement noyées dans un matériau de remplissage de telle sorte que l'inflammation d'une atmosphère explosive externe soit empêchée

Note 1 à l'article: Le mode de protection peut ne pas empêcher la pénétration de l'atmosphère explosive gazeuse environnante dans le matériel et les composants et son inflammation par les circuits. Cependant, du fait des petits volumes libres dans le matériau de remplissage et du fait de l'extinction d'une flamme qui peut se propager à travers les cheminements dans le matériau de remplissage, une explosion externe est empêchée.

3.11 encapsulage "m"

mode de protection dans lequel les parties du matériel qui sont capables d'enflammer une atmosphère explosive par étincelle ou par échauffement sont enfermées dans un composé de telle sorte que l'atmosphère explosive ne peut pas être enflammée, dans les conditions de fonctionnement ou d'installation

3.12 protection par enveloppe "t"

mode de protection dans lequel tout le matériel électrique est protégé par une enveloppe pour empêcher l'inflammation d'une couche ou d'un nuage de poussière

3.13 Systèmes d'alimentation électrique

3.13.1

schéma à très basse tension de protection

TBTP

schéma électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la très basse tension:

- dans des conditions normales, et
- dans des conditions de défaut simple, à l'exception des défauts à la terre dans les autres circuits électriques

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-32]

3.13.2

schéma à très basse tension de sécurité

TBTS

schéma électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la très basse tension:

- dans des conditions normales, et
- dans des conditions de défaut simple, y compris les défauts à la terre dans les autres circuits électriques

[SOURCE: CEI 60050-826:2004, 826-12-31]

3.14 Matériel

3.14.1

fixe

matériel scellé à un support ou fixé d'une autre manière à un endroit précis lorsqu'il est sous tension

3.14.2

transportable

matériel qui n'est pas destiné à être porté par une personne ni prévu pour une installation fixe et qui peut être déplacé lorsqu'il est sous tension

3.14.3

portable

matériel destiné à être porté par une personne et qui peut être déplacé lorsqu'il est sous tension

3.14.4

personnel

matériel destiné à être porté par une personne pendant son utilisation normale

3.15 identification de fréquence radioélectrique

RFID (radio-frequency identification)

technologie de collecte de données utilisant des étiquettes mémoire pour stocker les données

Note 1 à l'article: L'étiquette, également appelée "étiquette électronique", "transpondeur" ou "plaque d'identification", est composée d'une puce RFID fixée à une antenne. En transmettant dans les plages kilohertz, mégahertz et gigahertz, les étiquettes peuvent être alimentées par batterie ou tirer leur puissance des ondes radioélectriques provenant du lecteur.

Note 2 à l'article: Cette note s'applique uniquement à la langue française.

4 Généralités

4.1 Exigences générales

Les emplacements dangereux sont classés en zones 0, 1 et 2 pour les gaz et vapeurs conformément à la CEI 60079-10-1, et en zones 20, 21 et 22 pour les poussières combustibles conformément à la CEI 60079-10-2, afin de faciliter la sélection du matériel électrique approprié et la conception d'installations électriques pertinentes.

Il convient que le matériel électrique soit placé, autant qu'il est raisonnablement possible, dans des emplacements non dangereux. Lorsque cela n'est pas possible, il convient qu'il soit situé dans un emplacement où la probabilité d'existence d'une atmosphère explosive est la plus faible.

Les installations électriques situées dans les emplacements dangereux doivent également satisfaire aux exigences appropriées relatives aux installations dans les emplacements non dangereux. Toutefois, les exigences relatives aux emplacements non dangereux ne suffisent pas pour des installations dans des emplacements dangereux.

Lorsqu'une protection supplémentaire est exigée pour satisfaire à d'autres conditions environnementales, par exemple, une protection contre l'entrée d'eau et la résistance à la corrosion, la méthode utilisée ne doit pas altérer l'intégrité du matériel. Les appareils et matériels électriques doivent être installés et utilisés dans les limites de leurs caractéristiques assignées de puissance, de tension, de courant, de fréquence, de service et toutes autres caractéristiques dont la non-conformité pourrait compromettre la sécurité de l'installation. Une attention particulière doit notamment être accordée au fait que la tension et la fréquence conviennent au système d'alimentation auquel le matériel est raccordé et que la classe de température ait été établie pour une tension et une fréquence correctes, et d'autres paramètres.

Les produits utilisés dans des emplacements dangereux sont couramment conçus pour des tensions normalisées CEI conformes à la CEI 60038. Si une tension d'alimentation n'entre pas dans le cadre de ces tensions normalisées, il convient alors de sélectionner et certifier spécialement le matériel.

Tous les matériels et appareils de câblage électriques utilisés dans des emplacements dangereux doivent être sélectionnés et installés conformément aux Articles 5 à 13 inclus, et aux exigences supplémentaires concernant le mode de protection concerné (Articles 14 à 23).

Il convient que les installations soient conçues et que les appareils et matériels soient installés de façon à être facilement accessibles en vue de l'inspection et de l'entretien (voir la CEI 60079-17).

Il n'est pas nécessaire que les matériels et les systèmes utilisés dans des circonstances exceptionnelles, par exemple, pour des opérations de recherche, de développement, dans des sites pilotes où le matériel protégé contre l'explosion n'est pas disponible, satisfassent aux exigences de la présente norme, à condition que l'installation soit placée sous la supervision d'un organisme compétent, et le cas échéant, respecte une ou plusieurs des conditions suivantes:

- prise de mesures visant à assurer qu'une atmosphère explosive n'apparaît pas, ou
- prise de mesures visant à s'assurer que le matériel est débranché avant l'apparition d'une atmosphère explosive, auquel cas l'inflammation consécutive au débranchement, par exemple, due à la surchauffe de certains éléments, doit également être empêchée, ou
- prise de mesures visant à s'assurer que les personnes et l'environnement ne sont pas soumis à des risques d'incendie ou d'explosion.

En outre, les mesures, les conditions ou le contrôle doivent être définis par écrit par un organisme compétent qui:

- est familiarisé avec les exigences applicables à ce type d'application, et avec toutes autres normes et tout autre code de pratique appropriés concernant l'utilisation de matériels et de systèmes électriques destinés à être employés dans des emplacements dangereux, et
- a accès à toutes les informations nécessaires pour procéder à l'évaluation.

4.2 Documentation

Il est nécessaire de s'assurer que toute installation est conforme au certificat de matériel approprié (voir également Article 5), ainsi qu'à la présente norme et à toutes les autres exigences spécifiques au site sur lequel est située l'installation. Pour atteindre ce résultat, un dossier de vérification doit être préparé pour chaque installation et ce dossier doit être soit conservé dans les locaux, soit archivé en un autre endroit. Dans ce dernier cas, un document doit être disponible dans les locaux, indiquant qui est (sont) le(s) propriétaire(s) et où l'information est gardée, afin que lorsque cela est exigé, des copies puissent être obtenues.

NOTE Le dossier de vérification peut être conservé sous la forme d'une copie papier ou au format électronique. Les méthodes acceptées par la législation de chaque pays peuvent influencer sur la forme sous laquelle la documentation est acceptée légalement.

Pour installer ou étendre correctement une installation existante, il est nécessaire, le cas échéant, de disposer comme partie intégrante du dossier de vérification, des informations suivantes en plus de celles exigées dans des emplacements non dangereux:

SITE

- documents de classement de l'emplacement (voir la CEI 60079-10-1 et la CEI 60079-10-2) avec des plans montrant le classement et l'extension des emplacements dangereux, ainsi que le classement en zones (et l'épaisseur maximale admissible de la couche de poussière si le danger est lié aux poussières);
- évaluation facultative des conséquences de l'inflammation (voir 5.3);
- le cas échéant, le classement du gaz, de la vapeur ou de la poussière par rapport au groupe ou au sous-groupe du matériel électrique;
- la classe de température ou la température d'inflammation du gaz ou de la vapeur concernée;
- le cas échéant, les caractéristiques des matériaux, y compris la résistivité électrique, la température minimale d'inflammation du nuage de poussière, la température minimale d'inflammation de la couche de poussière et l'énergie minimale d'inflammation du nuage de poussière;
- les influences externes et la température ambiante (voir 5.9).

MATÉRIEL

- les instructions du constructeur pour la sélection, l'installation et l'inspection initiale;
- les documents relatifs aux matériels électriques présentant des conditions d'utilisation particulières, par exemple, pour les matériels dont les numéros de certificat comportent le suffixe "X";
- les documents descriptifs relatifs au système de sécurité intrinsèque (voir 16.2.4.2);
- les détails des calculs appropriés, par exemple, débits de balayage pour les instruments ou les bâtiments pour analyseurs;
- la déclaration du constructeur/de la personne compétente (voir 4.4.2).

Il convient d'accorder une attention particulière à l'obtention d'informations pour l'entretien et la réparation afin de satisfaire aux exigences de la CEI 60079-17 et de la CEI 60079-19 respectivement.

INSTALLATION

- les informations nécessaires à une installation correcte des matériels, fournies sous une forme compréhensible par le personnel responsable de cette activité (voir les instructions de la CEI 60079-0);
- la documentation relative à l'adéquation du matériel pour l'emplacement et l'environnement auxquels il est exposé, par exemple, les températures nominales, le mode de protection, le degré IP, la résistance à la corrosion;
- les plans montrant les types et les détails des systèmes de câblage;
- les enregistrements des critères de sélection des systèmes d'entrée de câble pour la conformité aux exigences applicables au mode particulier de protection;
- les plans et tables relatifs à l'identification des circuits;
- les enregistrements de l'inspection initiale (Annexe C).
- la déclaration du constructeur/de la personne compétente (voir 4.5)

NOTE Les enregistrements de l'inspection des assemblages ou des éléments préinstallés peuvent être acceptés dans le cadre des enregistrements de l'inspection initiale.

4.3 Inspection initiale

Le matériel doit être installé en conformité avec sa documentation. Il doit être garanti que les éléments remplaçables sont de type et de caractéristiques assignées corrects. Au terme du montage et avant la première utilisation, le matériel et l'installation doivent faire l'objet d'une inspection initiale approfondie conformément à l'Annexe C, selon le niveau d'inspection "détaillé" de la CEI 60079-17.

NOTE La CEI 60079-17 contient des informations complémentaires relatives à l'inspection initiale.

4.4 Assurance de la conformité du matériel

4.4.1 Matériel certifié conforme aux normes CEI

4.4.1.1 Généralités

Le matériel certifié conforme à la série CEI 60079 ou CEI 61241 satisfait aux exigences des emplacements dangereux lorsqu'il est sélectionné et installé conformément à la présente norme.

4.4.1.2 Normes CEI

Les exigences données dans la présente norme sont basées sur les éditions en cours des normes CEI de la série CEI 60079. Si le matériel n'est pas certifié conforme aux éditions en cours de la série CEI 60079, il peut ne pas être conforme aux exigences de la présente norme. Il peut être exigé qu'il convient d'appliquer des mesures supplémentaires pour assurer un fonctionnement sûr.

NOTE Des informations relatives aux éditions en cours des normes CEI, tant pour la sécurité des produits que pour le matériel en atmosphère explosive, peuvent être obtenues sur le site Web de la CEI. Des informations relatives aux modifications apportées aux éditions précédentes sont données dans l'avant-propos des normes.

4.4.2 Matériel non certifié conforme aux normes CEI

Hormis le matériel simple utilisé dans un circuit de sécurité intrinsèque, la sélection de matériels pour emplacement dangereux non certifiés ou certifiés, mais non conformes à l'une des normes mentionnées en 4.4.1, doit être limitée aux cas où un matériel à certification adaptée ne peut pas être obtenu. La justification de l'utilisation d'un tel matériel, accompagnée des exigences d'installation et de marquage, doit être effectuée par l'utilisateur, le constructeur ou une tierce partie et elle doit être enregistrée dans le dossier de vérification. Dans ces conditions, les exigences suivantes de la présente norme peuvent ne pas être applicables.

4.4.3 Sélection d'un matériel réparé, d'occasion ou existant

Lorsqu'il est prévu d'installer un matériel existant, d'occasion ou réparé dans une nouvelle installation, ce matériel doit uniquement être réutilisé:

- s'il peut être vérifié qu'il n'a pas été modifié et que son état est conforme au contenu de la certification originale (y compris toute réparation ou tout entretien). Lorsqu'il y a doute concernant la non-modification du matériel, il convient de contacter le constructeur d'origine,
- si des modifications apportées aux normes de matériel pertinentes pour l'objet considéré n'exigent pas de précautions de sécurité supplémentaires, et
- si la base de la certification de ce produit ne va pas à l'encontre des exigences de la présente norme.

L'introduction d'un matériel dont les spécifications ne sont pas identiques à celles de l'installation existante peut induire la nécessité de déclarer l'installation comme étant "nouvelle".

Si un matériel possède une double certification (par exemple, matériel de sécurité intrinsèque et indépendamment, matériel antidéflagrant), il convient de prendre des précautions pour que le mode de protection utilisé pour sa nouvelle destination ne soit pas compromis par la façon dont il a été initialement installé, puis entretenu. Différents concepts de protection correspondent à différentes exigences de maintenance. Dans l'exemple ci-dessus, il convient d'utiliser le matériel initialement installé comme antidéflagrant en tant que tel uniquement, sauf s'il peut être vérifié que les composants de sécurité du circuit de sécurité intrinsèque n'ont pas été dégradés, par exemple, par une surtension aux bornes d'alimentation. Inversement, s'il a été installé à l'origine en tant que matériel de sécurité intrinsèque, avant qu'il puisse être utilisé en tant qu'antidéflagrant, il est alors nécessaire de vérifier que les trajets de flamme n'ont pas été dégradés.

4.5 Qualifications du personnel

La conception de l'installation, la sélection du matériel et le montage couverts par la présente norme doivent être effectués uniquement par un personnel dont la formation a intégré une instruction sur les différents modes de protection et pratiques d'installation, sur les règles pertinentes et réglementations applicables et sur les principes généraux de classement des emplacements. La compétence du personnel doit être adaptée au type de travail à entreprendre (voir Annexe A).

Une formation régulière et continue appropriée doit être apportée au personnel.

NOTE La compétence peut être démontrée dans le cadre d'un programme de formation et d'un programme d'évaluation répondant aux réglementations nationales, aux normes ou aux exigences de l'utilisateur.

5 Sélection de matériel

5.1 Exigences relatives aux informations

Pour sélectionner le matériel électrique approprié aux emplacements dangereux, les informations suivantes sont exigées:

- le classement de l'emplacement dangereux en y incluant le cas échéant, les exigences de niveau de protection du matériel;
- le cas échéant, le classement du gaz, de la vapeur ou de la poussière par rapport au groupe ou au sous-groupe du matériel électrique;
- la classe de température ou la température d'inflammation du gaz ou de la vapeur concernés;
- la température minimale d'inflammation du nuage de poussière et la température minimale d'inflammation de la couche de poussière;

- l'application prévue du matériel;
- les influences externes et la température ambiante.

Il est recommandé d'enregistrer les exigences des niveaux de protection du matériel (EPL – equipment protection level) sur le plan de classement des emplacements. Il convient également d'appliquer cela même si les conséquences n'ont pas fait l'objet d'une évaluation des risques (voir 5.3).

5.2 Zones

Les emplacements dangereux sont classés en zones. Le classement en zones ne tient pas compte des conséquences potentielles d'une explosion.

NOTE Les éditions de la présente norme antérieures à la CEI 60079-14: 2007 (édition 4) attribuaient des modes de protection aux zones, sur la base statistique selon laquelle plus la probabilité d'occurrence d'une atmosphère explosive est fréquente, plus le niveau de sécurité requis est alors élevé vis-à-vis de la possibilité d'une source d'inflammation.

5.3 Relation entre les niveaux de protection du matériel (EPL) et les zones

Si la documentation de classement des emplacements n'identifie que les zones, la relation entre les EPL et les zones du Tableau 1 doit alors être respectée.

Tableau 1 – Niveaux de protection du matériel (EPL) lorsque seules les zones sont assignées

Zone	Niveaux de protection du matériel (EPL)
0	"Ga"
1	"Ga" ou "Gb"
2	"Ga", "Gb" ou "Gc"
20	Da
21	"Da" ou "Db"
22	"Da", "Db" ou "Dc"

Lorsque les EPL sont identifiés dans la documentation de classement des emplacements, ces exigences pour la sélection du matériel doivent être suivies.

Comme variante à la relation donnée au Tableau 1 entre les EPL et les zones, les EPL peuvent être déterminés en fonction du risque, c'est-à-dire en tenant compte des conséquences d'une inflammation. Dans certaines circonstances, cela peut exiger un EPL plus élevé ou autoriser un EPL inférieur à celui défini au Tableau 1. Se reporter à la CEI 60079-10-1 et la CEI 60079-10-2.

5.4 Sélection du matériel selon les EPL

5.4.1 Généralités

Pour utiliser de nouvelles installations ou un nouveau matériel, la conformité du matériel doit être vérifiée selon 4.4.

5.4.2 Relation entre les EPL et les modes de protection

Des EPL par défaut ont été attribués aux modes de protection reconnus, conformes aux normes CEI, conformément au Tableau 2. Lorsque le matériel est marqué avec un code de mode de protection et un EPL différents de ceux donnés dans le Tableau 2, le marquage EPL du matériel doit alors prévaloir.

Tableau 2 – Relation par défaut entre les modes de protection et les EPL

EPL	Mode de protection	Code	Conformément à la
"Ga"	Sécurité intrinsèque	"ia"	CEI 60079-11
	Encapsulage	"ma"	CEI 60079-18
	Deux modes de protection indépendants, chacun satisfaisant à l'EPL "Gb"		CEI 60079-26
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique	"op is"	CEI 60079-28
	Protection spéciale	"sa"	CEI 60079-33
"Gb"	Enveloppes antidéflagrantes	"d"	CEI 60079-1
	Sécurité augmentée	"e"	CEI 60079-7
	Sécurité intrinsèque	"ib"	CEI 60079-11
	Encapsulage	"m" "mb"	CEI 60079-18
	Immersion dans l'huile	"o"	CEI 60079-6
	Enveloppes à surpression interne	"p", "px", "py", "pxb" ou "pyb"	CEI 60079-2
	Remplissage pulvérulent	"q"	CEI 60079-5
	Concept de bus de terrain de sécurité intrinsèque (FISCO)		CEI 60079-27
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique	"op is" "op sh" "op pr"	CEI 60079-28
	Protection spéciale	"sb"	CEI 60079-33
"Gc"	Sécurité intrinsèque	"ic"	CEI 60079-11
	Encapsulage	"mc"	CEI 60079-18
	Sans étincelle	"n" ou "nA"	CEI 60079-15
	Respiration limitée	"nR"	CEI 60079-15
	Limitation d'énergie	"nL"	CEI 60079-15
	Matériel susceptible de produire des étincelles	"nC"	CEI 60079-15
	Enveloppes à surpression interne	"pz" ou "pzc"	CEI 60079-2
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique	"op is" "op sh" "op pr"	CEI 60079-28
	Protection spéciale	"sc"	CEI 60079-33
"Da"	Encapsulage	"ma"	CEI 60079-18
	Protection par enveloppe	"ta"	CEI 60079-31
	Sécurité intrinsèque	"ia" ou "iaD"	CEI 60079-11 ou CEI 61241-11
	Protection spéciale	"sa"	CEI 60079-33
"Db"	Encapsulage	"mb"	CEI 60079-18
	Protection par enveloppe	"tb" ou "tD"	CEI 60079-31 CEI 61241-1
	Enveloppes à surpression interne	"pD"	CEI 61241-4
	Sécurité intrinsèque	"ib" ou "ibD"	CEI 60079-11 ou CEI 61241-11
	Protection spéciale	"sb"	CEI 60079-33

EPL	Mode de protection	Code	Conformément à la
"Dc"	Encapsulage	"mc"	CEI 60079-18
	Protection par enveloppe	"tc" ou "tD"	CEI 60079-31 CEI 61241-1
	Enveloppes à surpression interne	"pD"	CEI 61241-4
	Sécurité intrinsèque	"ic"	CEI 60079-11
	Protection spéciale	"sc"	CEI 60079-33
De nouveaux codes de marquage de protection avec identification des EPL peuvent être proposés à l'avenir.			

5.4.3 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL "Ga" ou "Da"

Les matériels et circuits électriques peuvent être utilisés dans des emplacements exigeant l'EPL "Ga" ou "Da" s'ils sont marqués comme étant respectivement d'EPL "Ga" ou "Da", ou s'ils utilisent un mode de protection figurant au Tableau 2 comme satisfaisant aux exigences de l'EPL "Ga" ou "Da", respectivement. L'installation doit satisfaire aux exigences de la présente norme en ce qui concerne le mode de protection employé. Lorsque "Ga" est marqué conformément à la CEI 60079-26 pour des modes de protection associés, l'installation doit simultanément satisfaire aux exigences de la présente norme en fonction des modes de protection employés.

5.4.4 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL "Gb" ou "Db"

Les matériels et circuits électriques peuvent être utilisés dans des emplacements exigeant l'EPL "Gb" ou "Db" s'ils sont marqués comme étant respectivement d'EPL "Ga" ou "Gb" et "Da" ou "Db" ou s'ils utilisent un mode de protection figurant au Tableau 2 comme satisfaisant aux exigences de l'EPL "Ga" ou "Gb" et "Da" ou "Db", respectivement. L'installation doit satisfaire aux exigences de la présente norme en ce qui concerne le mode de protection employé.

Lorsque le matériel satisfaisant aux exigences de l'EPL "Ga" ou "Da" est installé dans un emplacement qui exige seulement un matériel respectivement d'EPL "Gb" ou "Db", il doit être installé en totale conformité aux exigences de tous les modes de protection employés, sauf s'il diffère par les exigences additionnelles pour les techniques de protection individuelles.

5.4.5 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL "Gc" ou "Dc"

Les matériels et circuits électriques peuvent être utilisés dans des emplacements exigeant l'EPL "Gc" ou "Dc", respectivement, s'ils sont marqués comme étant d'EPL "Ga" ou "Gb" ou "Gc" et "Da" ou "Db" ou "Dc", respectivement, ou s'ils utilisent un mode de protection figurant au Tableau 2. L'installation doit satisfaire aux exigences de la présente norme appropriées au mode de protection employé.

Lorsque le matériel satisfaisant aux exigences d'EPL "Ga" ou "Gb" et "Da" ou "Db" respectivement est installé dans un emplacement qui exige seulement un matériel d'EPL "Gc" ou "Dc", il doit être installé en totale conformité aux exigences de tous les modes de protection employés, sauf s'il diffère par les exigences additionnelles pour les techniques de protection individuelles.

5.5 Sélection en fonction du groupe du matériel

Le matériel électrique doit être sélectionné conformément au Tableau 3.

Tableau 3 – Relation entre la subdivision de gaz/vapeur ou poussière et le groupe de matériel

Subdivision d'emplacement de gaz/vapeur ou poussière	Groupe de matériel autorisé
IIA	II, IIA, IIB ou IIC
IIB	II, IIB ou IIC
IIC	II ou IIC
IIIA	IIIA, IIIB ou IIIC
IIIB	IIIB ou IIIC
IIIC	IIIC

Lorsque le marquage d'un matériel électrique indique qu'il est adapté à un gaz ou à une vapeur spécifique, le matériel ne doit pas être utilisé avec d'autres gaz ou vapeurs sans une évaluation minutieuse menée par un organisme compétent et sans que les résultats de l'évaluation montrent qu'il est approprié à une telle utilisation.

5.6 Sélection en fonction de la température d'inflammation du gaz, de la vapeur ou de la poussière et de la température ambiante

5.6.1 Généralités

Le matériel électrique doit être sélectionné de telle sorte que sa température maximale de surface n'atteigne pas la température d'inflammation de tout gaz, toute vapeur ou toute poussière qui peuvent être présents.

Si le marquage du matériel électrique ne comprend pas une plage de températures ambiantes, le matériel est conçu pour une utilisation dans la plage de températures – 20 °C à + 40 °C. Si le marquage du matériel électrique comprend une plage de températures ambiantes, le matériel est conçu pour une utilisation dans cette plage.

Si la température ambiante se situe hors de la plage de températures, ou s'il y a une influence de température provenant d'autres facteurs, par exemple, la température du processus ou l'exposition au rayonnement solaire, l'effet sur le matériel doit être étudié et les mesures prises doivent être documentées.

En principe, les entrées de câble n'ont pas de marquage de classe de température ou de plage de températures ambiantes de fonctionnement. Elles ont en revanche une température de service assignée, et si celle-ci n'est pas marquée, la température de service est par défaut comprise entre – 20 °C et + 80 °C. Si différentes températures de service sont exigées, il convient de porter attention à l'adéquation de l'entrée de câble et des pièces associées pour de telles applications.

5.6.2 Gaz ou vapeur

Les symboles de classes de températures marqués sur le matériel électrique ont la signification indiquée au Tableau 4.

Tableau 4 – Relation entre la température d'inflammation du gaz ou de la vapeur et la classe de température du matériel

Classe de température exigée par le classement de l'emplacement	Température d'inflammation du gaz ou de la vapeur en °C	Classes de température du matériel admissibles
T1	> 450	T1 – T6
T2	> 300	T2 – T6
T3	> 200	T3 – T6
T4	> 135	T4 – T6
T5	> 100	T5 – T6
T6	> 85	T6

5.6.3 Poussière

5.6.3.1 Généralités

Les couches de poussière présentent deux particularités à mesure que l'épaisseur de la couche augmente: une réduction de la température minimale d'inflammation et une augmentation de l'isolation thermique.

La température maximale de surface admissible pour les matériels est déterminée par la déduction d'une marge de sécurité à partir de la température minimale d'inflammation de la poussière considérée, lorsqu'ils sont soumis aux essais conformément aux méthodes spécifiées dans la CEI 61241-2-1 (ISO/CEI 80079-20-2 à l'étude) pour le nuage et la couche de poussière.

Pour les installations où l'épaisseur de la couche est supérieure à 5 mm, la température maximale de surface doit être déterminée en faisant plus particulièrement référence à l'épaisseur de la couche et à toutes les caractéristiques du ou des matériaux utilisés. Des exemples de couches de poussières excessives peuvent être trouvés à l'Annexe L.

5.6.3.2 Limitations de température dues à la présence de nuages de poussière

La température maximale de surface du matériel soumis à une méthode d'essai sans poussière conformément à la CEI 60079-0 ne doit pas être supérieure aux deux tiers de la température minimale d'inflammation exprimée en degrés Celsius du mélange air/poussière concerné:

$$T_{\max} \leq 2/3 T_{CL}$$

où T_{CL} est la température minimale d'inflammation du nuage de poussière.

5.6.3.3 Limitation de température due à la présence de couches de poussière

Lorsque le matériel ne comporte pas de marquage indiquant l'épaisseur de la couche de poussière comme partie intégrante des caractéristiques assignées T, un facteur de sécurité doit être appliqué en tenant compte de l'épaisseur de la couche de poussière:

- jusqu'à 5 mm d'épaisseur:

Lorsque le matériel est soumis à la méthode d'essai sans poussière conformément à la CEI 60079-0, la température maximale de surface du matériel ne doit pas dépasser la température minimale d'inflammation de la couche de poussière considérée de 5 mm d'épaisseur diminuée de 75 °C:

$$T_{\max} \leq T_{5 \text{ mm}} - 75 \text{ °C}$$

où $T_{5\text{ mm}}$ est la température minimale d'inflammation de la couche de poussière de 5 mm.

- au-dessus de 5 mm et jusqu'à 50 mm d'épaisseur:

Lorsque des couches de poussière de plus de 5 mm peuvent se former sur le matériel, la température maximale de surface admissible doit être réduite. À titre de recommandation, des exemples de réduction de la température maximale de surface admissible du matériel utilisé en présence de poussières dont les températures minimales d'inflammation sont supérieures à 250 °C pour une couche de 5 mm, sont donnés dans le graphique ci-dessous (Figure 1) pour des épaisseurs de couche croissantes.

- Pour les couches de poussière de plus de 50 mm, voir 5.6.3.4

Avant d'appliquer les informations données à la Figure 1, il convient de se référer à la CEI 61241-2-1.

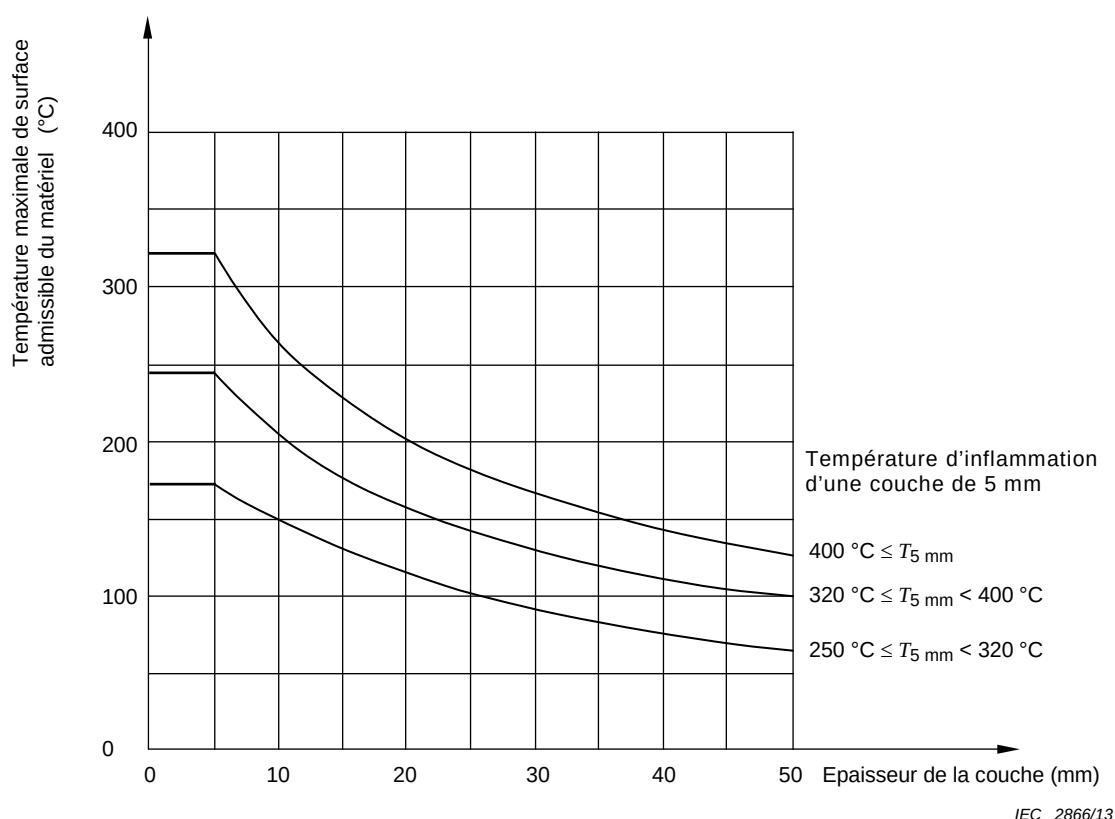


Figure 1 – Corrélation entre la température maximale de surface admissible et l'épaisseur des couches de poussière

Une vérification en laboratoire doit être effectuée pour le matériel lorsque la température d'inflammation d'une couche de 5 mm est inférieure à 250 °C, ou en cas de doute quant à l'application du graphique (voir 5.6.3.4).

5.6.3.4 Couches de poussière inévitables

Lorsqu'il n'est pas possible d'éviter la formation d'une couche de poussière sur les côtés ou en bas d'un matériel, ou si le matériel est entièrement submergé de poussière, une température de surface sensiblement inférieure peut être nécessaire en raison de l'effet isolant. Si un niveau de protection de matériel "Da" est exigé dans ce type de situations, toutes les exigences spécifiques de l'EPL "Da" doivent être satisfaites.

Pour les installations où l'épaisseur de la couche est supérieure à 50 mm, la température maximale de surface du matériel peut être identifiée par la température maximale de surface

T_L en référence à l'épaisseur de couche admise. Lorsque le matériel est identifié T_L pour une épaisseur de couche, la température d'inflammation des poussières combustibles, à l'épaisseur de couche L , doit être appliquée au lieu de $T_{5\text{ mm}}$. La température maximale de surface du matériel T_L doit être inférieure d'au moins 75 °C à la température d'inflammation des poussières, à l'épaisseur de couche L . Des exemples de couches de poussières excessives peuvent être trouvés à l'Annexe L.

5.7 Sélection de matériels rayonnants

5.7.1 Généralités

Les paramètres de sortie des lasers ou d'autres sources à ondes continues du matériel électrique d'EPL "Ga", "Da", "Gb" ou "Db" ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

- 5 mW/mm² ou 35 mW pour les lasers à ondes continues et les autres sources à ondes continues et
- 0,1 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou pour les sources de lumière à impulsions ayant des intervalles entre impulsions d'au moins 5 s.

Les paramètres de sortie des lasers ou d'autres sources à ondes continues du matériel électrique d'EPL "Gc" ou "Dc" ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

- 10 mW/mm² ou 35 mW pour les lasers à ondes continues et les autres sources à ondes continues et
- 0,5 mJ/mm² pour les lasers à impulsions ou pour les sources de lumière à impulsions.

NOTE 1 Les sources de rayonnement dont les intervalles entre impulsions sont inférieurs à 5 s sont considérées comme des sources à ondes continues.

NOTE 2 Ces valeurs sont issues de la CEI 60079-0.

Pour le matériel installé à l'extérieur, mais émettant un rayonnement dans un emplacement dangereux, les exigences de 5.7.1 doivent être appliquées.

Dans le cas d'un matériel situé à l'extérieur d'un emplacement dangereux ou certifié selon une édition de la CEI 60079-0 ou de la CEI 60079-28 lorsque cette exigence n'est pas spécifiée, ces valeurs peuvent être confirmées par le constructeur du matériel.

5.7.2 Processus d'inflammation

Les rayonnements dans le domaine spectral optique, particulièrement en cas de focalisation, peuvent devenir une source d'inflammation.

Le rayonnement solaire par exemple, peut initier une inflammation si des objets concentrent le rayonnement (par exemple, un miroir concave, des lentilles, etc.).

Le rayonnement des sources de forte intensité lumineuse (par exemple, des lampes flash photographiques ou certaines diodes électroluminescentes) est dans certains cas absorbé par des particules, lesquelles peuvent devenir une source d'inflammation.

NOTE Les appareils d'éclairage comportant des sources lumineuses continues divergentes ne sont en général pas considérés comme dangereux.

Dans le cas des rayonnements laser (par exemple, de signaux, de télémètres, de surveillance, de distancemètres), l'énergie ou la densité de puissance même pour les faisceaux non focalisés peut sur de longues distances être si élevée que l'inflammation est possible. Ici aussi, l'échauffement est principalement provoqué par l'effet du rayon laser sur des couches de poussière ou par l'absorption par les particules dans l'atmosphère. Des focalisations particulièrement intenses peuvent provoquer des températures largement au-dessus de 1 000 °C au point de focalisation.

Une attention doit être accordée à la possibilité que le matériel produisant le rayonnement (par exemple, les lampes, les arcs électriques, les lasers, etc.) peut lui-même être une source d'inflammation.

5.8 Sélection de matériels à ultrasons

5.8.1 Généralités

Dans le cas des matériels installés dans un emplacement dangereux, ou installés à l'extérieur, mais rayonnant dans l'emplacement dangereux, les paramètres de sortie des sources à ultrasons du matériel électrique d'EPL "Ga", "Gb", "Gc", "Da", "Db" ou "Dc" ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes:

- 0,1 W/cm² et 10 MHz pour les sources continues,
- densité de puissance moyenne de 0,1 W/cm² et 2 mJ/cm² pour des sources d'impulsion.

NOTE Ces valeurs sont issues de la CEI 60079-0.

Dans le cas d'un matériel situé à l'extérieur d'un emplacement dangereux ou certifié selon une édition de la CEI 60079-0 lorsque cette exigence n'est pas spécifiée, ces valeurs peuvent être confirmées par le constructeur du matériel.

5.8.2 Processus d'inflammation

Lors de l'émission d'ultrasons, des proportions importantes de l'énergie libérée par le transducteur acoustique sont absorbées par des matériaux solides ou liquides. Un échauffement peut se produire dans le matériau affecté et peut, dans des cas extrêmes, échauffer le matériau au-delà de la température minimale d'inflammation.

5.9 Choix pour couvrir les influences externes

Le matériel électrique doit être choisi et/ou installé de manière à être protégé contre les influences externes susceptibles de contrecarrer la protection contre les explosions. Des exemples sont donnés ci-dessous:

- températures extrêmement basses ou élevées;
- rayonnement solaire;
- conditions de pression;
- atmosphère corrosive;
- vibrations, impacts mécaniques, frottement ou abrasion;
- vent;
- processus de peinture;
- produits chimiques;
- eau et humidité;
- poussière;
- plantes, animaux, insectes.

Les influences externes doivent être identifiées comme faisant partie de la conception et de la sélection du matériel pour l'installation et les mesures appliquées pour le contrôle doivent être documentées et incluses dans le dossier de vérification.

NOTE 1 D'autres informations peuvent être trouvées dans la CEI 60364-5-51.

Lorsque le matériel est soumis à une humidité prolongée et à de grandes variations de température qui peuvent générer de la condensation altérant le mode de protection, il convient que le matériel soit fourni avec des dispositifs appropriés assurant une prévention satisfaisante de toute condensation ou un drainage des condensats.

Des précautions visant à empêcher que des corps étrangers tombent à la verticale dans les orifices de ventilation des machines électriques tournantes verticales doivent être prises, sans que les conditions de ventilation de conception n'en soient affectées.

L'intégrité d'un matériel électrique peut être influencée si ce dernier est exploité dans des conditions de température ou de pression situées en dehors de celles pour lesquelles le matériel a été construit. Si tel est le cas, des renseignements complémentaires doivent être recherchés (voir également 5.6).

Lorsque des risques peuvent survenir du fait de la pénétration de fluides de traitement à haute pression dans le matériel (par exemple, manostats ou pompes à moteur électrique à gaine) dans des conditions de défaut (par exemple, défaillance d'une membrane ou d'une gaine), les fluides peuvent occasionner l'un ou chacun des phénomènes suivants:

- rupture de l'enveloppe du matériel;
- risque immédiat d'inflammation;
- écoulement du fluide le long de la partie intérieure du câble ou du conduit.

Lorsqu'il est exposé à un risque, il convient que le matériel soit sélectionné de façon que le fluide de traitement utilisé dans le processus de fabrication soit confiné dans une enveloppe fiable et différente de celle du matériel électrique (par exemple, en utilisant une étanchéité primaire pour l'interface de processus principale et une étanchéité interne secondaire pour le matériel en cas de défaillance de l'étanchéité primaire). Lorsque ceci n'est pas réalisé, il convient que le matériel soit ventilé (via un évent, un drain ou un reniflard protégé correctement contre l'explosion) et/ou le système de câblage doit être obturé pour prévenir l'écoulement de tout fluide. Il convient que la défaillance de l'étanchéité primaire soit aussi annoncée, par exemple par une fuite visible, l'évidence de la défaillance du matériel, un son ou une détection électronique.

Les méthodes d'obturation potentielles des systèmes de câblage comprennent l'utilisation d'un joint d'étanchéité spécial, une entrée de câble incorporant un scellement autour des conducteurs individuels, une longueur de câble armé métallique à isolation minérale (MIMS – mineral-insulated metal-sheathed) ou il convient d'introduire un joint "époxy" dans la goulotte. Il convient de noter que l'application d'un dispositif d'obturation de câble peut seulement réduire le débit de transmission de vapeur et que des mesures complémentaires d'atténuation peuvent être nécessaires. Il convient que les systèmes de ventilation soient constitués de sorte que l'apparition de toute fuite soit apparente.

En l'absence de norme CEI sur l'étanchéité des processus pour les matériels électriques, il convient de suivre les normes nationales ou autres normes applicables comme la CEI 61010-1. La CEI 61010-1 donne des informations relatives aux connexions de processus.

NOTE 2 La CEI TS 60079-40 traitant de l'étanchéité des processus est à l'étude.

Lors du choix des enveloppes présentant un degré de protection contre la pénétration (IP) supérieur à celui exigé par le mode de protection (peut-être pour s'adapter à un environnement difficile), il convient de maintenir le degré IP de l'enveloppe à l'exigence relative au même degré de l'emplacement ou à celui exigé par le mode de protection, la valeur la plus haute étant retenue. Lorsque le degré IP assigné au matériel n'est pas maintenu, il convient que ceci soit identifié dans le dossier de vérification.

5.10 Choix du matériel transportable, portable et personnel

5.10.1 Généralités

Pour répondre à la demande de l'application et d'amélioration de la flexibilité d'utilisation, il peut être exigé d'utiliser le matériel transportable, portable ou personnel dans divers emplacements. Le matériel présentant un EPL inférieur ne doit pas être pris en compte dans un emplacement nécessitant un EPL plus élevé, sauf s'il est protégé par ailleurs.

Cependant, dans la pratique, une telle limitation peut être difficile à appliquer, particulièrement avec un matériel portable ou personnel. Il est par conséquent recommandé que tout matériel satisfasse aux exigences de l'emplacement auquel le matériel est exposé, qui exige l'EPL le plus élevé. De même, il convient que le groupe de matériel et la classification en température soient appropriés à tous les gaz, vapeurs et poussières dans lesquels le matériel peut être utilisé.

Si aucune précaution appropriée n'est prise, les batteries de rechange ne doivent pas être placées dans un emplacement dangereux.

Si le matériel contient des éléments ou des batteries, l'utilisateur doit vérifier auprès du constructeur que la concentration en hydrogène dans le volume libre du bac à accumulateur ou de l'enveloppe ne peut pas dépasser 2 % en volume ou que les orifices de dégazage de tous les éléments doivent être placés de sorte que les gaz d'échappement ne soient pas évacués dans une enceinte du matériel contenant des composants ou connexions électriques ou électroniques. En variante, si le matériel satisfait aux exigences du Groupe de matériel IIC, l'exigence relative aux orifices de dégazage ou à la limitation de la concentration en hydrogène ne s'applique pas.

NOTE 1 Compte tenu du risque de gazéification, à l'origine de la production d'hydrogène depuis tous les types d'élément, des dispositions pour une ventilation appropriée sont prises, dans la mesure où la gazéification peut générer des conditions explosives dans les enceintes confinées. Ces conditions s'appliquent aux torches, aux multimètres, aux capteurs de gaz de poche et aux éléments analogues.

NOTE 2 Ces détails sont déduits des exigences de la CEI 60079-11.

5.10.2 Matériel transportable et portable

Contrairement au matériel qui est installé en permanence, le matériel transportable ou portable peut être placé temporairement dans l'emplacement dangereux. Un tel matériel peut inclure, par exemple, des générateurs de secours, des postes de soudure à l'arc, des élévateurs à fourche, des compresseurs d'air, des ventilateurs ou souffleries électriques, des outils électriques à main, ainsi que certains types de matériel d'essai et d'inspection.

Le matériel qui peut être transporté dans un emplacement dangereux doit être du niveau de protection approprié. Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser un matériel transportable ou portable dans un emplacement dangereux pour lequel l'EPL normalement exigé ne peut être obtenu, un programme documenté de gestion des risques doit être mis en œuvre. Ce programme doit inclure une formation, des procédures et des contrôles appropriés. Une autorisation de travail en toute sécurité doit être émise et doit être appropriée au risque potentiel d'inflammation suite à l'utilisation du matériel (voir Annexe B).

Si des prises de courant sont présentes dans un emplacement dangereux, elles doivent posséder l'EPL exigé pour cet emplacement. Sinon, elles doivent être mises sous tension ou raccordées uniquement selon une procédure de travail en toute sécurité (voir Annexe B).

5.10.3 Matériel personnel

Les matériels personnels qui fonctionnent sur piles/batterie ou par énergie solaire sont parfois portés par le personnel et introduits par inadvertance dans un emplacement dangereux.

Une simple montre-bracelet électronique est un exemple de dispositif électronique à basse tension qui a été évalué individuellement et déclaré acceptable pour une utilisation dans un emplacement dangereux par rapport aux exigences passées et actuelles en matière d'EPL.

Tous les autres matériels personnels qui fonctionnent sur piles/batterie ou par énergie solaire (y compris les montres-bracelets électroniques incorporant d'autres dispositifs) doivent:

- a) être conformes à un mode de protection reconnu et adapté aux exigences d'EPL, de groupe de gaz/poussière et de classe de température, ou

- b) faire l'objet d'une évaluation des risques, ou
- c) être introduits dans un emplacement dangereux selon une procédure de travail en toute sécurité.

NOTE Les piles au lithium qui peuvent alimenter les matériels électroniques personnels présentent un risque accru.

5.11 Machines électriques tournantes

5.11.1 Généralités

Lors de la sélection des machines électriques tournantes, outre les exigences de 5.1 à 5.10, les éléments suivants au moins doivent être pris en compte:

- le cycle de charge (S1 à S10 comme défini dans la CEI 60034-1);
- la tension d'alimentation et la gamme de fréquences;
- le transfert de chaleur du matériel piloté (une pompe, par exemple);
- la durée de vie des roulements et des lubrifiants;
- la classe d'isolation.

Il convient que l'attention supplémentaire accordée aux moteurs qui sont soumis aux vibrations et à d'autres facteurs susceptibles de porter atteinte à l'intégrité des connexions de câble et des entrées de câble, soit également accordée:

- aux vis et écrous de borne dont il convient de vérifier qu'ils sont correctement serrés afin d'éviter un échauffement excessif dû à une mauvaise qualité de connexion;
- au serrage des bagues et pièces assurant la décharge de traction du câble, afin d'éviter les contraintes sur les connexions de câble et de maintenir l'intégrité de la bague.

5.11.2 Facteurs environnementaux pour l'installation de machine "Ex"

Les moteurs et les générateurs ont besoin de volumes importants d'air propre pour le refroidissement, et les facteurs environnementaux qui ont un impact sur le refroidissement doivent être pris en compte. Ces facteurs environnementaux sont les suivants:

- un emplacement propre et correctement ventilé;
- Il convient que l'enceinte de la machine soit adaptée au lieu, à l'environnement et aux conditions ambiantes;
- si le lieu n'est pas relativement exempt de poussière et de particules, il convient que la machine soit dotée de filtres à air ou, dans les cas les plus difficiles, qu'elle soit confinée;
- il convient que les autres matériels, murs, bâtiments, etc. ne gênent pas la ventilation de la machine ni n'empêchent le recyclage de l'air de ventilation;
 - un espace suffisant autour de la machine pour l'entretien normal;
 - une hauteur libre suffisante pour le retrait du capot supérieur;
 - un environnement dépourvu de gaz et de liquides corrosifs (acides et bases).

Une attention toute particulière est exigée pour les machines dotées d'une enveloppe de bague collectrice, d'un dispositif auxiliaire ou d'une boîte de dérivation antiinflammation de poussière, étant donné que les entailles ou les ébarbures lors du démontage et du remontage peuvent détruire les éléments antidéflagrants ou antiinflammation de poussière.

5.11.3 Alimentation et connexions auxiliaires, mise à la terre

Les instructions pertinentes d'installation et de fonctionnement, ainsi que les règlements nationaux et internationaux, sont tenus d'être observés. La connexion doit être uniquement réalisée par un expert, et conformément aux règlements de sécurité en vigueur. Les prises électriques doivent être conformes aux instructions du constructeur, eu égard:

- à la puissance électrique: consulter les informations présentes sur la plaque signalétique; comparer le type de courant, de tension et de fréquence de réseau; observer le courant assigné pour ajuster l'interrupteur de protection; connecter le moteur conformément au schéma de câblage dans le bornier; la section de câble est dimensionnée en fonction du courant nominal, de la longueur du câble et de la température ambiante;
- au mode de protection de l'entrée de câble, et à la conformité avec la température maximale admissible du câble;
- aux conditions de mise à la terre du réseau. Pour la mise à la terre, le moteur est doté d'une borne de mise à la terre, selon que le montage se trouve sur le cadre ou sur la flasque de bride respectivement. De plus, tous les moteurs sont équipés d'une borne de protection placée à l'intérieur du bornier.

Selon la machine électrique spécifique spécifiée, et en fonction de la plaque signalétique, la machine peut inclure l'un des accessoires ci-dessous:

- thermomètres à résistance d'enroulement du stator (détecteurs de fentes, HT);
- capteurs de température intégrés dans le système d'enroulement (BT);
- détecteurs de température des roulements, avec options possibles: résistance ou thermocouples, fonctions de lecture, fonctions de contact d'alarme et d'arrêt;
- réchauffeurs dotés de leur classe de température;
- capteurs de vibrations;
- compte-tours;
- réchauffeurs supplémentaires pour le réservoir d'huile des roulements;
- contrôles de la chute de surpression dans les filtres à air.

Le matériel supplémentaire est tenu de satisfaire à ses propres exigences avec éventuellement différents modes de protection, différentes classes de température ou différents groupes de gaz/poussière.

Pour être protégées contre la poussière et l'humidité, les entrées de câble non utilisées du bornier doivent être scellées avec un élément d'obturation conforme à la série CEI 60079-0 et doivent être dotées d'un joint anti torsion. Toutes les vis et tous les boulons de la borne sont tenus d'être correctement serrés afin d'éviter les résistances de passage excessives. Après l'entrée du câble dans le bornier, les entrées et les parties utilisées pour la décharge de traction sont tenues d'être serrées avec le couple correspondant conformément aux données du constructeur d'entrée de câble.

5.11.4 Moteurs alimentés par un convertisseur de tension

La sélection et l'installation de moteurs alimentés à une fréquence et une tension variables par un convertisseur doivent prendre en compte les points qui peuvent réduire la tension aux bornes du moteur. Les autres dangers doivent également être pris en compte.

NOTE 1 Un filtre à la sortie du convertisseur peut provoquer une chute de tension aux bornes du moteur. La tension réduite accroît le courant du moteur et le glissement, et ainsi accroît la température du moteur, dans le stator et le rotor. Une telle élévation de température est plus notable dans des conditions constantes de charge assignée.

NOTE 2 Des informations supplémentaires sur l'application des moteurs alimentés par un convertisseur de tension peuvent être consultées dans la CEI/TS 60034-17 et dans la CEI/TS 60034-25. Les problèmes majeurs incluent les spectres de fréquence de la tension et du courant, plus leurs pertes supplémentaires, les effets de surtension, les courants de roulement et la mise à la terre à haute fréquence.

5.11.5 Commutation des moteurs au-dessus de 1kV

5.11.5.1 Généralités

Des surtensions de commutation peuvent se produire si des disjoncteurs à vide ou des contacteurs à vide sont utilisés, et si des transitoires de commutation sous la forme de

plusieurs réamorçages peuvent se produire lorsque le moteur à haute tension est désactivé. Ces transitoires dépendent des différents systèmes d'installation et des facteurs de conception, tels que:

- le principe d'extinction d'arc du contacteur ou de l'interrupteur;
- la taille du moteur;
- la longueur du câble d'alimentation électrique;
- la capacitance du système, et d'autres facteurs.

Dans certains cas, plusieurs réamorçages peuvent donner lieu à des surtensions de commutation trop élevées pour isoler l'enroulement statorique du moteur, détériorant l'isolation et provoquant des étincelles d'inflammation. Dans la pratique, cela se produit en général lorsque les moteurs à haute tension avec des courants de démarrage $I_A > 600$ A sont déconnectés au moment du démarrage ou en cas de décrochage ou de surcharge.

Les disjoncteurs à vide ou les contacteurs à vide sont couramment associés à des transitoires haute tension. Il convient d'installer des parasurtenseurs dans les appareillages de connexion, entre le disjoncteur et les extrémités de câble du moteur, pour chacun des trois conducteurs à la terre.

Les tensions de crête qui en résultent peuvent endommager l'isolation de l'enroulement, ce qui peut détériorer l'isolation et provoquer des étincelles d'inflammation. Si les disjoncteurs à vide ou les contacteurs à vide sont utilisés pour la commutation du moteur, il convient que la conception de l'installation du moteur prévoie d'utiliser un parasurtenseur approprié, tel qu'une varistance à oxyde de zinc avec éclateur.

NOTE Cette limite de courant de démarrage correspond aux limites de puissance supérieures suivantes, selon la relation entre le courant de démarrage I_A et le courant assigné I_N , et selon la baisse de tension (jusqu'à environ 20 %) lorsque le moteur démarre:

- environ 750 kW pour les moteurs alimentés jusqu'à 3,0 kV;
- environ 1 500 kW pour les moteurs alimentés jusqu'à 6,0 kV;
- environ 2 500 kW pour les moteurs alimentés jusqu'à 10,0 kV.

5.11.5.2 Surtensions résultant d'opérations de commutation

Quelle que soit la taille du moteur et le principe d'extinction d'arc de l'interrupteur utilisé (c'est-à-dire même dans le cas des interrupteurs sans huile SF₆ ou des interrupteurs pneumatiques), il convient de garder à l'esprit ce qui suit lors de la mise en service de moteurs à haute tension/d'appareillages de connexion pour les moteurs à haute tension entre 3 kV et 13,8 kV.

L'arrêt du moteur au démarrage peut provoquer des surtensions. Ces surtensions peuvent endommager le moteur et provoquer des étincelles d'inflammation à l'intérieur de l'enveloppe du moteur et dans le bornier principal. Il convient de prendre des précautions pour éviter d'arrêter le moteur lors du démarrage, par exemple, il convient de détecter des erreurs dans le contrôleur de démarrage ou dans les paramètres de protection très sensibles. Il convient de limiter les essais d'arrêt pendant le démarrage pour contrôler le sens de rotation ou d'autres essais à leur strict minimum.

5.12 Luminaires

La sélection des luminaires doit prendre en compte la possibilité de changements de la classe de température, si des lampes de différentes puissances peuvent être utilisées.

Certains luminaires présentent des classes de température différentes selon le type ou les caractéristiques assignées de la lampe utilisée. Le type ou les caractéristiques assignées de la lampe doivent être sélectionnés en fonction de la classe de température exigée.

Si les luminaires à lampes remplaçables sont sélectionnés, il doit s'agir d'un type de luminaire utilisant uniquement des lampes normalisées non modifiées sans fixation supplémentaire.

Les lampes à sodium basse pression ne doivent pas être transportées sans protection dans un emplacement dangereux du fait du risque d'inflammation dû au sodium libéré par une lampe cassée.

NOTE Lors du processus de vieillissement, certaines lampes peuvent générer des points chauds (par exemple, les lampes fluorescentes de type HO), devenant une source d'inflammation.

5.13 Prises de courant

5.13.1 Généralités

Les prises de courant ne sont pas autorisées dans les emplacements exigeant l'EPL "Ga" et "Da".

NOTE Les connecteurs utilisés pour la protection Ex "i" ne sont pas classés comme des prises de courant.

5.13.2 Exigences spécifiques pour les atmosphères de poussières explosives

Les socles des prises de courant dans les zones exigeant l'EPL "Db" doivent être installés de sorte que la poussière n'y pénètre pas, qu'une fiche soit engagée ou non. Pour réduire au minimum la pénétration de poussière dans le cas où un couvercle antipoussière ne serait pas, par mégarde, remis en place, les socles de prises de courant doivent être positionnés sous un angle inférieur ou égal à 60 ° par rapport à la verticale et l'ouverture dirigée vers le bas.

Si des coupleurs sont utilisés dans des emplacements menacés par des atmosphères de poussières explosives, il convient de veiller à ce qu'aucune poussière ne pénètre dans le coupleur lorsqu'il est déconnecté.

5.13.3 Emplacement

Les socles de prises de courant doivent être installés à des emplacements tels que le cordon souple exigé soit aussi court que possible, afin de respecter le temps de déconnexion en cas de défaut, comme l'exige la CEI 60364-4-41.

5.14 Éléments et batteries

5.14.1 Charge d'éléments et batteries secondaires

Les éléments et batteries doivent uniquement être rechargés dans un emplacement non dangereux, à moins que le certificat et les instructions du constructeur permettent une charge dans un emplacement dangereux.

NOTE 1 Cela inclut la charge des éléments dans les enceintes Ex "d".

Avant de ramener le matériel dans l'emplacement dangereux, on doit s'assurer:

- que la température est inférieure à la classe de température indiquée, et
- que le conteneur ne contient plus aucun gaz produit lors de la charge.

NOTE 2 Les salles des accumulateurs sont en principe considérées comme étant des lieux sûrs si elles sont conformes aux normes nationales ou régionales pertinentes (EN 62485-2, par exemple).

5.14.2 Ventilation

Si des ouvertures sont prévues dans l'enveloppe pour assurer la ventilation nécessaire des batteries, il doit être vérifié que ces ouvertures ne sont pas affectées par l'installation.

5.15 Étiquettes RFID

5.15.1 Généralités

Les étiquettes RFID ne doivent pas être utilisées dans les environnements comportant des champs électromagnétiques élevés dépassant les valeurs efficaces de 1 A/m ou 3 V/m, par exemple, dans des usines d'électrolyse à courant élevé.

5.15.2 Étiquettes RFID passives

Les étiquettes RFID passives, c'est-à-dire des étiquettes qui ne sont pas alimentées par une batterie et dont l'alimentation provient du seul lecteur RF, ne sont pas tenues d'être certifiées si leur construction satisfait aux exigences relatives au matériel simple.

Les étiquettes RFID passives doivent être considérées comme ayant une classe de température T6 à température ambiante $T_{\text{amb}} \leq 40\text{ °C}$, ou T5 à température ambiante $T_{\text{amb}} \leq 60\text{ °C}$, si cela n'est pas spécifié par le constructeur.

5.15.3 Montage des étiquettes RFID

Les logements d'étiquette doivent satisfaire aux exigences de 6.5.

Dans les emplacements exigeant l'EPL "Ga" ou "Da", les étiquettes RFID doivent être utilisées uniquement si elles sont certifiées avec le matériel.

Dans les emplacements exigeant l'EPL "Gb" ou "Db", une précaution particulière doit être appliquée afin d'éviter les défaillances prévisibles (la chute de l'étiquette, par exemple) et éviter de réduire les lignes de fuite et les distances d'isolement des autres dispositifs.

Le montage d'une étiquette ne doit pas compromettre ses propriétés, de même que le mode de protection du matériel sur lequel elle est fixée ne doit pas être affecté.

Lorsque des adhésifs sont utilisés, la température maximale de fonctionnement doit être prise en compte.

Les lignes de fuite et les distances d'isolement ne doivent pas être affectées par le montage. Les étiquettes RFID endommagées ne doivent pas être placées dans un emplacement dangereux.

5.16 Matériel de détection de gaz

La détection de gaz peut être réalisée dans le cadre de mesures de contrôle permettant d'utiliser le matériel électrique dans des emplacements dangereux où il est possible qu'il ne satisfasse pas aux autres exigences de la présente norme. (Voir 4.1)

Pour le matériel de détection de gaz, toutes les exigences pertinentes de la CEI 60079-29-1 à la CEI 60079-29-4 doivent être appliquées.

6 Protection contre les étincelles d'inflammation dangereuses

6.1 Métaux légers en tant que matériaux de construction

La composition des matériaux des accessoires d'installation métalliques (par exemple, les supports de câbles, les plaques de montage, les protections contre les intempéries et les enveloppes) doit satisfaire aux exigences suivantes. Les matériaux utilisés dans des installations du Groupe II pour les niveaux de protection identifiés ne doivent pas contenir en masse, plus de:

- pour l'EPL "Ga"
10 % au total, en aluminium, magnésium, titane et zirconium, et
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;
- pour l'EPL "Gb"
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;
- pour l'EPL "Gc"
aucune exigence.

Les matériaux utilisés dans des installations du Groupe III pour les niveaux de protection identifiés ne doivent pas contenir en masse, plus de:

- pour l'EPL "Da"
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;
- pour l'EPL "Db"
7,5 %, au total, de magnésium, titane et zirconium;
- pour l'EPL "Dc"
aucune exigence.

Une attention particulière doit être accordée à la localisation des éléments présentant des parties en métaux légers à l'extérieur. Il a en effet été bien établi que de tels matériaux donnent naissance à des étincelles d'inflammation dans des conditions de contact par frottement.

NOTE Ces valeurs sont issues de la CEI 60079-0 pour les matériels.

6.2 Danger lié aux parties actives

Pour éviter la formation d'étincelles susceptibles d'enflammer l'atmosphère explosive, tout contact potentiel involontaire avec les parties actives nues autres que les seules parties de sécurité intrinsèque ou à puissance limitée doit être empêché.

NOTE Lorsque deux circuits de sécurité intrinsèque ou plus peuvent être touchés simultanément, l'étincelle qui en résulte peut s'enflammer.

6.3 Danger lié aux parties conductrices exposées et extérieures

6.3.1 Généralités

La limitation des courants de défaut à la terre (amplitude et/ou durée) dans les structures ou les enveloppes et la prévention contre les potentiels élevés sur les conducteurs de liaison équipotentielle sont essentielles pour la sécurité.

Bien qu'il soit irréalisable de couvrir tous les systèmes possibles, ce qui suit est applicable aux systèmes électriques, autres que des circuits de sécurité intrinsèque ou à puissance limitée, de tensions jusqu'à 1 000 V alternatif efficace/1 500 V continu.

6.3.2 Schéma de liaison à la terre TN

Si le schéma de liaison à la terre TN est utilisé, il doit être de type TN-S (avec conducteurs neutre N et de protection PE séparés) dans l'emplacement dangereux. Autrement dit, dans l'emplacement dangereux, le conducteur neutre et le conducteur de protection ne doivent pas être raccordés l'un à l'autre, ni associés au sein d'un même conducteur. En tout point de la transition de TN-C à TN-S, le conducteur de protection doit être raccordé au système de liaison équipotentielle dans l'emplacement non dangereux.

6.3.3 Schéma de liaison à la terre TT

Si un schéma de liaison à la terre TT (terres distinctes pour le système d'alimentation électrique et les parties conductrices exposées ou masses) est utilisé, il doit alors être protégé par un dispositif à courant résiduel.

NOTE Lorsque la résistivité de la terre est élevée, un tel système peut ne pas être acceptable.

6.3.4 Schéma de liaison à la terre IT

Si un schéma de liaison à la terre IT (conducteur neutre isolé de la terre ou mis à la terre par le biais d'une impédance suffisamment élevée) est utilisé, un dispositif de surveillance de l'isolation doit être prévu pour indiquer le premier défaut à la terre.

NOTE 1 Si le premier défaut n'est pas corrigé, un défaut ultérieur sur la même phase n'est pas détecté, pouvant ainsi donner lieu à une situation dangereuse.

NOTE 2 Une liaison locale, appelée liaison équipotentielle supplémentaire, peut se révéler nécessaire (voir CEI 60364-4-41).

6.3.5 Schémas TBTS et TBTP

Les schémas à très basse tension de sécurité (TBTS) doivent être conformes à 414 de la CEI 60364-4-41:2005. Les parties actives de circuits TBTS ne doivent pas être reliées à la terre ou à des parties actives ou à des conducteurs de protection faisant partie d'autres circuits. Toute partie conductrice exposée peut être mise à la terre ou non (par exemple pour la compatibilité électromagnétique).

Les schémas à très basse tension de protection (TBTP) doivent être conformes à 414 de la CEI 60364-4-41:2005. Les circuits TBTP sont mis à la terre. Toutes les parties conductrices exposées doivent être raccordées à un système commun de mise à la terre (et d'égalisation de potentiel).

Les transformateurs de sécurité pour la TBTS et la TBTP doivent être conformes à la CEI 61558-2-6.

6.3.6 Séparation électrique

Elle doit être conforme à 413 de la CEI 60364-4-41:2005 pour l'alimentation de chaque matériel.

6.3.7 Matériel électrique non Ex au-dessus des emplacements dangereux

Les situations dans lesquelles un matériel non Ex et des circuits électriques de connexion qui peuvent devenir une source d'inflammation, ou qui peuvent générer des particules chaudes ou comporter des surfaces chaudes, se trouvent au-dessus d'un emplacement dangereux doivent faire l'objet d'une considération particulière. Ce type de matériel doit être totalement confiné ou doté de protecteurs ou d'écrans adaptés pour éviter qu'il ne tombe ou que des particules chaudes ne pénètrent dans l'emplacement dangereux.

Une évaluation des risques doit prendre en compte la possibilité de chute dans l'emplacement dangereux de ce type de matériel ou de ses parties contenant des circuits électriques de connexion, et de création d'une source d'inflammation due à un dommage ou un défaut.

NOTE Ces éléments comprennent:

- des fusibles qui peuvent produire des arcs, des étincelles ou des particules chaudes;
- des interrupteurs et des prises, qui peuvent produire des arcs, des étincelles ou des particules chaudes;
- des moteurs ou des générateurs qui ont des contacts glissants ou des balais;
- des réchauffeurs, des éléments chauffants ou d'autres matériels qui peuvent produire des arcs, des étincelles ou des particules chaudes;

- des matériels auxiliaires, comme des ballasts, des condensateurs et des interrupteurs de démarrage pour tous les types de luminaire à décharge;
- toutes les lampes exposées;
- tous les câbles autoporteurs.

Les lampes à décharge à vapeur de sodium basse pression ne doivent pas être installées au-dessus d'un emplacement dangereux.

6.4 Egalisation de potentiel

6.4.1 Généralités

L'égalisation de potentiel est exigée pour les installations situées dans des emplacements dangereux. Dans le cas des schémas TN, TT et IT, toutes les parties conductrices exposées et extérieures doivent être raccordées au système de liaison équipotentielle. Le système de liaison peut comprendre des conducteurs de protection, des conduits métalliques, des gaines de câbles métalliques, des écrans en fils d'acier et des éléments de structures métalliques, mais ne doit pas comprendre de conducteurs neutres. Les connexions doivent être fixées de telle sorte qu'elles ne se desserrent pas d'elles-mêmes et doivent minimiser le risque de corrosion qui peut réduire l'efficacité de la connexion.

Une plaque de continuité à la terre interne peut être fixée, par exemple, pour pouvoir utiliser des entrées de câble métallique sans avoir recours à des cosses de mise à la terre individuelles séparées. Il convient que le matériau et les dimensions de la plaque de continuité à la terre soient adaptés au courant de défaut anticipé.

Si l'armure ou les écrans des câbles sont uniquement mis à la terre hors de l'emplacement dangereux (par exemple, dans la salle de commande), ce point de mise à la terre doit alors être incorporé au système d'égalisation de potentiel de l'emplacement dangereux.

Si l'armure ou l'écran sont mis à la terre dans un schéma TN uniquement à l'extérieur de l'emplacement dangereux, des étincelles dangereuses peuvent alors être créées à l'extrémité de l'armure ou de l'écran dans l'emplacement dangereux. Par conséquent, il convient de traiter cette armure ou cet écran comme des conducteurs non utilisés (voir 9.6.3).

Il n'est pas nécessaire de raccorder séparément au système de liaison équipotentielle les parties conductrices exposées si elles sont en contact conducteur avec des éléments structurels ou des canalisations qui sont raccordés au système de liaison équipotentielle et si elles sont solidement fixées à ces derniers. Il n'est pas nécessaire de raccorder au système de liaison équipotentielle les parties conductrices extérieures qui ne font pas partie de la structure ou de l'installation électrique, par exemple, les cadres de portes ou de fenêtres, s'il n'existe pas de danger de transfert de potentiel.

Les entrées de câble qui comportent des dispositifs d'amarrage qui maintiennent la tresse ou l'armure du câble peuvent être utilisées pour fournir la liaison équipotentielle.

La taille minimale des conducteurs de liaison utilisés pour la connexion principale à un rail de protection doit être de 6 mm² et la taille minimale des conducteurs de liaison pour les connexions supplémentaires doit être de 4 mm². Il convient également d'envisager d'utiliser des conducteurs de plus grande taille pour la résistance mécanique.

Les enveloppes métalliques des matériels de sécurité intrinsèque ou à puissance limitée peuvent ne pas être raccordées au système de liaison équipotentielle, sauf si cela est requis par la documentation du matériel ou pour éviter l'accumulation de charges électrostatiques.

Les installations avec protection cathodique ne doivent pas être raccordées au système de liaison équipotentielle, sauf si le système est spécifiquement conçu à cette fin.

L'égalisation de potentiel entre des véhicules et des installations fixes peut exiger des arrangements spéciaux, par exemple, lorsque des brides isolées sont utilisées pour raccorder des canalisations.

6.4.2 Liaison temporaire

Une liaison temporaire inclut des connexions de terre qui sont réalisées avec des dispositifs mobiles tels que des tambours, des véhicules et des matériels portables pour le contrôle de l'électricité statique ou de l'égalisation de potentiel.

Il convient que la connexion finale d'une liaison temporaire soit réalisée soit:

- dans un emplacement non dangereux, soit
- en utilisant une connexion qui satisfait aux exigences de l'EPL de l'emplacement, ou
- en suivant une procédure documentée qui réduit le risque de formation d'étincelles à un niveau acceptable.

Pour les liaisons temporaires, la résistance entre les parties métalliques doit être inférieure à 1 MΩ. Cela doit être assuré par mesure ou par surveillance de la valeur. Les conducteurs et les connexions doivent être durables, flexibles et d'une résistance mécanique suffisante pour résister aux mouvements lors du service. La résistance mécanique du conducteur doit être équivalente à au moins 4 mm² de cuivre ou faire partie intégrante du système de câblage flexible intégrant un système de surveillance et de contrôle.

Il convient de prévoir l'utilisation d'un système de surveillance permanente afin de démontrer que le système de connexion est toujours inférieur à 1 MΩ.

6.5 Electricité statique

6.5.1 Généralités

Les exigences de 6.5.1 s'appliquent aux matériaux extérieurs non métalliques utilisés pour la construction ou la protection qui ne font pas partie intégrante du matériel certifié (par exemple, supports de câbles en plastique, plaques de montage en plastique, protection contre les intempéries et enveloppes en plastique).

NOTE 1 Les peintures, films, feuilles et plaques non métalliques sont en général fixés aux surfaces externes des parties métalliques afin d'assurer une protection environnementale supplémentaire. Leur aptitude à emmagasiner une charge électrostatique est abordée en 6.5.

NOTE 2 Il est généralement reconnu que le verre n'est pas susceptible d'emmagasiner une charge électrostatique.

NOTE 3 D'autres informations peuvent être trouvées dans la CEI TS 60079-32-1 et la CEI 60079-32-2 (à l'étude).

6.5.2 Prévention de l'accumulation de charge électrostatique sur les pièces de construction et de protection des emplacements exigeant les EPL "Ga", "Gb" et "Gc"

Les pièces de construction et de protection doivent être conçues de sorte que, dans des conditions normales d'utilisation, d'entretien et de nettoyage, le danger d'inflammation dû à la propagation de décharges électrostatiques est évité. Cette exigence doit être satisfaite par l'un des moyens suivants:

- a) par un choix approprié du matériau, dont la résistance maximale de surface satisfait aux limites indiquées ci-après lorsqu'elle est mesurée conformément à la CEI 60079-0:
 - 10⁹ Ω mesurée à (50 ± 5) % d'humidité relative; ou
 - 10¹¹ Ω mesurée à (30 ± 5) % d'humidité relative.
- b) par une limitation de la surface des parties non métalliques comme présenté dans le Tableau 5.

La surface est définie comme suit:

- pour les matériaux sous forme de feuille, il doit s'agir d'une surface exposée (chargeable);
- pour les objets de forme incurvée, la surface doit être la projection de l'objet donnant la valeur maximale;
- pour les parties non métalliques individuelles, la surface doit être évaluée indépendamment si les parties sont séparées par des cadres conducteurs mis à la terre.

Les valeurs de surface peuvent être augmentées par un facteur 4 si la surface exposée du matériau non métallique est entourée et au contact de cadres conducteurs mis à la terre.

En variante, pour les longues pièces dotées de surfaces non métalliques, telles que les tubes, les barres ou les câbles, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la surface, mais les diamètres ou les largeurs ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 6. Les câbles de connexion des circuits externes ne sont pas concernés par cette exigence.

- c) En limitant la couche non métallique liée à une surface conductrice. L'épaisseur de la couche non métallique ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 7 ou la tension de claquage doit être de ≤ 4 kV (mesurée à travers l'épaisseur du matériau isolant selon la méthode décrite dans la CEI 60243-1).
- d) Lorsque les pièces de construction et de protection sont utilisées dans l'installation de manière à limiter le risque de décharge électrostatique, elles doivent être accompagnées de l'étiquette d'avertissement suivante:

AVERTISSEMENT – DANGER POTENTIEL DE CHARGE ÉLECTROSTATIQUE

Tableau 5 – Limitation des surfaces

Pièces de construction et de protection (mm ²)			
Niveau de protection exigé du matériel	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
EPL Ga	5 000	2 500	400
EPL Gb	10 000	10 000	2 000
EPL Gc	10 000	10 000	2 000

Tableau 6 – Diamètre maximum ou largeur maximale

Pièces de construction et de protection (mm)			
Niveau de protection exigé du matériel	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
EPL Ga	3	3	1
EPL Gb	30	30	20
EPL Gc	30	30	20

Tableau 7 – Limitation de l'épaisseur de la couche non métallique

Pièces de construction et de protection (mm)			
Niveau de protection exigé du matériel	Groupe IIA	Groupe IIB	Groupe IIC
EPL Ga	2	2	0,2
EPL Gb	2	2	0,2
EPL Gc	2	2	0,2
Ces limitations d'épaisseur ne s'appliquent pas aux couches non métalliques dont la résistance de surface est inférieure à $10^9 \Omega$ ou $10^{11} \Omega$, le cas échéant. Voir la CEI 60079-0. La limitation d'épaisseur s'explique essentiellement par le fait que l'épaisseur maximale de la couche non métallique a pour objet de permettre la dissipation de la charge par l'isolation à la terre. Ceci signifie que la charge électrostatique ne peut pas s'accumuler pour atteindre des niveaux d'inflammation.			

6.5.3 Prévention de l'accumulation de charge électrostatique sur les pièces de construction et de protection des emplacements exigeant les EPL "Da", "Db" et "Dc"

Les pièces de construction et de protection en métal peint/enduit et en plastique doivent être conçues de manière à éviter, dans des conditions normales d'utilisation, tout danger d'inflammation dû à la propagation des décharges en aigrettes.

Si un matériau en plastique d'une surface supérieure à 500 mm^2 est utilisé pour couvrir un matériau conducteur, il doit présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- par un choix approprié du matériau, dont la résistance de surface satisfait aux limites indiquées dans la CEI 60079-0;
- une tension de claquage $\leq 4 \text{ kV}$ (mesurée pour l'épaisseur du matériau d'isolation selon la méthode décrite dans la CEI 60243-1);
- lorsque les pièces de construction et de protection sont utilisées dans l'installation de manière à limiter le risque de décharge électrostatique, elles doivent être accompagnées de l'étiquette d'avertissement suivante:

AVERTISSEMENT – DANGER POTENTIEL DE CHARGE ÉLECTROSTATIQUE

Le cheminement des câbles doit être agencé de telle façon que ces derniers ne soient pas exposés aux effets de frottement et à l'accumulation de charges électrostatiques due au passage des poussières. Des précautions doivent être prises pour éviter l'accumulation de charges électrostatiques à la surface des câbles.

6.6 Protection contre la foudre

Lors de la conception d'installations électriques, des dispositions doivent être prises pour réduire à un niveau sûr les effets dus à la foudre (voir l'Annexe D de la CEI 62305-3:2010).

Le Paragraphe 16.3 donne des détails sur les exigences de protection contre la foudre applicables au matériel Ex "ia" installé dans des emplacements exigeant l'EPL "Ga".

6.7 Rayonnements électromagnétiques

6.7.1 Généralités

Lors de la conception d'installations électriques, des dispositions doivent être prises pour réduire à un niveau sûr les effets dus aux rayonnements électromagnétiques.

6.7.2 Fréquences radioélectriques reçues dans les emplacements dangereux

Les structures et antennes situées dans des emplacements dangereux peuvent faire office de récepteurs pour les transmissions provenant de l'extérieur de l'emplacement dangereux. La puissance de seuil de fréquence radioélectrique (9 kHz à 60 GHz) reçue dans l'emplacement dangereux pour les transmissions continues et les transmissions à impulsions dont les durées d'impulsion dépassent le temps d'initiation thermique ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 8 - Seuils de puissance de fréquence radioélectrique. Les contrôles programmables ou logiciels conçus pour être définis par l'utilisateur ne doivent pas être admis.

NOTE 1 Les valeurs indiquées dans le Tableau 8 peuvent poser problème pour les émetteurs à haute puissance situés à proximité d'un emplacement dangereux. Des informations supplémentaires sur l'application de sources de rayonnement à haute puissance pour les signaux commerciaux normaux avec une distance par rapport au site généralement élevée, peuvent être trouvées dans le CLC/TR 50427. Les résultats du TR reposent sur des conditions de champ lointain.

Tableau 8 – Seuils de puissance de fréquence radioélectrique

Matériel pour	Puissance de seuil W	Temps d'initiation thermique μ S
Group IIA	6	100
Group IIB	3,5	80
Group IIC	2	20
Group III	6	200

Pour les radars à impulsions et d'autres transmissions où les impulsions sont courtes par rapport au temps d'initiation thermique, les valeurs d'énergie de seuil Z_{th} ne doivent pas être supérieures à celles données dans le Tableau 9.

Tableau 9 – Seuils d'énergie de fréquence radioélectrique

Matériel pour	Énergie de seuil Z_{th} μ J
Group IIA	950
Group IIB	250
Group IIC	50
Group III	1 500

NOTE 2 Dans les Tableaux 8 et 9, les mêmes valeurs sont appliquées au matériel "Ga", "Gb", "Gc", "Da", "Db" ou "Dc" en raison des importants facteurs de sécurité concernés.

NOTE 3 Dans les Tableaux 8 et 9, les valeurs s'appliquent en fonctionnement normal, à condition que l'utilisateur du matériel ne puisse pas régler le matériel pour indiquer des valeurs supérieures.

NOTE 4 Ces exigences sont déduites de la CEI 60079-0.

6.8 Protection cathodique des parties métalliques

Les parties métalliques avec protection cathodique situées dans des emplacements dangereux sont des parties conductrices actives extérieures à l'installation, qui doivent être considérées comme potentiellement dangereuses (notamment si elles fonctionnent avec un système à courant imposé) et ce en dépit de leur potentiel négatif peu élevé. Aucune protection cathodique ne doit être prévue pour les parties métalliques utilisées dans des emplacements d'EPL "Ga" ou "Da", sauf si elle est spécialement conçue pour cette application.

Il convient, si possible, de placer à l'extérieur de l'emplacement dangereux les éléments isolants exigés pour la protection cathodique, par exemple, les éléments isolants des tuyaux et des rails.

En l'absence de normes CEI sur la protection cathodique, il convient de se conformer aux normes nationales ou autres.

6.9 Inflammation par rayonnement optique

Lors de la conception d'installations optiques, des dispositions doivent être prises pour réduire à un niveau de sécurité sûr les effets des rayonnements, conformément à 5.7.

NOTE Le matériel optique tel que lampes, lasers, DEL, fibres optiques, etc. est de plus en plus utilisé pour la communication, la surveillance, la détection et les mesures. Dans les traitements de matériau, des rayonnements optiques de forte irradiance sont utilisés. Souvent, l'installation est située dans ou à proximité des atmosphères explosives et le rayonnement d'un tel matériel peut traverser ces atmosphères. Selon ses caractéristiques, le rayonnement peut alors être capable d'enflammer l'atmosphère explosive environnante. La présence ou non d'un absorbeur supplémentaire influe de manière significative sur l'inflammation.

7 Protection électrique

Les exigences de l'Article 7 ne sont pas applicables aux circuits de sécurité intrinsèque et à puissance limitée.

Les circuits et matériels électriques doivent être protégés contre les effets nuisibles des courts-circuits, des surcharges et des défauts à la terre. Les dispositifs de protection doivent être de nature à empêcher le réenclenchement automatique dans les conditions de défaut.

Des valeurs de temps de déconnexion inférieures à celles indiquées dans la CEI 60364-4-41 peuvent être exigées pour les installations dans les emplacements exigeant les EPL "Ga", "Gb", "Da" et "Db".

Une protection du matériel électrique contre les surcharges est exigée si les surcharges ne peuvent pas être évitées en utilisation.

Des précautions visant à empêcher le fonctionnement d'un matériel électrique polyphasé doivent être prises lorsque la perte d'une ou plusieurs phases peut entraîner une surchauffe.

Dans les cas où la déconnexion automatique du matériel électrique peut générer un risque pour la sécurité plus dangereux que le risque d'inflammation lui-même, un avertisseur sonore peut être utilisé plutôt qu'un appareil de coupure automatique, à condition que son fonctionnement soit immédiatement apparent, de manière à permettre une mesure corrective rapide.

8 Coupures et sectionnement

8.1 Généralités

Les exigences de l'Article 8 ne sont pas applicables aux circuits de sécurité intrinsèque et à puissance limitée.

8.2 Coupures

Dans les cas d'urgence ou fonctionnels, il doit exister, au niveau d'un ou de plusieurs points appropriés, des moyens permettant la mise hors tension des alimentations électriques de l'emplacement dangereux.

Le matériel électrique dont il convient que le fonctionnement se poursuive pour empêcher un danger supplémentaire ne doit pas être inclus, et doit être placé sur un ou plusieurs circuits distincts.

NOTE Les dispositifs de commutation installés dans l'appareillage de connexion général sont normalement adaptés aux installations de coupure.

Il convient que la coupure tienne compte du sectionnement de tous les conducteurs des circuits d'alimentation, y compris le neutre.

Il convient d'évaluer des points de coupure pertinents par rapport à la distribution du site, au personnel sur le site et à la nature des opérations sur le site.

8.3 Sectionnement

Un moyen de sectionnement doit être prévu pour isoler tous les conducteurs sous tension, y compris le neutre, afin de pouvoir réaliser tout travail électrique en toute sécurité. Lorsque tous les conducteurs ne sont pas isolés par le même dispositif, les moyens de sectionnement des autres conducteurs doivent être clairement identifiés.

Les moyens de sectionnement privilégiés sont assurés par un dispositif fonctionnant dans tous les conducteurs concernés simultanément. Les moyens de sectionnement peuvent inclure des fusibles et des liaisons neutres, le cas échéant.

Un étiquetage doit être prévu aux abords immédiats de chaque moyen de sectionnement de manière à permettre une identification rapide du circuit ou du groupe de circuits contrôlé.

Des mesures ou des procédures efficaces doivent être prévues pour empêcher le rétablissement de l'alimentation du matériel tant que persiste le risque d'exposition à une atmosphère explosive des conducteurs sous tension non protégés.

9 Câbles et systèmes de câblage

9.1 Généralités

Les câbles et systèmes de câblage doivent satisfaire aux exigences pertinentes de l'Article 9.

9.2 Conducteurs en aluminium

A l'exception des installations de sécurité intrinsèque et à puissance limitée, lorsque le matériau conducteur est de l'aluminium, il doit être utilisé uniquement avec des connexions appropriées et doit avoir une section d'au moins 16 mm².

Les connexions doivent garantir que les lignes de fuite et les distances d'isolement exigées ne sont pas réduites par les moyens supplémentaires exigés pour la connexion des conducteurs en aluminium.

Les lignes de fuite et distances d'isolement minimales peuvent être déterminées par le niveau de tension et/ou les exigences du mode de protection.

Des précautions contre la corrosion électrolytique doivent être envisagées.

9.3 Câbles

9.3.1 Généralités

Les câbles dont les gaines sont à faible résistance de traction (communément appelés "easy tear") ne doivent pas être utilisés dans les emplacements dangereux, sauf s'ils sont installés dans des conduits.

NOTE Les câbles dotés de gaines présentant une résistance de traction inférieure

- i) aux thermoplastiques
 - polychlorure de vinyle (PVC) 2,5 N/mm²
 - polyéthylène 15,0 N/mm²
- ii) aux élastomères
 - polychloroprène, polyéthylène chlorosulfaté ou polymères analogues, 15,0 N/mm²

sont communément appelés câbles "easy tear".

9.3.2 Câbles pour installations fixes

Les câbles utilisés pour les installations fixes dans les emplacements dangereux doivent être appropriés aux conditions ambiantes de service. Les câbles doivent:

- a) être gainés dans des matières thermoplastiques, thermodurcissables ou élastomères. Ils doivent être circulaires et compacts. Les matelas ou les gaines doivent être extrudés. Les bourrages, le cas échéant, ne doivent pas être hygroscopiques, ou
- b) être dotés d'une gaine métallique isolée avec un minéral; ou
- c) être spéciaux, par exemple des câbles plats avec des entrées de câble appropriées. Ils doivent être compacts et les matelas ou les gaines doivent être extrudés. Les bourrages, le cas échéant, ne doivent pas être hygroscopiques.

En cas de probabilité qu'une circulation de gaz ou de vapeur puisse se produire par les interstices entre les conducteurs individuels du câble, et si le câble mène à un emplacement non dangereux ou à des zones différentes, la construction et l'application du câble doivent alors être prises en compte. Des mesures de contrôle appropriées visant à limiter ces conditions doivent être considérées (voir Annexe E).

En cas de probabilité qu'une propagation de flammes puisse se produire par les interstices entre les conducteurs individuels du câble, ceci doit également être pris en compte.

Les câbles isolés avec un minéral doivent être scellés.

NOTE Ces exigences ne couvrent pas la sélection du matériel d'étanchéité des processus.

9.3.3 Câbles souples pour les installations fixes (à l'exclusion des circuits de sécurité intrinsèque)

Les câbles souples utilisés dans des emplacements dangereux doivent être sélectionnés parmi les types de câbles suivants:

- a) ordinaires sous gaine de caoutchouc;
- b) ordinaires sous gaine de polychloroprène;
- c) gainés de caoutchouc à très haute résistance;
- d) gainés de polychloroprène à haute résistance;
- e) isolés en matière plastique de construction tout aussi robuste que celle des câbles souples gainés de caoutchouc à très haute résistance.

En l'absence de normes CEI sur les câbles, il convient de se référer aux normes nationales ou autres.

Pour les raccordements au matériel fixe dont le déplacement ponctuel sur une faible distance peut s'avérer nécessaire (moteurs sur glissières de guidage, par exemple), il convient d'agencer les câbles de manière à pouvoir les déplacer sans que cela leur soit préjudiciable. Ce type de câble ou l'un des types de câbles convenant à l'utilisation avec des matériels transportables peuvent être employés. Des borniers convenablement protégés, assurant le raccordement avec le câblage fixe et avec le câblage du matériel, doivent être prévus dans le cas où le câblage fixe lui-même n'est pas du type qui convient pour permettre le déplacement nécessaire. Si des conduits souples sont utilisés, ces derniers et leurs raccords doivent être

construits de telle manière que leur emploi ne provoque pas de dommages aux câbles. Il convient de conserver une mise à la terre ou une continuité de terre satisfaisante, et il convient par ailleurs que le conduit souple ne soit pas le seul moyen de mise à la terre. Le conduit souple doit être imperméable à la poussière et son utilisation ne doit pas compromettre l'intégrité de l'enveloppe du matériel sur lequel il est raccordé.

9.3.4 Câbles souples alimentant les matériels transportables et portables (à l'exclusion des circuits de sécurité intrinsèque)

Les matériels transportables et portables doivent être équipés de câbles à gaine en polychloroprène à haute résistance ou en un autre élastomère synthétique équivalent, de câbles à gaine en caoutchouc à très haute résistance ou de câbles de construction tout aussi robuste. Les conducteurs du câble d'alimentation doivent être toronnés et présenter une section minimale de 1,0 mm². S'il est nécessaire de recourir à un conducteur de protection (PE pour "Protective Earthing"), il doit être isolé séparément d'une manière similaire aux autres conducteurs et doit être incorporé dans la gaine du câble d'alimentation.

Si, dans le cas des matériels électriques portables et transportables, une armure ou un écran métallique souple est incorporé au câble, ils ne doivent pas être utilisés comme unique conducteur de protection. Le câble doit être conçu pour accepter des circuits de protection, par exemple lorsqu'une surveillance de mise à la terre est prévue, le câble doit être pourvu du nombre nécessaire de conducteurs. Lorsqu'une mise à la terre du matériel est nécessaire, le câble peut comprendre un écran métallique souple mis à la terre en plus du conducteur PE.

Les matériels électriques portables de tension assignée ne dépassant pas 250 V par rapport à la terre et d'un courant assigné ne dépassant pas 6 A peuvent être équipés de câbles:

- à gaine en polychloroprène ordinaire ou en tout autre élastomère synthétique équivalent,
- à gaine en caoutchouc de résistance ordinaire, ou
- de construction tout aussi robuste.

Ces câbles ne sont pas admissibles pour les matériels électriques portables exposés à des contraintes mécaniques élevées, par exemple, les lampes portatives, les interrupteurs à pédale, les pompes électriques portables, etc.

9.3.5 Câbles isolés (à l'exclusion des circuits de sécurité intrinsèque)

Les câbles isolés ne doivent pas être utilisés pour les conducteurs sous tension, sauf s'ils sont installés à l'intérieur de tableaux de distribution, d'enveloppes ou de systèmes de conduits.

9.3.6 Lignes aériennes

Lorsque des câbles aériens à conducteurs non isolés alimentent en énergie ou en télécommunication un emplacement dangereux, ils doivent s'arrêter dans un emplacement non dangereux, et le service doit se poursuivre vers l'emplacement dangereux avec un câble ou un conduit.

Il convient de ne pas installer de conducteurs non isolés au-dessus d'emplacements dangereux.

NOTE Les conducteurs non isolés incluent des éléments tels que les systèmes de rails de ponts roulants partiellement isolés, et les systèmes de roulements basse tension et très basse tension.

9.3.7 Protection contre les dommages

Dans la mesure où la pratique le permet, il convient d'installer les réseaux de câbles et leurs accessoires de manière à ne pas les exposer aux dommages mécaniques, aux influences corrosives ou chimiques (les solvants, par exemple), ni aux effets de la chaleur et aux effets des rayonnements UV (mais voir également 16.2.2.5 pour les circuits de sécurité intrinsèque).

Lorsqu'une exposition de cette nature est inévitable, des mesures de protection, telles qu'une installation dans des conduits de protection, doivent être prises ou des câbles appropriés doivent être sélectionnés (par exemple, pour limiter le risque de dommage mécanique, des câbles armés, avec écran, sous gaine d'aluminium sans soudure, des câbles sous gaine métallique à isolation minérale ou sous gaine semi-rigide peuvent être utilisés).

Lorsque des câbles sont soumis à d'autres conditions (des vibrations ou des flexions permanentes, par exemple), ils doivent être conçus pour les supporter sans dommage.

Il convient de prendre des précautions pour éviter d'endommager la gaine ou les matériaux isolants des câbles lorsqu'ils sont tenus d'être installés à des températures inférieures à – 5 °C.

Lorsque des câbles sont fixés au matériel ou à des chemins de câbles, il convient que le rayon de courbure du câble soit conforme aux données du constructeur ou soit égal à au moins 8 fois le diamètre du câble afin de ne pas l'endommager. Il convient que le rayon de courbure du câble commence à au moins 25 mm de l'extrémité de l'entrée de câble.

9.3.8 Température de surface des câbles

La température de surface des câbles ne doit pas dépasser la classe de température relative à l'installation.

NOTE Lorsque des câbles sont identifiés comme ayant une température de fonctionnement élevée (105 °C, par exemple), cette température est liée à la température du cuivre du câble et non à celle de la gaine du câble. Du fait des pertes thermiques, il est peu probable que la température du câble dépasse T6.

9.3.9 Résistance à la propagation des flammes

Les câbles des installations fixes doivent:

- a) présenter des caractéristiques de propagation des flammes leur permettant de supporter les essais conformes à la CEI 60332-1-2 ou la CEI 60332-3-22, selon le cas (voir NOTE);
- b) présenter d'autres protections contre la propagation des flammes (par exemple, câbles posés dans des tranchées remplies de sable); ou
- c) les câbles entrant dans des emplacements dangereux doivent être installés avec une barrière afin d'éviter la propagation de flammes d'un emplacement non dangereux vers un emplacement dangereux.

NOTE La CEI 60332-1-2 spécifie l'utilisation d'une flamme à prémélange de 1 KW prévue pour une utilisation générale, sauf que la procédure spécifiée peut ne pas être adaptée aux essais de petits conducteurs ou câbles isolés de moins de 0,5 mm² de section totale, le conducteur fondant avant la fin de l'essai ou, dans le cadre des essais de petits câbles à fibres optiques, le câble se brisant avant la fin de l'essai. Dans ce type de cas, la procédure de la CEI 60332-3-22 est utilisée.

Étant donné que l'utilisation d'un conducteur ou d'un câble isolé, retardant la propagation de la flamme et satisfaisant aux exigences recommandées de la CEI 60332-1-2, n'est pas suffisante pour empêcher par elle-même la propagation du feu dans toutes les conditions d'installation, il convient également de prendre des précautions spécifiques d'installation lorsque le risque de propagation est élevé, par exemple, dans de longs parcours verticaux de torons de câbles. On ne peut pas faire l'hypothèse que, du fait que l'échantillon de câble satisfait aux exigences d'aptitude recommandées dans la CEI 60332-1-2, un toron de câbles se comportera de la même manière. Dans de telles situations, la vérification est possible par essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles toronnés en position verticale conformément à la série CEI 60332-3.

9.4 Systèmes de conduits

Le conduit doit être fourni avec un dispositif d'étanchéité à ses points d'entrée et de sortie d'un emplacement dangereux, afin d'empêcher la pénétration de gaz ou liquides dans les

emplacements non dangereux à partir des emplacements dangereux. Il ne doit pas y avoir de réunion, de couplage ou autre montage entre le dispositif d'étanchéité et les limites des emplacements dangereux.

Les dispositifs d'étanchéité de conduits doivent assurer l'étanchéité autour de la gaine externe du câble lorsque ce dernier est significativement plein, ou autour des conducteurs individuels dans le conduit. Le mécanisme d'étanchéité doit être tel qu'il ne se rétracte pas lors de son durcissement et les mécanismes d'obturation doivent être insensibles aux agents chimiques qui se trouvent dans l'emplacement dangereux, et non affectés par eux.

Lorsqu'il est exigé de maintenir le degré de protection approprié contre la pénétration (par exemple IP54) de l'enveloppe, le conduit doit être fourni avec un dispositif d'étanchéité, contigu à l'enveloppe.

Le conduit doit être fortement serré au niveau de tous les raccords filetés.

Lorsque le système de conduits est utilisé comme conducteur de mise à la terre de protection, le raccord fileté doit assurer l'écoulement du courant de défaut susceptible de passer lorsque le circuit est protégé de façon appropriée par des fusibles ou des disjoncteurs.

Dans le cas où le conduit est installé dans un emplacement corrosif, le matériau constitutif du conduit doit être résistant à la corrosion ou le conduit doit être protégé de la corrosion de manière adéquate.

Les associations de métaux qui peuvent conduire à une corrosion galvanique doivent être évitées.

Les câbles à un ou plusieurs conducteurs isolés sans gaine peuvent être utilisés dans les conduits. Cependant, lorsque le conduit contient trois câbles ou plus, la section totale des câbles, y compris leur isolation, ne doit pas être supérieure à 40 % de la section présentée par le conduit.

Les longs parcours de conduits doivent être munis de dispositifs de drainage appropriés afin d'assurer une évacuation satisfaisante des condensats. Par ailleurs l'isolation des câbles doit avoir une résistance à l'eau appropriée.

Pour atteindre le degré de protection exigé de l'enveloppe, outre l'utilisation de dispositifs d'étanchéité de conduits, une étanchéité entre le conduit et l'enveloppe peut être nécessaire (au moyen d'une rondelle d'étanchéité ou d'une graisse non durcissante, par exemple).

Lorsque le conduit est l'unique moyen d'assurer la continuité de terre, cette étanchéité ne doit pas réduire l'efficacité de la liaison à la terre.

Il n'est pas nécessaire que le conduit utilisé uniquement pour une protection mécanique (habituellement appelé système de conduits "ouverts") satisfasse aux exigences de 9.4. Toutefois, des mesures de précaution doivent être prises pour empêcher le transfert d'une atmosphère explosible par le conduit, avec des dispositifs d'étanchéité de conduit adaptés placés à l'entrée ou à la sortie du conduit de l'emplacement dangereux.

Lorsque des conduits sont raccordés à un dispositif pour entrée de conduit dans une enveloppe, ce raccordement doit maintenir l'intégrité du montage, par exemple, degré IP et intégrité mécanique.

De plus, il convient d'appliquer les normes nationales ou autres pour les systèmes de conduits.

9.5 Exigences supplémentaires

Des exigences supplémentaires relatives aux câbles et systèmes de conduits sont définies aux Articles 14 à 23 pour chaque mode de protection.

Les câbles dans des conduits métalliques et les montages conformes à la technique de protection appropriée et destinés à l'emplacement dans lequel ils sont tenus d'être installés, peuvent faire l'objet d'une approbation au niveau national.

Des exigences supplémentaires relatives aux câbles et systèmes de conduits utilisés avec d'autres modes de protection conformément à la CEI 60079-26 doivent satisfaire aux concepts de protection pertinents identifiés dans la documentation.

9.6 Exigences d'installation

9.6.1 Circuits traversant un emplacement dangereux

Lorsque des circuits lors de leur passage d'un emplacement non dangereux à un autre traversent un emplacement dangereux, le système de câblage utilisé dans l'emplacement dangereux doit être approprié aux exigences d'EPL sur le parcours.

9.6.2 Terminaisons

Les raccordements doivent correspondre au type de borne et au mode de protection, être conformes aux instructions du constructeur et ne faire l'objet d'aucune contrainte excessive.

Si des conducteurs multitoronnés, et plus particulièrement des conducteurs à torons fins, sont utilisés, les extrémités doivent être protégées contre la séparation des torons au moyen, par exemple, de cosses ou de manchons d'extrémité de cosse ou par le type de borne, mais non par brasage uniquement.

Les lignes de fuite et les distances d'isolement, conformément au mode de protection du matériel, ne doivent pas être réduites par le mode de raccordement des conducteurs aux bornes.

9.6.3 Conducteurs inutilisés

L'extrémité dans l'emplacement dangereux de chaque conducteur inutilisé dans les câbles multiconducteurs doit être soit raccordée à la terre, soit isolée convenablement au moyen d'extrémités appropriées au mode de protection. L'isolation par ruban uniquement n'est pas admise.

D'autres exigences s'appliquent aux conducteurs inutilisés dans les câbles multiconducteurs des circuits de sécurité intrinsèque et à puissance limitée (voir 16.2.2.5.3).

9.6.4 Ouvertures dans les parois

Les ouvertures dans les parois pour le passage de câbles et de conduits entre différents emplacements dangereux et entre emplacements dangereux et non dangereux doivent être obturées de manière adéquate, par exemple, au moyen de joints d'étanchéité à base de sable ou de mortier afin de maintenir le cas échéant le classement des emplacements.

9.6.5 Passage et accumulation d'agents inflammables

Lorsque des goulottes, des conduites, des canalisations ou des tranchées sont utilisées pour accueillir des câbles, des précautions visant à empêcher le passage de gaz, de vapeurs ou de liquides inflammables d'un emplacement à l'autre et à empêcher l'accumulation de gaz, de vapeurs ou de liquides inflammables dans les tranchées, doivent être prises.

De telles précautions peuvent impliquer l'obturation des goulottes, des conduites ou des canalisations. Pour les tranchées, une ventilation adéquate ou un remplissage pulvérulent peuvent être utilisés. Si nécessaire, les conduits et, dans des cas particuliers, les câbles (en cas de différence de pression, par exemple) doivent être obturés de manière à empêcher le passage de liquides ou de gaz. Voir également 9.3.1.

9.6.6 Accumulation de poussière

Il convient d'agencer le cheminement des câbles de sorte qu'ils accumulent le moins de couches de poussière possible, tout en restant accessibles pour le nettoyage. Lorsque des goulottes, des conduits, des canalisations ou des tranchées sont utilisés pour installer les câbles, il convient de prendre des précautions pour éviter le passage ou l'accumulation de poussières dans de tels endroits. Dans le cas où des couches de poussière sont susceptibles de se former sur les câbles et de contrarier la libre circulation de l'air, une réduction du courant admissible des câbles doit être considérée, particulièrement si des poussières à faible température minimale d'inflammation sont présentes.

10 Systèmes d'entrée de câble et éléments d'obturation

10.1 Généralités

Si une entrée de câble est à utiliser dans une plage de températures ambiantes qui n'est pas comprise entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ et/ou à une température de fonctionnement supérieure à $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, ceci doit faire l'objet d'une documentation de certification.

10.2 Sélection des entrées de câble

L'entrée de câble doit être choisie de manière à correspondre au diamètre du câble. L'utilisation d'un ruban d'étanchéité, d'une gaine thermorétractable ou d'autres matériaux n'est pas admise pour fixer le câble à l'entrée de câble.

Les entrées de câble et/ou les câbles doivent être sélectionnés pour limiter les effets des "caractéristiques de fluage" du câble.

NOTE 1 Les câbles utilisent des matériaux qui peuvent présenter des caractéristiques de "fluage". Le fluage dans les câbles peut être décrit comme un déplacement de la gaine du câble sous l'effet des forces de compression créées par le déplacement des joints dans les entrées de câble où la compression appliquée par les joints est supérieure à la résistance à la déformation de la gaine du câble. Le fluage est susceptible de réduire la résistance d'isolement du câble. Les câbles résistant au feu et/ou ceux dégageant peu de fumée présentent généralement des caractéristiques de fluage significatives.

Les entrées de câble doivent être conformes à la CEI 60079-0 et doivent être sélectionnées de manière à satisfaire aux exigences en matière de technique de protection selon le Tableau 10.

Tableau 10 – Sélection du mode de protection des entrées de câble, des adaptateurs et des éléments d'obturation en fonction du mode de protection de l'enveloppe

Technique de protection du matériel	Technique de protection des entrées de câble, des adaptateurs et des éléments d'obturation			
	Ex "d" voir 10.6	Ex "e" voir 10.4	Ex "n" voir 10.4	Ex "t" voir 10.7
Ex "d"	X			
Ex "e"	X	X		
Ex "i" et Ex "nL" – Groupe II ^a	X	X	X – voir 16.5	
Ex "i" – Groupe III ^a				X – voir 16.5
Ex "m"	En principe, Ex "m" ne s'applique pas aux raccordements de câblage. La technique de protection des raccordements doit correspondre au système de câblage utilisé.			
Ex "n", sauf Ex "nL" Pour Ex "nR", voir également 10.8	X	X	X	
Ex "o"	En principe, Ex "o" ne s'applique pas aux raccordements de câblage. La technique de protection des raccordements doit correspondre au système de câblage utilisé.			
Ex "p", tous modes	X	X	X ^b	
Ex "pD"				X
Ex "q"	En principe, Ex "q" ne s'applique pas aux raccordements de câblage. La technique de protection des raccordements doit correspondre au système de câblage utilisé.			
Ex "s"	Uniquement si les conditions du certificat le permettent.			
Ex "t"				X
X indique que l'utilisation est autorisée.				
^a Lorsqu'un seul circuit de sécurité intrinsèque est appliqué, aucune exigence n'est spécifiée pour les entrées de câble.				
^b Admis uniquement pour les installations Gc				

Pour satisfaire à l'exigence relative à la protection contre la pénétration, il peut également être nécessaire de prévoir une étanchéité entre les entrées de câble, les adaptateurs, les éléments d'obturation et l'enveloppe (au moyen d'une rondelle d'étanchéité ou d'une patte d'étanchéité pour joints filetés, par exemple).

NOTE 2 Pour satisfaire à l'exigence minimale IP54, les entrées de câble filetées pour plaques d'entrée de câbles filetés ou pour enveloppes d'une épaisseur supérieure ou égale à 6 mm ne nécessitent aucune étanchéité supplémentaire entre l'entrée de câble et la plaque d'entrée ou l'enveloppe, à condition que l'axe de l'entrée de câble soit perpendiculaire à la surface externe de la plaque ou de l'enveloppe.

Lorsque des câbles à gaine métallique et à isolation minérale sont utilisés, l'exigence relative aux lignes de fuite doit être satisfaite à l'aide d'un dispositif d'étanchéité de câble à isolation minérale certifié.

10.3 Connexions des câbles au matériel

Les entrées de câble doivent être installées de manière à pouvoir, après l'installation, les libérer ou les démonter avec un outil.

Si un serrage complémentaire est exigé pour empêcher la traction et la torsion du câble transmettant les forces aux extrémités du conducteur dans l'enveloppe, une bride doit être fournie et placée aussi proche que possible de l'entrée le long du câble.

NOTE 1 Il est préférable d'utiliser des serre-câbles placés à une distance de 300 mm au plus de l'extrémité de l'entrée de câble.

Les câbles doivent être acheminés directement depuis l'entrée de câble, afin d'éviter les tensions latérales qui peuvent compromettre l'étanchéité autour du câble.

Lorsque des entrées de câble, des éléments d'obturation et des adaptateurs à filetages coniques sont utilisés dans les enveloppes dotées de plaques d'entrée non filetées, on doit veiller à utiliser des fixations appropriées de manière à maintenir l'intégrité de l'enveloppe.

NOTE 2 Les filetages coniques incluent les vis NPT.

Lorsque des câbles tressés ou blindés ont été raccordés à l'entrée de câble, il convient de ne pas pouvoir libérer manuellement ni ouvrir à la main les composants destinés à maintenir et sécuriser la tresse ou le blindage du câble sans l'aide d'un outil.

Le raccordement des câbles au matériel électrique doit être assuré au moyen d'entrées de câble appropriées au type de câble utilisé, et doit maintenir l'intégrité de la protection contre l'explosion du mode de protection pertinent.

Lorsque l'entrée fileté ou la taille de trou est différente de celle de l'entrée de câble, un adaptateur fileté satisfaisant au Tableau 10 doit être monté.

10.4 Exigences supplémentaires pour les entrées autres que Ex "d", Ex "t" ou Ex "nR"

Si des trous d'entrée de câble supplémentaires pour d'autres entrées que Ex "d", Ex "t" ou Ex "nR" sont exigés, ils peuvent être créés dans les conditions suivantes:

- si la documentation du constructeur le permet, avec l'emplacement, la taille des trous et le nombre de trous;
- les trous d'entrée, lisses ou filetés, doivent satisfaire aux tolérances données par le constructeur

Il convient que les trous filetés dans les enveloppes en plastique soient perpendiculaires à la surface de l'enveloppe (du fait des procédés de moulage potentiels des enveloppes en plastique, la paroi de l'enveloppe peut présenter des angles de dépouille). Les surfaces avec des angles ne permettent pas de fixer l'entrée de câble ou les inserts dans le trou fileté perpendiculairement à la face, ce qui provoque une étanchéité inefficace.

Les trous filetés coniques ne sont pas recommandés pour les enveloppes en plastique, les contraintes élevées créées pendant le scellement de ces filetages pouvant fracturer la paroi de l'enveloppe.

10.5 Ouvertures inutilisées

A l'exception des enveloppes ne contenant qu'un seul circuit de sécurité intrinsèque, les entrées inutilisées de l'enveloppe doivent être obturées avec des éléments d'obturation conformément au Tableau 10, maintenant le degré de protection contre la pénétration IP54 ou celui exigé par l'emplacement, le plus haut degré des deux prévalant. Les éléments d'obturation ne doivent pouvoir être retirés qu'à l'aide d'un outil.

Les adaptateurs pour enveloppes antidéflagrantes ne doivent pas être utilisés avec des éléments d'obturation.

10.6 Exigences supplémentaires relatives au mode de protection "d" – Enveloppes antidéflagrantes

10.6.1 Généralités

Lorsque des câbles pénètrent dans un matériel antidéflagrant par l'intermédiaire de traversées antidéflagrantes pratiquées dans la paroi de l'enveloppe et faisant partie du matériel (entrée indirecte), les parties des traversées qui sont extérieures à l'enveloppe antidéflagrante doivent être protégées en conformité avec l'un des modes de protection répertoriés dans la CEI 60079-0. Par exemple, les parties exposées des traversées sont placées dans un logement de raccordement qui peut être soit une autre enveloppe antidéflagrante, ou sont protégées par le mode de protection "e".

Si une entrée Ex "d" serrée par une bague d'étanchéité (compression) est utilisée avec un câble tressé ou blindé, elle doit permettre de raccorder la tresse ou le blindage dans l'entrée et d'assurer la compression sur la gaine interne du câble. Pour les câbles à tresse fine, où le diamètre de la tresse est inférieur à 0,15 mm et dont la couverture de la tresse est d'au moins 70 %, seule la compression sur la gaine externe est acceptée.

NOTE 1 Une propagation de flammes peut se produire dans les interstices entre les torons de conducteurs toronnés normalisés ou entre les conducteurs individuels du câble. Des constructions de câble spéciales peuvent être utilisées pour réduire et éviter la propagation de flammes. Des exemples sont les torons resserrés, l'obturation des torons individuels et les matelas extrudés. Des informations supplémentaires sont données à l'Annexe E.

Les entrées de câble, les adaptateurs ou les éléments d'obturation antidéflagrants, ayant des filetages parallèles peuvent être fixés avec une rondelle d'étanchéité entre l'entrée et l'enveloppe antidéflagrante, à condition qu'après la mise en place de la rondelle, l'engagement de filetage applicable est toujours réalisé. L'engagement du filetage doit être au moins de cinq filets complets. Un lubrifiant adapté peut être utilisé à condition qu'il soit non durcissant, non métallique et non combustible, et que toutes les mises à la terre soient maintenues.

Lorsque des filetages coniques sont utilisés, le raccordement doit être fortement serré.

L'ajout de trous ou l'altération de la forme du filetage est uniquement admis(e) si il ou elle est conforme aux documents de certification et réalisé(e) par le constructeur ou des ateliers certifiés. Lorsque l'entrée filetée ou la taille de trou est différente de l'entrée de câble, un adaptateur fileté antidéflagrant conforme à la CEI 60079-1 doit être monté s'il satisfait aux exigences d'engagement de filetage détaillées ci-dessus. Les entrées de câble inutilisées doivent être obturées avec un élément d'obturation antidéflagrant conforme à la CEI 60079-1, qui doit être fixé directement sur le trou (aucun adaptateur fileté ne doit être utilisé), et doivent satisfaire aux exigences d'engagement de filetage détaillées ci-dessus et ne doivent pas se desserrer.

NOTE 2 Des entrées de câble non filetées peuvent être utilisées si elles sont certifiées avec le matériel complet ou en tant que matériel.

10.6.2 Sélection des entrées de câble

Le système d'entrée de câbles doit être conforme à l'une des possibilités suivantes:

- a) entrées de câble obturées au moyen d'un composé solidifiant (entrées de câble avec barrière) conformément à la CEI 60079-1 et certifiées en tant que matériel;
- b) câbles et entrées de câble satisfaisant à toutes les conditions suivantes:
 - entrées de câble conformes à la CEI 60079-1 et certifiées en tant que matériel;
 - câbles utilisés conformes à 9.3.2(a);
 - la longueur du câble raccordé est de 3 m au moins;
- c) entrée de câble indirecte utilisant une combinaison d'enveloppes antidéflagrantes avec traversée et bornier de sécurité améliorée;

- d) câble à gaine métallique à isolation minérale avec ou sans revêtement externe en matière plastique, avec entrée de câble antidéflagrante appropriée conforme à la CEI 60079-1;
- e) dispositif d'obturation antidéflagrant (par exemple, une chambre scellée) spécifié dans la documentation du matériel ou conforme à la CEI 60079-1 et utilisant une entrée de câble adaptée aux câbles utilisés. Le dispositif d'obturation doit comporter un composé ou d'autres moyens d'obturation adaptés qui permettent de boucher les interstices autour de chaque conducteur. Le dispositif d'obturation doit être fixé sur le matériel au niveau du point d'entrée des câbles.

NOTE 1 La longueur minimale de câble a pour objectif de réduire au minimum le potentiel de transmission de flamme par le câble (voir également Annexe E);

NOTE 2 La conformité à 10.6.2 n'est pas nécessaire si l'entrée de câble et le câble réel sont certifiés comme faisant partie intégrante du matériel (enveloppes).

10.7 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "t" – Protection par enveloppe

Le degré de protection IP doit être tel qu'indiqué au Tableau 11.

Tableau 11 – Relation entre niveau de protection, groupe de matériel et protection contre la pénétration

Niveau de protection	Groupe IIIC	Groupe IIIB	Groupe IIIA
"ta"	IP6X	IP6X	IP6X
"tb"	IP6X	IP6X	IP5X
"tc"	IP6X	IP5X	IP5X

Les entrées, adaptateurs ou éléments d'obturation Ex "t" dotés de filetages parallèles peuvent être équipés d'une rondelle d'étanchéité entre le dispositif d'entrée et l'enveloppe "t". Si aucune rondelle n'est utilisée, l'engagement de filetage doit être d'au moins cinq filetages complets. Les joints filetés coniques sans joint ou joint d'étanchéité supplémentaire doit engager pas moins de 3½ filetages.

10.8 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "nR" – Enveloppe à respiration limitée

L'étanchéité des enveloppes "nR" à respiration limitée doit permettre de maintenir les propriétés de respiration limitée de l'enveloppe.

Lorsque le câble utilisé n'est pas couvert par le certificat et/ou le manuel d'instruction et qu'il n'est pas effectivement rempli, il peut être nécessaire d'utiliser une entrée de câble ou une autre méthode (un joint époxy, une gaine rétractable, par exemple) assurant l'obturation autour des conducteurs individuels du câble pour empêcher une fuite de l'enveloppe.

Une rondelle d'étanchéité adaptée doit être placée entre l'entrée de câble et l'enveloppe. Les conduits ou les filetages coniques exigent l'utilisation d'une patte d'étanchéité pour joints filetés (voir Article 9).

11 Machines électriques tournantes

11.1 Généralités

Les machines électriques tournantes doivent en outre être protégées contre les surcharges, sauf si elles peuvent supporter en continu le courant de démarrage à la tension et à la fréquence assignées ou, dans le cas des générateurs, le courant de court-circuit, sans surchauffe inadmissible. Le dispositif de protection contre les surcharges doit être:

- a) un dispositif de protection temporisé omnipolaire en fonction du courant, réglé, au plus, sur le courant assigné de la machine, qui se déclenche après 2 h ou moins à 1,20 fois le courant de réglage et ne se déclenche pas après 2 h à 1,05 fois le courant de réglage, ou
- b) un dispositif destiné au contrôle direct de la température par des capteurs de température intégrés, ou
- c) un autre dispositif équivalent.

11.2 Moteurs avec mode de protection "d" – Enveloppes antidéflagrantes

11.2.1 Moteurs avec alimentation par convertisseur

Les moteurs alimentés à fréquence et tension variables par un convertisseur exigent soit:

- a) d'avoir fait l'objet d'un essai de type pour ce service comme une unité associée au convertisseur spécifié dans les documents descriptifs conformément à la CEI 60079-0, et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type pour ce service comme une unité associée au convertisseur, des moyens (ou du matériel) de contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation du moteur, ou d'autres moyens efficaces de limitation de la température de surface de l'enveloppe du moteur, doivent alors être fournis. L'efficacité du contrôle de la température doit prendre en compte la puissance, la plage de vitesses, le couple et la fréquence pour le service exigé, et elle doit être vérifiée et documentée. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion électrique du moteur.

NOTE 1 Dans certains cas, la température de surface la plus élevée apparaît sur l'arbre du moteur.

NOTE 2 Un dispositif de protection temporisé en fonction du courant (conformément à 11.1) n'est pas considéré comme étant un "autre moyen efficace".

Pour les moteurs avec borniers de mode de protection "e" et en cas d'utilisation de convertisseurs présentant des impulsions haute fréquence en sortie, il convient de veiller à prendre en compte les pics de surtension et les hautes températures éventuelles qui peuvent se produire au bornier.

11.2.2 Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)

Les moteurs possédant une alimentation pour un démarrage progressif exigent soit:

- a) d'avoir fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif spécifié dans les documents descriptifs et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif, des moyens (ou du matériel) de contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation du moteur, ou d'autres dispositions efficaces de limitation de la température de surface (conformément à 11.1) de l'enveloppe du moteur doivent alors être fournis, ou bien le dispositif de contrôle de la vitesse assure que le temps de mise en vitesse du moteur est tel que la température de surface n'est pas dépassée. L'efficacité du contrôle de la température ou le temps de mise en vitesse correct doivent être vérifiés et documentés. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE 1 Le démarrage progressif est considéré comme étant utilisé pendant une courte durée.

Pour les moteurs avec borniers de mode de protection "e", et en cas d'utilisation d'un dispositif de démarrage progressif présentant des impulsions haute fréquence en sortie, il convient de veiller à prendre en compte les pics de surtension et les hautes températures éventuelles qui peuvent se produire au bornier.

11.3 Moteurs avec mode de protection "e" – Sécurité augmentée

11.3.1 Alimentés par le réseau

Pour satisfaire aux exigences de 11.1, les dispositifs de protection contre les surcharges à temporisation inverse doivent être tels que non seulement le courant du moteur est contrôlé, mais également que le moteur bloqué est déconnecté dans le délai t_E indiqué sur la plaque de marquage. Les courbes des caractéristiques courant-temps indiquant le délai de déclenchement du relais de surcharge en fonction du rapport entre le courant de démarrage et le courant assigné doivent être détenues par l'utilisateur.

Les courbes indiquent la valeur du délai à partir de l'état au repos sur la base d'une température ambiante de 20 °C et pour une étendue de rapports de courants de démarrage (I_A/I_N) d'au moins 3 à 8. Le temps de déclenchement des dispositifs de protection doit être égal à ces valeurs de délai $\pm 20\%$.

Il convient de prendre spécialement en considération les propriétés des moteurs à enroulements triangulaires en cas de perte d'une phase. Contrairement aux moteurs à enroulement en étoile, la perte d'une phase peut ne pas être détectée, notamment lorsqu'elle survient en cours de fonctionnement. La conséquence est un déséquilibre des courants dans les conducteurs d'alimentation du moteur, ainsi qu'un échauffement accru du moteur. Un moteur à enroulement triangulaire avec un faible couple au démarrage est également susceptible de démarrer avec un tel défaut d'enroulement et de ce fait, le défaut peut ne pas être détecté durant de longues périodes. Par conséquent, pour un moteur à enroulement triangulaire, une protection contre les déséquilibres de phases doit être prévue pour détecter les déséquilibres du moteur avant qu'ils puissent générer des échauffements excessifs.

En général, les moteurs conçus pour un fonctionnement continu impliquant des démarrages faciles et peu fréquents qui ne produisent pas d'échauffements supplémentaires significatifs sont acceptables avec une protection contre les surcharges à temporisation inverse. Les moteurs conçus pour les conditions de démarrage difficiles ou qu'il est nécessaire de démarrer fréquemment sont acceptables uniquement lorsque des dispositifs de protection appropriés garantissent le non-dépassement de la température limite.

On considère qu'il existe des conditions de démarrage difficile lorsqu'un dispositif de protection contre les surcharges à temporisation inverse, sélectionné correctement tel que décrit ci-dessus, déconnecte le moteur avant que ce dernier atteigne sa vitesse assignée. Généralement, cela se produit lorsque le temps de démarrage total dépasse $1,7 t_E$.

Fonctionnement: Lorsque le service du moteur n'est pas S1 (fonctionnement continu à charge constante), il convient que l'utilisateur se procure les paramètres appropriés pour la détermination de la définition appropriée de fonctionnement.

Démarrage: Il est préférable que le temps de démarrage en direct du moteur soit inférieur au temps t_E , de manière à ce que le dispositif de protection du moteur ne déclenche pas ce dernier pendant le démarrage. Lorsque le temps de démarrage dépasse 80 % du temps t_E , il convient que les limitations associées au démarrage, tout en maintenant le fonctionnement conforme au manuel d'instruction de la machine, soient certifiées par le constructeur du moteur.

Le réenclenchement automatique (redémarrage automatique) n'est pas recommandé en raison du risque accru de formation d'étincelles dans le rotor ou dans le système d'isolation lors du réenclenchement. Si un moteur doit être redémarré automatiquement, il convient de considérer des mesures de protection supplémentaires telles que le réenclenchement spécifiquement temporisé pour correspondre à la phase, le mode de protection "p", les dispositifs de limitation de la tension transitoire, etc.

Au fur et à mesure de la chute de la tension pendant un démarrage en direct, le courant de démarrage diminue et le temps de mise en vitesse augmente. Bien que ces effets puissent

disparaître pour les faibles chutes de tension, il convient que le constructeur du moteur déclare les limitations associées au démarrage pour les tensions inférieures à 85 % de U_N pendant le démarrage.

Le constructeur peut limiter le nombre de tentatives de démarrages des moteurs à un nombre défini.

Outre les exigences de 11.1, Il convient que les relais de protection des machines conformes au mode de protection "e":

- a) surveillent le courant sur chaque phase, et
- b) fournissent une protection précise contre les surcharges dans les conditions de pleine charge du moteur.

Des relais de protection contre les surcharges à temporisation inverse peuvent être acceptables pour des moteurs dont le service est de type S1 ayant des démarrages faciles et peu fréquents. Lorsque le démarrage est difficile ou qu'un démarrage fréquent est exigé, il convient de choisir le dispositif de protection de manière à garantir que les températures limites ne sont pas dépassées, avec les paramètres de fonctionnement déclarés du moteur. Lorsque le temps de démarrage dépasse $1,7 t_E$, un relais à temporisation inverse est prévu pour déclencher le moteur au démarrage.

NOTE Dans certaines circonstances, par exemple pour des types de service autres que S1, le moteur peut être certifié avec la détection et la protection thermiques. Si tel est le cas, le temps t_E peut ne pas être identifié.

11.3.2 Capteurs de température des enroulements

Pour satisfaire aux exigences de 11.1, les capteurs de température des enroulements associés aux dispositifs de protection doivent être appropriés à la protection thermique du moteur, même bloqué. L'utilisation de capteurs de température intégrés pour le contrôle de la température limite du moteur est admissible uniquement si cette utilisation est spécifiée dans la documentation du moteur. Le temps t_A spécifie le temps de réponse des capteurs de température et il est nécessaire de le vérifier.

NOTE 1 Le type de capteurs de température intégrés et le dispositif de protection associé sont identifiés sur le moteur.

NOTE 2 En soumettant le dispositif de protection à l'essai, la vérification du temps t_A (voir également Annexe C et la CEI 60079-17) est effectuée par l'utilisateur.

11.3.3 Machines ayant une tension assignée supérieure à 1 kV

Les machines dont la tension assignée est supérieure à 1 kV doivent être sélectionnées en prenant en compte les valeurs du Tableau G.1 de l'Annexe G. Si le nombre total des facteurs de risque est supérieur à 6, des réchauffeurs anticondensation doivent alors être utilisés et il est nécessaire de prendre des dispositions spéciales pour garantir l'absence d'atmosphère explosive gazeuse dans l'enveloppe au moment du démarrage.

NOTE 1 Si la machine est destinée à fonctionner sous des "dispositions spéciales", le certificat comporte le symbole "X" conformément à la CEI 60079-0.

NOTE 2 Les dispositions spéciales peuvent inclure une ventilation précédant le démarrage, l'application d'un détecteur de gaz fixe à l'intérieur de la machine ou d'autres méthodes spécifiées dans les instructions du constructeur.

NOTE 3 Pour tous les moteurs Ex e au-dessus de 1 kV, construits conformément aux dernières normes CEI 60079-7, les stators ont fait l'objet d'un essai de type dans un environnement gazeux, puis ont été équipés de radiateurs anticondensation.

11.3.4 Moteurs avec alimentation par convertisseur

Les moteurs alimentés par un convertisseur à fréquence et tension variables doivent avoir fait l'objet d'un essai de type pour ce service en association avec le convertisseur et le dispositif de protection. Il convient d'utiliser le moteur dans le cadre de ses caractéristiques électriques

assignées et de configurer le convertisseur de manière à ce qu'il corresponde aux caractéristiques assignées du moteur eu égard à la gamme de fréquences et aux autres paramètres spécifiés éventuels tels que la fréquence porteuse minimale. La configuration du convertisseur doit permettre d'ajuster les paramètres.

NOTE Les moteurs à aimant permanent fonctionnent comme un générateur avec course en roue libre lorsque l'alimentation est coupée. Pour les moteurs présentant un niveau de protection "eb", dans lequel la tension peut être supérieure à la tension assignée, le système moteur-convertisseur est adapté aux tensions obtenues.

11.3.5 Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)

Les moteurs possédant une alimentation pour un démarrage progressif exigent soit:

- a) d'avoir fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif spécifié dans les documents descriptifs et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif, des moyens (ou du matériel) de contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation du moteur, ou d'autres dispositions efficaces de limitation de la température du moteur, doivent alors être fournis, ou bien le dispositif de contrôle de la vitesse assure que le temps de mise en vitesse du moteur est tel que la température n'est pas dépassée. L'efficacité du contrôle de la température ou le temps de mise en vitesse correct doivent être vérifiés et documentés. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE Le démarrage progressif est considéré comme étant utilisé pendant une courte durée.

Lorsqu'un dispositif de démarrage progressif présentant des impulsions haute fréquence en sortie est utilisé, il convient de veiller à prendre en compte les pics de surtension et les hautes températures éventuelles qui peuvent se produire dans le bornier.

11.4 Moteurs avec mode de protection "p" et "pD" – Enveloppes à surpression interne

11.4.1 Moteurs avec alimentation par convertisseur

Les moteurs alimentés à fréquence et tension variables par un convertisseur exigent soit:

- a) que le moteur ait fait l'objet d'un essai de type pour ce service comme une unité associée au convertisseur spécifié dans les documents descriptifs conformément à la CEI 60079-0, et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type pour ce service comme une unité associée au convertisseur, des moyens (ou du matériel) pour le contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés spécifiés dans la documentation du moteur ou d'autres moyens efficaces de limitation de la température de surface de l'enveloppe du moteur, doivent alors être fournis. L'efficacité du contrôle de la température prenant en compte la puissance, la plage de vitesses, le couple et la fréquence pour le service exigé doit être vérifiée et documentée. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE 1 Dans certains cas, la température de surface la plus élevée apparaît sur l'arbre du moteur.

NOTE 2 Un dispositif de protection temporisé en fonction du courant (conformément à 11.1) n'est pas considéré comme étant un "autre moyen efficace".

Pour les moteurs avec borniers de mode de protection "e" ou "n", en cas d'utilisation de convertisseurs présentant des impulsions haute fréquence en sortie, il convient de veiller à prendre en compte les pics de surtension et les hautes températures éventuelles qui peuvent se produire au bornier.

11.4.2 Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)

Les moteurs possédant une alimentation pour un démarrage progressif exigent soit:

- a) d'avoir fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif spécifié dans les documents descriptifs et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif, des moyens (ou du matériel) de contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation du moteur, ou d'autres dispositions efficaces de limitation de la température de surface de l'enveloppe du moteur, doivent alors être fournis, ou bien le dispositif de contrôle de la vitesse assure que le temps de mise en vitesse du moteur est tel que la température de surface n'est pas dépassée. L'efficacité du contrôle de la température ou le temps de mise en vitesse correct doivent être vérifiés et documentés. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE Le démarrage progressif est considéré comme étant utilisé pendant une courte durée.

Lorsqu'un dispositif de démarrage progressif présentant des impulsions haute fréquence en sortie est utilisé, il convient de veiller à prendre en compte les pics de surtension et les hautes températures éventuelles qui peuvent se produire dans le bornier.

11.5 Moteurs avec mode de protection "t" – Protection par enveloppes alimentées à une fréquence et une tension variables

11.5.1 Moteurs avec alimentation par convertisseur

Les moteurs alimentés à fréquence et tension variables par un convertisseur exigent soit:

- a) que le moteur ait fait l'objet d'un essai de type pour ce service comme une unité associée au convertisseur spécifié dans les documents descriptifs conformément à la CEI 60079-0, et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type pour ce service comme une unité associée au convertisseur, des moyens (ou du matériel) pour le contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés spécifiés dans la documentation du moteur ou d'autres moyens efficaces de limitation de la température de surface de l'enveloppe du moteur, doivent alors être fournis. L'efficacité du contrôle de la température prenant en compte la puissance, la plage de vitesses, le couple et la fréquence pour le service exigé doit être vérifiée et documentée. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE 1 Dans certains cas, la température de surface la plus élevée apparaît sur l'arbre du moteur.

NOTE 2 Un dispositif de protection temporisé en fonction du courant (conformément à 11.1) n'est pas considéré comme étant un "autre moyen efficace".

Il convient de veiller à prendre en compte les pics de surtension et les hautes températures éventuelles qui peuvent se produire dans le bornier.

11.5.2 Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)

Les moteurs possédant une alimentation pour un démarrage progressif exigent soit:

- a) d'avoir fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif spécifié dans les documents descriptifs et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif, des moyens (ou du matériel) de contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation du moteur, ou d'autres dispositions efficaces de limitation de la température de surface de l'enveloppe du moteur, doivent alors être fournis, ou bien le dispositif de contrôle de la vitesse assure que le temps de mise en vitesse du moteur est tel que la température de surface n'est pas dépassée. L'efficacité du contrôle de la température ou le temps de mise

en vitesse correct doivent être vérifiés et documentés. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE 1 Le démarrage progressif est considéré comme étant utilisé pendant une courte durée.

Lorsqu'un dispositif de démarrage progressif présentant des impulsions haute fréquence en sortie est utilisé, il convient de veiller à prendre en compte les pics de surtension et les hautes températures éventuelles qui peuvent se produire dans le bornier.

11.6 Moteurs avec mode de protection "nA" – Matériel non producteur d'étincelles

11.6.1 Moteurs avec alimentation par convertisseur

Les moteurs alimentés à fréquence et tension variables par un convertisseur exigent que:

- a) le moteur ait fait l'objet d'un essai de type, conformément à la CEI 60079-15, avec le convertisseur spécifique ou avec un convertisseur comparable par référence aux spécifications de tension et de courant de sortie, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type pour ce service comme une unité en association avec le convertisseur, des moyens (ou du matériel) de contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation du moteur, ou d'autres moyens efficaces de limitation de la température de l'enveloppe du moteur, doivent alors être fournis. L'efficacité du contrôle de la température prenant en compte la puissance, la plage de vitesses, le couple et la fréquence pour le service exigé doit être vérifiée et documentée. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur. En variante, la classe de température du moteur doit être déterminée par calcul conformément à la CEI 60079-15.

11.6.2 Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)

Les moteurs possédant une alimentation pour un démarrage progressif exigent soit:

- a) d'avoir fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif spécifié dans les documents descriptifs et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) si le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif, des moyens (ou du matériel) de contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation du moteur, ou d'autres dispositions efficaces de limitation de la température de surface du moteur, doivent être fournis ou le dispositif de contrôle de la vitesse assure que le temps de mise en vitesse du moteur est tel que la température de surface n'est pas dépassée. L'efficacité du contrôle de la température ou le temps de mise en vitesse correct doivent être vérifiés et documentés. L'action du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE Le démarrage progressif est considéré comme étant utilisé pendant une courte durée.

11.6.3 Machines ayant une tension assignée supérieure à 1 kV

Les machines dont la tension assignée est supérieure à 1 kV doivent être sélectionnées en prenant en compte les valeurs du Tableau G.1 de l'Annexe G. Si le nombre total des facteurs de risque est supérieur à 6, des réchauffeurs anticondensation doivent alors être utilisés ou des dispositions spéciales appliquées pour garantir l'absence d'atmosphère explosive gazeuse dans l'enveloppe au moment du démarrage.

NOTE 1 Si la machine est destinée à fonctionner sous des "dispositions spéciales", le certificat comporte le symbole "X" conformément à la CEI 60079-0.

NOTE 2 Les dispositions spéciales peuvent inclure une ventilation précédant le démarrage, l'application d'un détecteur de gaz fixe à l'intérieur de la machine ou d'autres méthodes spécifiées dans les instructions du constructeur.

12 Luminaires

Les luminaires à lampes fluorescentes et ballasts électroniques du mode de protection "e" ou "nA" ne doivent pas être utilisés lorsque la classe de température T5 ou T6 est exigée ou que la température ambiante dépasse 60 °C.

NOTE 1 Cette restriction limite le risque des effets de fin de vie (EOL – end of life) de la lampe.

Pour les lampes à broches, les broches doivent être en laiton.

Les lampes (par exemple, les lampes tungstènes à deux plots, à connexion vissée) utilisant des matériaux non conducteurs avec un revêtement conducteur ne doivent pas être utilisées sans avoir été soumises à essai avec le matériel.

NOTE 2 Cette restriction concerne les lampes dans lesquelles les broches ou les embouts peuvent être en plastique ou en céramique avec un revêtement de film conducteur.

13 Systèmes de chauffage électrique

13.1 Généralités

Les composants de système de chauffage électrique n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", peuvent uniquement être utilisés dans un assemblage de composants (désormais appelé matériel), lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

Les chauffages doivent être dotés de la protection ci-dessous en plus d'une protection contre les surintensités, sauf s'ils font partie d'un autre assemblage certifié, par exemple, un réchauffeur anticondensation de moteur électrique:

- a) outre la protection exigée par l'Article 7, et afin de limiter l'effet d'échauffement dû aux défauts de mise à la terre et aux courants de fuite, la protection supplémentaire suivante doit être installée dans un schéma TT ou TN, à savoir: un dispositif à courant différentiel résiduel (DDR) avec un courant différentiel de fonctionnement assigné ne dépassant pas 100 mA doit être utilisé.

Il convient de préférer des DDR à courant différentiel de fonctionnement assigné de 30 mA.

NOTE D'autres informations sur les DDR sont données dans la CEI 61008-1.

- b) Dans un schéma IT, un dispositif de surveillance de l'isolation doit être utilisé pour couper l'alimentation lorsque la résistance d'isolement n'est pas supérieure à 50 ohms par volt de tension assignée.

Pour les calculs de court-circuit, il convient de prendre en compte le courant de charge de l'ensemble du circuit de traçage par résistance.

13.2 Surveillance de la température

Tout dispositif de protection de température, lorsqu'il est exigé, doit être indépendant du dispositif de contrôle de température de fonctionnement et doit couper l'alimentation du système de chauffage électrique directement ou indirectement. Les dispositifs de protection doivent être uniquement réamorçables manuellement.

Les exigences relatives aux systèmes de surveillance de la température sont données au Tableau 12.

Tableau 12 – Exigences relatives aux systèmes de surveillance de la température

Commutateur électromagnétique de haute température	Commutateur de haute température contrôlé par processeur
Réamorçage avec un outil uniquement	Réamorçage possible avec un code utilisateur uniquement
Réamorçage manuel	Réamorçage uniquement par du personnel autorisé dans l'armoire de commande
Réamorçage uniquement dans les conditions normales de fonctionnement	Réamorçage uniquement dans les conditions normales de fonctionnement
Réamorçage sécurisé	Définition de la classe de température uniquement possible avec un cavalier câblé et le code du constructeur
Indépendant du contrôleur	Indépendant du contrôleur
Fonction de sécurité intégrée du capteur (si le tube capillaire se rompt, par exemple)	Surveillance du capteur à 100 %

13.3 Température limite

On doit empêcher le dispositif ou l'unité de chauffage par résistance de dépasser la température limite lors de la mise sous tension.

Cela doit être assuré par l'une des approches suivantes:

- une conception stabilisée utilisant la caractéristique de limitation automatique de la température du dispositif de chauffage par résistance;
- une conception stabilisée d'un système de chauffage (dans les conditions spécifiées d'utilisation).

NOTE 1 Une conception stabilisée pour l'EPL "Gb" ou "Gc" ne nécessite pas normalement une protection supplémentaire contre les températures excessives.

- un dispositif de sécurité conforme à 13.4.

Les données nécessaires concernant les relations ayant une influence sur la température du dispositif de chauffage par résistance doivent être fournies par le constructeur, dans la documentation préparée conformément à la CEI 60079-0.

NOTE 2 Pour les points b) et c), la température du dispositif de chauffage par résistance dépend des relations entre les différents paramètres, qui peuvent inclure, mais sans toutefois s'y limiter:

- la plage de températures ambiantes;
- la température à l'entrée et à la sortie du support ou la température de la pièce usinée;
- le support à chauffer, avec ses propriétés physiques (conductivité thermique, chaleur massique, viscosité cinématique, nombre de Prandtl, densité relative);
- la classe de température;
- la puissance calorifique;
- le flux calorifique, selon les propriétés physiques du support, sa vitesse d'écoulement, la tension d'alimentation et la température de surface admissible;
- la géométrie de l'unité de chauffage (disposition des éléments de chauffage individuels, angle d'incidence, transfert de chaleur).

13.4 Dispositif de sécurité

La protection proposée par un dispositif de sécurité doit être obtenue par détection, reposant sur:

- la température du dispositif de chauffage par résistance ou le cas échéant de son environnement immédiat, ou

- b) la température du dispositif de chauffage par résistance ou la température environnante, et un ou plusieurs autres paramètres.

NOTE Des exemples d'autres paramètres pour le point (b) incluent:

- dans le cas des liquides, une couverture du dispositif de chauffage d'au moins 50 mm peut être assurée au moyen d'un contrôleur de niveau (protection de marche à sec); ou
- dans le cas des fluides tels que le gaz et l'air, le débit minimal peut être assuré au moyen d'un détecteur de débit, ou
- pour le chauffage des pièces usinées, le transfert de chaleur peut être assuré en fixant le dispositif de chauffage ou avec des agents auxiliaires (ciment caloporteur).

Pour les emplacements où le niveau de protection EPL "Gb" ou "Db" est exigé, le dispositif de sécurité doit

- couper l'alimentation du dispositif ou de l'unité de chauffage par résistance, directement ou indirectement.

Pour les emplacements où le niveau de protection EPL "Gc" ou "Dc" est exigé, le dispositif de sécurité doit

- couper l'alimentation du dispositif ou de l'unité de chauffage par résistance, directement ou indirectement; ou
- fournir une sortie pour une alarme destinée à être placée dans un lieu surveillé en permanence.

Le réarmement doit être uniquement manuel et effectué à l'aide d'un outil après le retour aux conditions de traitement préalablement définies, sauf si les informations provenant du dispositif de sécurité sont surveillées en permanence. En cas de défaillance du capteur, l'alimentation du dispositif de chauffage doit être coupée avant que la température limite ne soit atteinte.

Le réglage des dispositifs de sécurité doit être verrouillé et scellé, et ne doit plus pouvoir être modifié en service.

Il convient de remplacer les fusibles thermiques uniquement par des pièces spécifiées par le constructeur.

Le dispositif de sécurité doit fonctionner dans les conditions anormales, et être complémentaire et indépendant d'un point de vue fonctionnel de tous les dispositifs de régulation qui peuvent être nécessaires pour des raisons opérationnelles dans les conditions normales.

13.5 Systèmes de traçage par résistance électrique

Le revêtement métallique externe, la tresse métallique ou un autre matériau conducteur équivalent de la résistance de traçage doit être lié au système de mise à la terre afin de fournir un chemin de mise à la terre efficace.

Dans les applications dans lesquelles le chemin de mise à la terre principal dépend du revêtement métallique, de la tresse métallique ou d'un autre matériau conducteur équivalent, la résistance chimique du matériau doit être prise en compte si une exposition à des vapeurs ou liquides corrosifs est susceptible d'avoir lieu.

En règle générale, les tresses et gaines en acier inoxydable présentent une résistance élevée et peuvent ne pas constituer des chemins de mise à la terre efficaces. Il convient de considérer d'autres moyens de mise à la terre ou une protection de mise à la terre supplémentaire.

Des exigences supplémentaires relatives aux systèmes de traçage par résistance électrique sont indiquées à l'Annexe F.

14 Exigences supplémentaires relatives au mode de protection "d" – Enveloppes antidéflagrantes

14.1 Généralités

Seul le matériel Ex "d" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les enveloppes et composants Ex "d" n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants, désormais appelé matériel, lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

L'ajout de trous ou la modification des entrées d'une enveloppe Ex "d" doit être réalisé(e) uniquement par le constructeur ou un service certifié compétent.

La modification des composants internes du matériel n'est pas admise sans une réévaluation du matériel, dans la mesure où des situations fortuites peuvent conduire à des phénomènes de précompression, des changements de classe de température ou autres, dont les conséquences peuvent invalider le certificat.

Le matériel marqué pour un gaz spécifique ou pour un groupe de matériel plus un gaz spécifique, et utilisé pour cette atmosphère gazeuse particulière, doit être installé conformément aux exigences pour le groupe de matériel auquel le gaz spécifique appartient. Par exemple, le matériel marqué "IIB + H₂" et utilisé dans une atmosphère d'hydrogène doit être installé comme un matériel "IIC".

Il convient d'éviter l'utilisation de conducteurs en aluminium dans les enveloppes antidéflagrantes Ex "d" lorsqu'un défaut entraînant la formation d'un arc potentiellement important impliquant les conducteurs peut apparaître à proximité d'un joint à brides ordinaire. Une protection adéquate par isolation des conducteurs et des bornes peut être réalisée afin de prévenir le risque de défauts ou en utilisant des enveloppes avec des joints à emboîtement ou filetés.

14.2 Obstacles solides

Lors de l'installation du matériel, on doit veiller à ce que le joint à brides antidéflaquant soit écarté d'une distance supérieure ou égale à celle définie dans le Tableau 13, de tout obstacle solide ne faisant pas partie du matériel, tel que des armatures d'acier, des parois, des dispositifs de protection contre les intempéries, des supports de montage, des canalisations ou d'autres matériels électriques, à moins que le matériel n'ait été soumis à essai à une distance inférieure et ait été documenté.

Tableau 13 – Distance minimale d'obstruction par rapport aux joints à brides antidéflagrants en fonction du groupe de gaz présent dans l'emplacement dangereux

Groupe de gaz	Distance minimale mm
IIA	10
IIB	30
IIC	40

14.3 Protection des joints antidéflagrants

La protection des joints antidéflagrants contre la corrosion doit être maintenue en conformité avec la documentation du constructeur. L'utilisation de joints d'étanchéité est admissible uniquement lorsque cela est spécifié dans les documents descriptifs du constructeur.

Les joints antidéflagrants ne doivent pas être peints.

La peinture de l'enveloppe (par l'utilisateur) après l'assemblage complet est admise, en veillant à éviter la charge électrostatique conformément à 6.5.2. L'application de lubrifiant sur les faces d'un joint antidéflagrant réduit la quantité de peinture pénétrant l'interstice, mais ne l'élimine pas.

Il convient de tenir compte des effets de la peinture sur les caractéristiques thermiques assignées de l'enveloppe. Il convient également de s'assurer de la lisibilité maintenue de tous les marquages.

Lorsque la documentation du constructeur n'aborde pas la protection des joints, y compris l'utilisation de lubrifiant, seul le lubrifiant anticorrosion, tel que pétrole ou huiles minérales épaissies au savon, peut être appliqué sur la surface des joints avant l'assemblage. Si du lubrifiant est appliqué, il ne doit pas durcir à cause du vieillissement, ne pas contenir de solvant volatil et ne pas provoquer la corrosion de la surface des joints. Il convient de choisir et d'appliquer les lubrifiants avec le plus grand soin de manière à garantir la conservation des caractéristiques non durcissables et de permettre la séparation ultérieure des surfaces de joints.

NOTE 1 Il est de la responsabilité des utilisateurs de confirmer que le lubrifiant est adapté.

NOTE 2 Si des lubrifiants à base de silicone sont utilisés, ces derniers peuvent altérer certains types de détecteurs de gaz (voir CEI 60079-29).

Lorsque l'enveloppe est utilisée conjointement avec des gaz du Groupe IIC, une bande ne doit pas être utilisée.

Des bandes de textiles imprégnées de lubrifiant non durcissant peuvent être utilisées en dehors d'un joint à brides plat, dans les conditions suivantes:

- lorsque l'enveloppe est utilisée conjointement avec des gaz du Groupe IIA, il convient de limiter la bande à une couche entourant toutes les parties du joint à brides avec un court recouvrement. Il convient d'appliquer une nouvelle bande chaque fois que la bande existante est rompue;
- lorsque l'enveloppe est utilisée conjointement avec des gaz du Groupe IIB, il convient que l'interstice entre les surfaces du joint n'excède pas 0,1 mm, quelle que soit la largeur du joint. Il convient de limiter la bande à une couche entourant toutes les parties du joint à brides avec un court recouvrement. Il convient d'appliquer une nouvelle bande chaque fois que la bande existante est rompue.

14.4 Systèmes de conduits

Les dispositifs d'obturation antidéflagrants pour les conduits doivent être:

- a) fournis avec le matériel et décrits dans la documentation du matériel; ou
- b) comme il est spécifié dans la documentation du matériel; ou
- c) conformes à la CEI 60079-1.

Les dispositifs d'obturation des conduits doivent être fournis soit comme partie de l'enveloppe antidéflagrante, soit immédiatement, soit le plus près possible de l'entrée de l'enveloppe antidéflagrante en utilisant un nombre minimal d'éléments.

NOTE 1 Le point ci-dessus inclut une exigence demandant de prévoir un joint entre les enveloppes couplées, sauf si elles font partie intégrante d'un assemblage certifié par le constructeur.

Les dispositifs d'obturation des conduits ayant des filetages parallèles peuvent être fixés avec une rondelle d'étanchéité entre le dispositif et l'enveloppe antidéflagrante, à condition qu'après la mise en place de la rondelle, l'engagement de filetage applicable soit toujours réalisé. L'engagement du filetage doit être au moins de cinq filets complets. Un lubrifiant adapté peut être utilisé à condition qu'il soit non durcissant et que toutes les mises à la terre soient maintenues.

Un dispositif d'obturation de conduit est considéré comme étant fixé immédiatement à l'entrée de l'enveloppe antidéflagrante lorsqu'il est fixé à l'enveloppe, soit directement, soit par un accessoire nécessaire pour un accouplement conforme aux instructions du constructeur. Il convient que la distance entre la face du joint le plus proche de l'enveloppe (ou de l'enveloppe d'utilisation finale prévue) et la paroi externe de l'enveloppe (ou de l'enveloppe d'utilisation finale prévue) soit aussi petite que possible, mais en aucun cas supérieure à la dimension du conduit ou à 50 mm, la plus petite valeur étant retenue.

NOTE 2 Des fuites de gaz ou de vapeur et une propagation de flammes peuvent survenir dans les interstices entre les torons de conducteurs toronnés normalisés ou entre les conducteurs individuels du câble. Des constructions spéciales peuvent être employées comme moyen de réduction des fuites et pour empêcher la propagation de flammes. Des exemples sont les torons resserrés, l'obturation des torons individuels et les matelas extrudés. Voir également 9.3.2.

15 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "e" – Sécurité augmentée

15.1 Généralités

Seul le matériel Ex "e" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les enveloppes et composants Ex "e" n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants (désormais appelé matériel) lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

15.2 Puissance dissipée maximale des enveloppes de bornier

On doit veiller à ce que la chaleur dissipée par la perte de puissance dans l'enveloppe ne génère pas des températures supérieures à la classe de température exigée pour le matériel. Pour ce faire, on peut:

- a) suivre les directives fournies par le constructeur concernant le nombre admissible de bornes, la taille des conducteurs et le courant maximal, ou
- b) vérifier que la puissance dissipée calculée, à l'aide de paramètres spécifiés par le constructeur, est inférieure à la puissance dissipée maximale assignée.

Il convient de maintenir la longueur des conducteurs aussi courte que possible, les calculs et les essais de type reposant sur l'hypothèse selon laquelle la longueur du conducteur est égale à la moitié de la diagonale de l'enveloppe. Cela permet de s'assurer qu'en moyenne, la longueur ne dépasse pas la base des essais de type. Une longueur supplémentaire de conducteurs dans l'enveloppe dans lesquels circule le courant maximal admissible peut augmenter la température interne, qui peut alors dépasser la classe de température.

Le groupement de plus de 6 conducteurs peut également provoquer une augmentation des températures, qui peuvent alors dépasser T6 et/ou endommager l'isolation, ce qu'il convient d'éviter.

La documentation du constructeur doit contenir, pour chaque dimension de borne, le nombre admissible de bornes, la taille du conducteur et le courant maximal (voir l'exemple au Tableau 14).

Sauf spécification contraire dans le certificat:

- seules les bornes Ex "e" doivent être incluses dans l'enveloppe du boîtier;
- aucun autre composant n'est admis;
- un seul conducteur par point de connexion est admis.

15.3 Extrémités des conducteurs

Certaines bornes, par exemple de type à fente, peuvent permettre l'entrée de plusieurs conducteurs. Lorsque plusieurs conducteurs sont raccordés à la même borne, on doit veiller à ce que chaque conducteur soit amarré de façon adéquate.

Sauf si cela est autorisé par la documentation du constructeur, deux conducteurs de sections différentes ne doivent pas être raccordés à une même borne, sauf s'ils sont d'abord fixés au moyen d'un même manchon de compression unique ou toute autre méthode spécifiée par le constructeur.

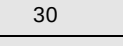
Pour éviter le risque de courts-circuits entre des conducteurs adjacents dans des borniers, l'isolement de chaque conducteur doit être maintenu jusqu'au métal de la borne.

Lorsque de simples vis de serrage à collerette sont utilisées avec un conducteur unique, il convient que ce dernier soit enroulé en "U" autour de la vis, sauf si le serrage d'un conducteur unique sans "U" est admis dans la documentation fournie avec le matériel.

15.4 Nombre maximal de conducteurs en fonction de la section et du courant continu admissible

Si plusieurs combinaisons de valeurs sont possibles, les informations peuvent alors être données par le constructeur sous la forme d'un tableau. Si des combinaisons de valeurs de courant et/ou de sections différentes sont utilisées, il convient que l'installateur procède à un calcul à l'aide du tableau. Un exemple de calcul est présenté au Tableau 14. Si les bornes ne sont pas toutes chargées en même temps, un facteur de charge peut également être utilisé pour le calcul.

Tableau 14 – Exemple de disposition définie de borne/conducteur – Nombre maximal de fils en fonction de la section et du courant continu admissible

Courant A	Conducteurs en fonction de la section en mm ²				
	1,5	2,5	4	6	
3					
6					
10	40				
16	13	26			
20	5	15	30		
25		7	17	33	
35			3	12	
50		b			
63					
Nombre maximal de bornes					
NOTE Tous les conducteurs entrants et toutes les liaisons internes sont comptés comme des conducteurs, les connexions de terre ne sont pas comptées. Lors de l'utilisation de ce tableau, le facteur simultané ou le facteur de charge assignée conforme à la CEI 61439 peut être pris en compte. Les assortiments de tailles de conducteurs dotés de circuits de sections et de courants différents sont possibles lorsque les valeurs du tableau sont utilisées dans les proportions respectives. ^a Tous les numéros en plus. ^b A étudier par le constructeur (avec calcul de l'échauffement).					

Section/mm ²	Courant/A	Grandeur	=	Utilisation
1,5	10	20 (sur 40)	=	50 %
2,5	20	5 (sur 15)	=	33,3 %
4	25	2 (sur 17)	=	<u>11,7 %</u>
		Total < 100 %	=	<u>95,0 %</u>

16 Exigences supplémentaires relatives au mode de protection "i" – Sécurité intrinsèque

16.1 Généralités

Il est nécessaire qu'une philosophie du mode de protection fondamentalement différente préside à l'installation des circuits de sécurité intrinsèque. L'intégrité d'un circuit de sécurité intrinsèque est à protéger contre toute intrusion d'énergie issue d'autres sources électriques, de manière à ne pas dépasser la limite de sécurité du circuit en termes d'énergie, même en cas d'ouverture, de court-circuit ou de mise à la terre du circuit. Ces principes s'appliquent également aux circuits de sécurité intrinsèque du Groupe II et du Groupe III du matériel de sécurité intrinsèque, sauf spécification contraire.

Il convient que les matériels associés soient de préférence situés à l'extérieur de l'emplacement dangereux. S'ils sont installés à l'intérieur d'un emplacement dangereux, ils doivent être protégés par un autre mode de protection approprié, conformément à l'Article 5.

Lorsque les propriétés de la sécurité intrinsèque peuvent être compromises par la pénétration d'humidité ou de poussière ou par l'accès aux parties conductrices, et afin d'assurer la protection contre les interférences non autorisées et les dommages, les composants et le

câblage interne du matériel de sécurité intrinsèque et du matériel associé (les barrières, par exemple) doivent être montés dans une enveloppe adaptée. D'autres méthodes de montage peuvent être utilisées si elles assurent une intégrité similaire contre les interférences et les dommages.

En application de ce principe, l'objectif des règles d'installation concernant les circuits de sécurité intrinsèque consiste à les maintenir séparés des autres circuits. Sauf indication contraire, les exigences pour les circuits de sécurité intrinsèque doivent s'appliquer à tous les niveaux de protection ("ia", "ib" et "ic").

L'installation des circuits à puissance limitée "nL" doit satisfaire à toutes les exigences applicables aux circuits de sécurité intrinsèque "ic".

16.2 Installations devant satisfaire aux exigences des EPL "Gb" ou "Gc" et "Db" ou "Dc"

16.2.1 Matériel

Dans les installations satisfaisant aux exigences de l'EPL "Gb", le matériel de sécurité intrinsèque et les parties de sécurité intrinsèque du matériel associé doivent être conformes à la CEI 60079-11, au niveau de protection "ib" au moins.

Dans les installations satisfaisant aux exigences de l'EPL "Gc", le matériel de sécurité intrinsèque et les parties de sécurité intrinsèque du matériel associé doivent être conformes à la CEI 60079-11, au niveau de protection "ic" au moins.

Dans les installations satisfaisant aux exigences de l'EPL "Db", le matériel de sécurité intrinsèque et les parties de sécurité intrinsèque du matériel associé doivent être conformes à la CEI 60079-11, au niveau de protection "ib" au moins pour le Groupe III.

Dans les installations satisfaisant aux exigences de l'EPL "Dc", le matériel de sécurité intrinsèque et les parties de sécurité intrinsèque du matériel associé doivent être conformes à la CEI 60079-11, au niveau de protection "ic" au moins pour le Groupe III.

Les matériels électriques raccordés aux bornes de sécurité non intrinsèque d'un matériel associé ne doivent pas être alimentés sous une tension supérieure à U_m indiquée sur l'étiquette du matériel associé. Le courant de court-circuit présumé pour l'alimentation ne doit pas être supérieur à 1 500 A.

La limitation du courant de court-circuit présumé aux endroits présentant des niveaux de défaut plus élevés peut être obtenue à l'aide d'un fusible ou d'une protection appropriés en amont.

Lorsque U_m indiqué sur le matériel associé est inférieur à 250 V, le matériel doit être installé conformément à l'un des points suivants:

- a) lorsque U_m ne dépasse pas 50 V c.a. ou 120 V c.c., dans un schéma TBTS ou TBTP ou,
- b) via un transformateur d'isolement de sécurité satisfaisant aux exigences de la CEI 61558-2-6 ou à une norme techniquement équivalente, ou
- c) directement raccordé au matériel conforme à la série CEI 60950, la CEI 61010-1, ou une norme techniquement équivalente, ou
- d) alimenté directement par des éléments ou des batteries.

Lorsque cela est raisonnablement possible, il convient d'identifier tous les dispositifs faisant partie d'un système de sécurité intrinsèque en tant que tel. Voir également 16.2.2.6 pour le marquage des câbles.

16.2.2 Câbles

16.2.2.1 Généralités

Seuls les câbles d'isolation assignée entre le conducteur et la terre, le conducteur et l'écran et l'écran et la terre d'au moins 500 V c.a. ou 700 V c.c. doivent être utilisés dans des circuits de sécurité intrinsèque.

Le diamètre des conducteurs individuels ou des torons des conducteurs multitoronnés dans l'emplacement dangereux ne doit pas être inférieur à 0,1 mm.

16.2.2.2 Paramètres électriques des câbles

Les paramètres électriques (C_c et L_c) ou (C_c et L_c/R_c) de tous les câbles utilisés doivent être déterminés selon a), b) ou c):

- a) les paramètres électriques les plus sévères fournis par le constructeur du câble;
- b) les paramètres électriques déterminés par mesure sur un échantillon;

NOTE L'Annexe H décrit en détail une méthode satisfaisante de détermination des paramètres adaptés.

- c) 200 pF/m et 1 μ H/m ou 30 μ H/ Ω lorsque l'interconnexion comprend deux ou trois âmes d'un câble construit de manière conventionnelle (avec ou sans écran).

Lorsqu'un système FISCO ou FNICO est utilisé, les exigences relatives aux paramètres des câbles doivent être conformes à la CEI 60079-25.

16.2.2.3 Mise à la terre des écrans conducteurs

Lorsque le recours à un écran est exigé, exception faite des cas spéciaux indiqués dans les points a) à c) ci-après, l'écran doit être relié électriquement à la terre en un seul point, normalement au niveau de l'extrémité de la boucle du circuit situé dans l'emplacement non dangereux. Cette exigence est destinée à empêcher l'éventualité de circulation dans l'écran d'un courant susceptible d'être à l'origine d'une explosion, en cas de différences locales de potentiel de terre entre les points qui peuvent être disponibles pour la connexion à la terre.

Lorsqu'un circuit de sécurité intrinsèque mis à la terre est à l'intérieur d'un câble avec écran, l'écran de ce circuit doit être mis à la terre au même point que le circuit de sécurité intrinsèque dont il est l'écran.

Lorsqu'un circuit ou sous-circuit de sécurité intrinsèque isolé de la terre est à l'intérieur d'un câble avec écran, cet écran doit être connecté en un point au système de liaison équipotentielle.

Cas spéciaux:

- a) Si des raisons particulières (par exemple, l'écran présente une résistance élevée ou s'il est nécessaire de disposer d'un écran supplémentaire contre les interférences inductives) justifient de doter l'écran de plusieurs connexions électriques sur toute sa longueur, l'installation représentée à la Figure 2 peut être utilisée, à condition que
 - le conducteur de terre isolé soit robuste (normalement, au moins 4 mm², mais 16 mm² peuvent être plus appropriés pour les connexions de type amarrage);
 - l'ensemble conducteur de terre isolé/écran soit isolé de manière à supporter un essai d'isolement mené à 500 V efficace en courant alternatif ou à 700 V en courant continu par rapport à tous les autres conducteurs du câble, y compris le blindage, le cas échéant;
 - le conducteur de terre isolé et l'écran soient uniquement raccordés à la terre au niveau d'un seul et même point, qui doit être le même point à la fois pour le conducteur de terre isolé et l'écran, et se trouvant normalement à l'extrémité non dangereuse du câble;

- le conducteur de terre isolé soit conforme à 9.3.7;
 - le rapport inductance/résistance (L/R) du câble, installé avec le conducteur de terre isolé, doit être déterminé et démontré comme satisfaisant aux exigences de 16.2.2.5.
- b) Si l'installation est établie et maintenue de manière à assurer au plus haut point l'égalité des potentiels entre les deux extrémités du circuit (c'est-à-dire entre l'emplacement dangereux et l'emplacement non dangereux), les écrans des câbles peuvent alors être, le cas échéant, raccordés à la terre aux deux extrémités du câble et, s'il y a lieu, à n'importe quel point intermédiaire.
- c) Il est acceptable de procéder à plusieurs mises à la terre par le biais de petits condensateurs (condensateur céramique de 1 nF, 1 500 V, par exemple), à condition que la capacité totale ne dépasse pas 10 nF.

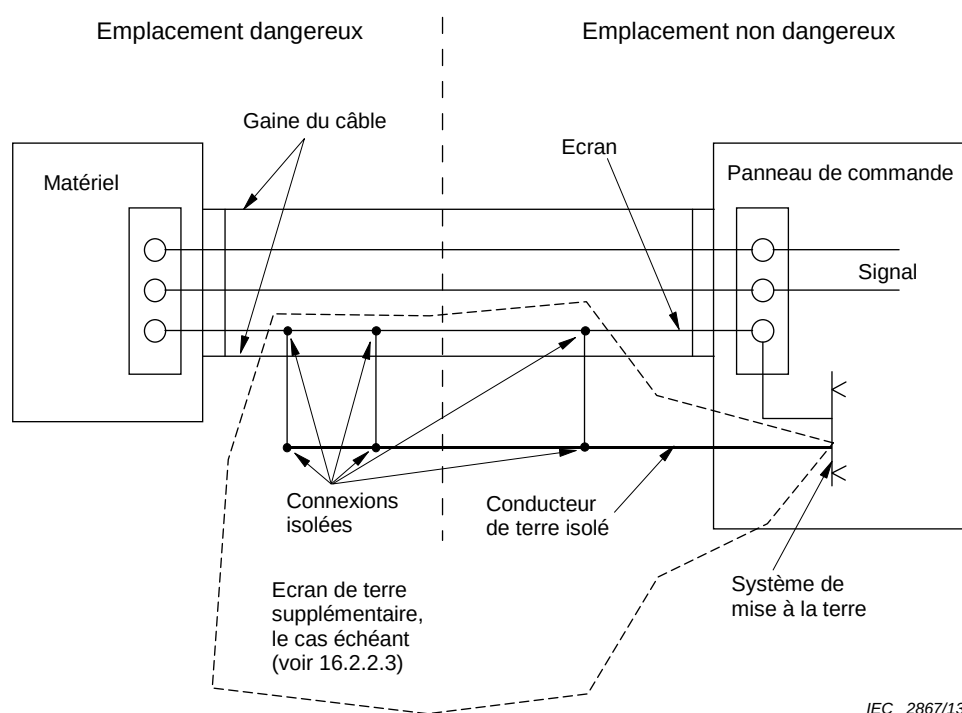


Figure 2 – Mise à la terre des écrans conducteur

16.2.2.4 Liaison de l'armure du câble

L'armure doit être raccordée au système de liaison équipotentielle par les dispositifs d'entrée de câbles ou leurs équivalents à chaque extrémité du trajet des câbles. Lorsqu'il existe des boîtiers de raccordement intermédiaires ou d'autres appareils, l'armure est normalement raccordée de la même manière au système de liaison équipotentielle au niveau de ces points. Dans le cas où il est nécessaire que l'armure ne soit pas raccordée au système de liaison équipotentielle au niveau des points intermédiaires, on doit veiller à assurer le maintien de la continuité électrique de l'armure d'un bout à l'autre du trajet des câbles complet.

Lorsque le raccordement de l'armure au niveau d'un point d'entrée de câbles ne s'avère pas pratique, ou lorsque des exigences de conception font que cela n'est pas admissible, on doit veiller à éviter toute différence de potentiel, susceptible de générer une étincelle dangereuse, qui peut survenir entre l'armure et le système de liaison équipotentielle. Dans tous les cas, il doit y avoir au moins une liaison électrique entre l'armure et le système de liaison équipotentielle. Le dispositif d'entrée de câble pour isoler l'armure de la terre doit être installé dans l'emplacement non dangereux ou dans des emplacements exigeant l'EPL "Gc" ou "Dc".

16.2.2.5 Installation des câbles et câblage

16.2.2.5.1 Généralités

Les installations dotées de circuits de sécurité intrinsèque doivent être montées de telle sorte que leur sécurité intrinsèque ne soit pas perturbée par des champs électriques ou magnétiques externes tels que ceux qui peuvent être générés par des lignes électriques aériennes ou des câbles monoconducteurs à forte intensité présents dans l'environnement immédiat. Pour ce faire, on peut par exemple utiliser des blindages et/ou des conducteurs torsadés, ou bien maintenir une distance appropriée entre l'installation et la source du champ électrique ou magnétique.

Outre les exigences relatives aux câbles données en 9.3.7, les câbles situés dans les emplacements dangereux et les emplacements non dangereux doivent être installés de manière à s'assurer que les câbles des circuits de sécurité intrinsèque ne peuvent pas être raccordés fortuitement à des câbles de circuits qui ne le sont pas. Pour ce faire, on peut:

- a) séparer les différents types de câbles de circuits; ou
- b) placer les câbles de manière à les protéger contre le risque de dommage mécanique (voir également 9.3.7); ou
- c) utiliser des câbles qui sont armés, gainés avec du métal ou ayant un écran pour au moins un type de circuit donné (par exemple, tous les circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque sont disposés dans des câbles armés ou bien tous les circuits de sécurité intrinsèque sont armés).

16.2.2.5.2 Conducteurs

Les conducteurs des circuits de sécurité intrinsèque et ceux des circuits qui ne le sont pas ne doivent pas faire partie d'un même câble, à l'exception de ceux admis en 16.6.

Les conducteurs des circuits de sécurité intrinsèque, à l'exception de ceux admis en 16.2.2.7, et les conducteurs des circuits qui ne le sont pas ne doivent pas se trouver dans le même faisceau ou dans la même conduite, sauf s'ils sont séparés par une couche intermédiaire de matériaux isolants ou par une cloison métallique reliée à la terre. Aucune séparation n'est exigée si des gaines métalliques ou des écrans sont utilisés pour les circuits de sécurité intrinsèque ou pour les circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque.

16.2.2.5.3 Conducteurs inutilisés dans les câbles

Chaque conducteur inutilisé dans un câble doit

- a) être convenablement isolé de la terre et de chaque autre conducteur à chacune de ses extrémités par l'utilisation de bornes adéquates, ou
- b) si d'autres circuits dans le câble comportent une connexion de terre (par l'intermédiaire du matériel associé, par exemple), être raccordé au point de terre utilisé pour mettre à la terre les circuits de sécurité intrinsèque éventuels dans ce même câble, mais doit être convenablement isolé de la terre et de chaque autre conducteur par l'utilisation de bornes adéquates à l'autre extrémité.

NOTE L'utilisation d'un tube thermorétractable ou la terminaison du conducteur inutilisé dans les bornes adaptées satisfont aux exigences de 16.2.2.5.3.

16.2.2.6 Marquage des câbles

Les câbles contenant des circuits de sécurité intrinsèque doivent être marqués (à l'exception des cas ci-dessous) afin de les identifier en tant que partie d'un circuit de sécurité intrinsèque. Si les gaines ou les revêtements sont colorés, la couleur utilisée pour les câbles contenant des circuits de sécurité intrinsèque doit être le bleu clair. Lorsque des circuits de sécurité intrinsèque ont été identifiés grâce à un câble à revêtement bleu clair, ce câble ne doit alors pas être utilisé à d'autres fins d'une manière ou dans un endroit susceptible de

prêter à confusion ou diminuer la signification de l'identification des circuits de sécurité intrinsèque.

Si tous les câbles de circuits de sécurité intrinsèque ou tous les câbles de circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque ont une armure, une gaine métallique ou un écran, le marquage des câbles de circuits de sécurité intrinsèque n'est alors pas exigé.

Lorsqu'il existe un risque de confusion entre les câbles de circuits de sécurité intrinsèque et les câbles de circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque, du fait de la présence d'un conducteur neutre de couleur bleue, on doit prendre d'autres mesures de marquage à l'intérieur des armoires de mesure et de commande, des appareillages de connexion, des matériels de distribution, etc. Ces mesures comprennent:

- la combinaison des conducteurs au sein d'un faisceau bleu clair commun;
- l'étiquetage;
- l'organisation claire et la séparation spatiale.

16.2.2.7 Câbles contenant plusieurs circuits de sécurité intrinsèque

Les exigences de 16.2.2.7 s'ajoutent à celles de 16.2.2.1 à 16.2.2.6.

Les câbles peuvent contenir plusieurs circuits de sécurité intrinsèque. Des circuits qui ne présentent pas de sécurité intrinsèque ne doivent pas passer dans les mêmes câbles que les circuits de sécurité intrinsèque, sauf exception notée en 16.6. Les circuits "ic" de sécurité intrinsèque peuvent fonctionner avec les circuits "ia" et "ib" de sécurité intrinsèque, à condition qu'ils passent dans un câble de Type A ou de Type B, tel que spécifié en 16.2.2.8.

L'épaisseur radiale de l'isolement du conducteur doit être appropriée au diamètre du conducteur et à la nature de l'isolant. L'épaisseur radiale minimale doit être d'au moins 0,2 mm.

Les câbles doivent être d'un type, avec l'isolation de conducteur, capable de supporter un essai diélectrique au moins égal à

- 500 V tension efficace c.a. ou 700 V c.c. appliquée entre une armure et/ou un ou des écrans assemblés et tous les conducteurs assemblés;
- 1 000 V tension efficace c.a. ou 1 400 V c.c. appliquée entre un faisceau comprenant une moitié des conducteurs de câbles assemblés et un faisceau comprenant l'autre moitié des conducteurs assemblés. Cet essai ne s'applique pas aux câbles contenant plusieurs circuits de sécurité intrinsèque dotés d'écrans conducteurs pour les circuits individuels.

Les essais de rigidité diélectrique doivent être réalisés selon une méthode spécifiée dans une norme de câble appropriée. Si ce type de méthode n'est pas disponible, les essais doivent être réalisés conformément aux essais de rigidité diélectrique spécifiés dans la CEI 60079-11.

NOTE L'exigence ci-dessus peut être satisfaite en apportant la preuve que l'essai a été réalisé par le fournisseur ou le constructeur du câble, ou par l'installateur.

16.2.2.8 Types de câbles contenant plusieurs circuits de sécurité intrinsèque et prise en considération applicable des défauts

Les défauts qui, le cas échéant, doivent être pris en considération dans les câbles contenant plusieurs circuits de sécurité intrinsèque utilisés dans des systèmes électriques de sécurité intrinsèque, dépendent du type de câble employé.

- Type A

Pour les câbles satisfaisant aux exigences de 16.2.2.7 et en outre dotés d'écrans conducteurs assurant une protection individuelle des circuits de sécurité intrinsèque afin

d'empêcher tout contact entre ces circuits, la couverture de ces écrans doit être d'au moins 60 % de la surface. Aucun défaut entre les circuits n'est pris en compte.

– Type B

Câble fixé et protégé efficacement contre les dommages, satisfaisant aux exigences de 16.2.2.7 et ne comportant en outre aucun circuit présentant une tension maximale U_0 supérieure à 60 V. Aucun défaut entre les circuits n'est pris en compte.

– Type C

Pour les câbles satisfaisant aux exigences de, 16.2.2.7 mais pas aux exigences supplémentaires de Type A ou de Type B, il est nécessaire que les niveaux "ia" et "ib" prennent en compte jusqu'à deux courts-circuits entre les conducteurs et, simultanément, jusqu'à quatre circuits ouverts de conducteurs. Dans le cas de circuits identiques, il n'est pas nécessaire de prendre en considération les défaillances, à condition que chaque circuit traversant le câble présente un facteur de sécurité pour les paramètres d'inflammation à l'éclateur de quatre fois celui exigé pour le niveau de protection "ia" ou "ib".

16.2.3 Mise à la terre des circuits de sécurité intrinsèque

Les circuits de sécurité intrinsèque doivent être

- a) isolés de la terre, ou
- b) raccordés en un point au système de liaison équipotentielle, s'il existe sur l'ensemble de l'emplacement dans lequel les circuits de sécurité intrinsèque sont installés.

La méthode d'installation doit être choisie en fonction des exigences fonctionnelles des circuits et conformément aux instructions du constructeur.

Plusieurs connexions de terre sont admises sur un même circuit, à condition que ce dernier soit divisé galvaniquement en sous-circuits, chacun d'eux possédant un point unique de mise à la terre.

Dans les circuits de sécurité intrinsèque isolés de la terre, une attention particulière doit être accordée au danger résultant de charges électrostatiques. Une liaison à la terre par une résistance supérieure à 0,2 MΩ, par exemple, pour la dissipation des charges électrostatiques, n'est pas réputée être une mise à la terre.

Les circuits de sécurité intrinsèque doivent être mis à la terre si cela est nécessaire pour des raisons de sécurité, par exemple, dans les installations dotées de barrières de sécurité sans isolation galvanique. Si nécessaire, ils peuvent être mis à la terre pour des raisons fonctionnelles, par exemple, avec des thermocouples soudés. Si le matériel de sécurité intrinsèque ne tient pas l'essai de résistance électrique mené à au moins 500 V tension efficace c.a. par rapport à la terre, conformément à la CEI 60079-11, un raccordement à la terre du matériel est à prévoir.

Lorsque le matériel est mis à la terre (par exemple, du fait de la méthode de montage) et qu'un conducteur de liaison existe entre le matériel et le point de connexion de terre du matériel associé, la conformité avec le point a) ou b) n'est pas exigée. Il convient que ce genre de situations fasse l'objet d'une grande attention de la part d'une personne compétente, de manière à éviter les dangers liés aux courants de défaut qui circulent. Il convient de faire particulièrement attention lorsque les exigences du matériel EPL "Ga" sont tenues d'être satisfaites. Si des conducteurs de liaison sont utilisés, il convient qu'ils soient adaptés à la situation, qu'ils aient une section de cuivre d'au moins 4 mm², qu'ils soient installés à demeure sans prises de courant, qu'ils fassent l'objet d'une protection mécanique appropriée et qu'ils soient dotés de bornes satisfaisant aux exigences du mode de protection "e", à l'exception du degré IP.

Dans les circuits de sécurité intrinsèque, les bornes de mise à la terre des barrières de sécurité sans isolation galvanique (par exemple, les barrières Zener) doivent être:

- 1) raccordées au système de liaison équipotentielle par le chemin le plus court possible, ou
- 2) pour les schémas TN-S uniquement, raccordées à un point de terre à haut niveau d'intégrité, de manière à garantir une impédance inférieure à $1\ \Omega$ entre le point de connexion et le point de terre du système d'alimentation principale. Cela peut être réalisé par la connexion à une barre de terre ou par l'utilisation de piquets de terre distincts.

Le conducteur utilisé doit être isolé de manière à empêcher l'écoulement vers la terre des courants de défaut susceptibles de circuler dans les parties métalliques avec lesquelles le conducteur est susceptible d'entrer en contact (encadrement du tableau de commande, par exemple). Une protection mécanique doit également être prévue dans les endroits présentant un risque de dommage élevé.

La section de la connexion de terre doit être obtenue par

- au moins deux conducteurs distincts possédant des caractéristiques assignées leur permettant de transporter le courant maximal possible qui peut circuler en permanence, et chacun d'eux étant constitué d'au moins $1,5\ \text{mm}^2$ de cuivre, ou
- au moins un conducteur ayant une section d'au moins $4\ \text{mm}^2$ de cuivre.

Pour faciliter les essais, il convient d'envisager l'installation de deux conducteurs de mise à la terre.

Si le courant de court-circuit présumé pour le système d'alimentation raccordé aux bornes d'entrée de la barrière est tel que la connexion de terre n'est pas capable de l'écouler, on doit alors soit augmenter la section en conséquence, soit utiliser des conducteurs supplémentaires.

Lorsque la connexion de terre est réalisée à travers des boîtiers de raccordement, il convient de veiller tout particulièrement à la continuité de l'intégrité de la liaison.

16.2.4 Vérification des circuits de sécurité intrinsèque

16.2.4.1 Généralités

Sauf si un certificat est disponible pour le système, définissant les paramètres relatifs à l'ensemble du système de sécurité intrinsèque, toutes les dispositions de 16.2.4 s'appliquent.

Lors de l'installation de circuits de sécurité intrinsèque, y compris les câbles, les valeurs maximales admissibles en termes de capacité et d'inductance, ou de rapport L/R et de température de surface ne doivent pas être dépassées. Les valeurs admissibles doivent être extraites de la documentation relative au matériel associé ou de la plaque de marquage.

La classe de température du matériel monté dans l'emplacement dangereux doit être déterminée à partir de l'étiquette ou la documentation de ce matériel. Le matériel peut avoir des classes différentes pour des conditions d'utilisation différentes (généralement en fonction de la température ambiante ou des paramètres d'entrée U_i , I_i et P_i).

16.2.4.2 Document descriptif du système

Un document descriptif du système qui spécifie les éléments du matériel électrique et les paramètres électriques du système, y compris ceux des câbles de liaison, doit être établi par le concepteur du système.

La forme dans laquelle il convient de faire apparaître les informations nécessaires à la sécurité dans le document descriptif du système n'est pas définie avec précision et peut prendre différents aspects, tels que dessins, schémas, manuels d'entretien ou autres. Il convient que le document soit établi et tenu à jour pour que toutes les informations propres à une installation particulière puissent être facilement trouvées.

NOTE Un format possible de dessins descriptifs de systèmes et de dessins d'installation peut être trouvé dans la CEI 60079-25.

16.2.4.3 Circuits de sécurité intrinsèque avec une seule source d'alimentation

Les valeurs de tension d'entrée U_i , du courant d'entrée I_i et de la puissance d'entrée P_i admissibles de chaque matériel de sécurité intrinsèque doivent être respectivement supérieures ou égales à la tension de sortie U_o , au courant de sortie I_o et à la puissance de sortie P_o de la source d'alimentation.

Le groupe de matériel auquel appartient le circuit de sécurité intrinsèque correspond au groupe de gaz le plus restrictif relatif à l'un des matériels formant ce circuit (par exemple, un circuit comportant des matériels IIB et IIC est dénommé circuit du groupe IIB).

Le niveau de protection du circuit de sécurité intrinsèque correspond au niveau le plus bas de l'un des matériels formant ce circuit (par exemple, un circuit comportant des matériels "ib" et "ic" présente un niveau de protection "ic").

L'inductance et la capacité totales de tous les matériels connectés inclus dans le système, ainsi que l'inductance et la capacité du câble, doivent être inférieures ou égales à L_o et C_o pour la source d'alimentation.

Lorsque l'inductance et la capacité totales de tous les matériels connectés, à l'exclusion du câble, sont respectivement supérieures à 1 % de L_o et C_o de la source d'alimentation, les valeurs acceptables de L_o et C_o doivent alors être divisées par deux, et l'inductance et la capacité admises du câble ajustées en conséquence. Des informations supplémentaires figurent dans la CEI 60079-25.

NOTE Tous les matériels connectés incluent un matériel simple dont les valeurs peuvent ne pas correspondre aux valeurs L_i et C_i indiquées par le constructeur. La source d'alimentation peut être le matériel associé ou tout autre matériel de sécurité intrinsèque.

Comme variante à l'évaluation à l'aide de la valeur de L_o , le rapport L_o/R_o de la source d'alimentation peut être utilisé, sauf lorsque l'inductance totale de tous les matériels connectés est supérieure à 1 % de L_o . Lorsque l'inductance totale de tous les matériels connectés est supérieure à 1 % de L_o , le rapport L/R admis du câble doit de nouveau être calculé conformément à la CEI 60079-25.

Une fois le rapport L/R établi, le rapport L/R du câble doit être inférieur au rapport limite, et la valeur de C_o s'applique toujours au matériel connecté et au câble.

Lorsque la documentation de la source d'alimentation ne précise pas de valeur pour L_o/R_o , l'évaluation du câble pour le rapport L/R ne peut pas être utilisée.

Des recommandations pour la détermination des paramètres des câbles sont données en 16.2.2.2.

16.2.4.4 Circuits de sécurité intrinsèque avec plusieurs matériels associés

Si le circuit de sécurité intrinsèque contient plusieurs matériels associés ou si au moins deux circuits de sécurité intrinsèque sont interconnectés, la sécurité intrinsèque de l'ensemble du système doit être vérifiée par des calculs théoriques ou un essai d'inflammation à l'éclateur, conformément à la CEI 60079-11 et à la CEI 60079-25. Le groupe du matériel, la classe de température et le niveau de protection doivent être déterminés.

Le risque de retour dans le matériel associé de tensions et de courants provenant du reste du circuit doit être pris en compte. Les caractéristiques assignées des éléments de limitation de la tension et du courant utilisés dans chaque matériel associé ne doivent pas être dépassées par la combinaison appropriée des valeurs U_o et I_o des autres matériels associés.

NOTE 1 Pour le matériel associé présentant des caractéristiques de courant/tension linéaires, la base du calcul est donnée à l'Annexe I. Pour le matériel associé présentant des caractéristiques de courant/tension non linéaires, les recommandations d'interconnexion des circuits de sécurité intrinsèque non linéaires et linéaires de la CEI 60079-25 peuvent être utilisées et/ou il peut être pris conseil auprès d'un expert.

NOTE 2 Si les résistances internes $R_i = U_o/I_o$ du matériel associé sont connues pour les circuits de sécurité intrinsèque à l'étude (caractéristiques linéaires conformément à la CEI 60079-25), la méthode d'évaluation des circuits contenant plusieurs sources d'alimentation de la CEI 60079-25 peut alors être utilisée en variante.

16.3 Installations satisfaisant aux exigences des EPL "Ga" ou "Da"

Les circuits de sécurité intrinsèque doivent être installés conformément à 16.2, sauf modification par les exigences spéciales suivantes.

Dans les installations dotées de circuits de sécurité intrinsèque destinés aux emplacements exigeant l'EPL "Ga", le matériel de sécurité intrinsèque et le matériel associé doivent être conformes à la CEI 60079-11, niveau de protection "ia". Le circuit (comprenant l'ensemble des matériels simples, des matériels de sécurité intrinsèque, des matériels associés et des paramètres électriques maximaux admissibles pour les câbles d'interconnexion) doit être de niveau de protection "ia".

Dans les installations satisfaisant aux exigences de l'EPL "Da", le matériel de sécurité intrinsèque et les parties de sécurité intrinsèque du matériel associé doivent être conformes à la CEI 60079-11, au niveau de protection "ia" au moins pour le Groupe III.

Il est préférable d'utiliser le matériel associé qui possède une isolation galvanique entre les circuits de sécurité intrinsèque et les circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque.

Dans la mesure où un seul défaut dans le système de liaison équipotentielle peut générer dans certains cas un danger d'inflammation, les matériels associés sans isolation galvanique doivent être utilisés uniquement si les appareils de mise à la terre sont conformes au point 2) de 16.2.3, et si tous les matériels alimentés par le réseau et raccordés aux bornes de l'emplacement non dangereux sont isolés de l'alimentation par l'intermédiaire d'un transformateur à double enroulement, dont l'enroulement primaire doit être protégé par un fusible aux caractéristiques assignées appropriées présentant un pouvoir de coupure adapté.

Si le circuit de sécurité intrinsèque est divisé en sous-circuits, le ou les sous-circuits des emplacements exigeant l'EPL "Ga" et intégrant les éléments d'isolation galvanique doivent être de niveau de protection "ia", mais il est nécessaire que les sous-circuits ne se trouvant pas dans des emplacements exigeant l'EPL "Ga" soient uniquement de niveau de protection "ib" ou "ic".

NOTE 1 L'isolation galvanique peut être obtenue grâce au matériel associé ou un matériel d'isolation galvanique dans un circuit de sécurité intrinsèque dans un emplacement d'EPL "Gb", "Db", "Gc" ou "Dc", ou dans un emplacement non dangereux.

Si la mise à la terre du circuit est exigée pour des raisons fonctionnelles, la connexion de terre doit être réalisée à l'extérieur des emplacements exigeant l'EPL "Ga" ou "Da", mais aussi proche que possible du matériel situé dans un emplacement exigeant l'EPL "Ga" ou "Da".

Si la mise à la terre d'un circuit est nécessaire à son fonctionnement, comme par exemple cela est le cas avec un thermocouple mis à la terre ou une sonde de conductibilité, il convient qu'il s'agisse de la seule liaison à la terre, à moins de pouvoir démontrer qu'aucun défaut ne peut apparaître du fait de la présence de plusieurs connexions de terre.

Si une partie de circuit de sécurité intrinsèque est installée dans des emplacements exigeant l'EPL "Ga" ou "Da", de telle sorte que le matériel et le matériel associé risquent de développer des différences de potentiel dangereuses à l'intérieur de ces emplacements, par exemple, par la présence d'électricité atmosphérique, un dispositif de protection contre les surtensions doit être installé entre chaque âme du câble qui n'est pas reliée à la terre et la

structure locale aussi proche que possible, de préférence à moins de 1 m de l'entrée des emplacements exigeant l'EPL "Ga" ou "Da". Des exemples de tels emplacements sont les réservoirs de stockage de liquides inflammables, les unités de traitement d'effluents et les colonnes de distillation dans les complexes pétrochimiques. Un risque élevé d'avoir une différence de potentiel existe généralement lorsque l'usine est étendue et/ou que les emplacements des matériels sont dispersés, et ce risque n'est pas diminué en enterrant simplement les câbles ou les réservoirs.

Le dispositif de protection contre les surtensions doit être capable de dériver un courant de décharge de crête de 10 kA au moins (impulsion de 8/20 μ s conformément à la CEI 60060-1, dix manœuvres). La liaison entre le dispositif de protection et la structure locale doit présenter une section minimale équivalente à 4 mm² de cuivre.

La tension d'amorçage du dispositif de protection contre les surtensions doit être déterminée par l'utilisateur et par un expert pour l'installation spécifique.

L'utilisation d'un ou de plusieurs dispositifs basse tension de protection contre les surtensions dans un circuit de sécurité intrinsèque modifie le cheminement de mise à la terre de ce circuit. Ceci doit être pris en compte dans la conception du système de sécurité intrinsèque.

NOTE 2 D'autres recommandations sur l'utilisation des dispositifs de protection contre les surtensions sont données dans la CEI 60079-25.

Le câble présent entre le matériel de sécurité intrinsèque situé dans les emplacements exigeant l'EPL "Ga" ou "Da" et le dispositif de protection contre les surtensions doit être installé de manière à être protégé contre la foudre.

16.4 Matériel simple

Il est indépendant du niveau de protection du matériel. Le matériel simple doit être clairement identifiable à l'aide d'un étiquetage durable.

L'étiquetage d'un matériel simple peut être assuré par un tiers, y compris le constructeur ou l'installateur, et peut se présenter sous la forme d'un marquage ou code de désignation préférentiel pour l'installation, de manière à être clairement identifiable en tant que matériel simple.

Des informations supplémentaires visant à faciliter l'identification du matériel simple, telles qu'une référence au numéro de boucle d'instrument, peuvent également être marquées.

Le matériel simple est défini en 3.5.5 et inclut:

- a) des composants passifs, par exemple, des interrupteurs, des boîtiers de raccordement, des résistances et des dispositifs semi-conducteurs simples;
- b) des sources d'énergie stockée avec des composants uniques dans des circuits simples, impliquant des paramètres bien définis, par exemple, des condensateurs ou des bobines d'inductance, et dont les valeurs sont prises en compte lors de la détermination de la sécurité globale du système;
- c) des sources générant une énergie, par exemple, des thermocouples et des cellules photoélectriques, qui ne produisent pas plus de 1,5 V, 100 mA et 25 mW.

Le matériel simple doit également satisfaire aux exigences appropriées de la CEI 60079-11.

NOTE 1 La CEI 60079-11 exclut le marquage normal du matériel protégé contre l'explosion dans le cas d'un matériel simple.

Pour le matériel simple, la température maximale peut être déterminée à partir des valeurs de P_0 de la source d'alimentation, de manière à obtenir la classe de température.

La température maximale de surface doit être calculée selon:

$$T = P_o R_{th} T_{amb}$$

où

T est la température de surface;

P_o est la puissance marquée sur le matériel associé;

R_{th} est l'élévation de la température de surface (K/W) (telle que spécifiée par le constructeur du composant pour les conditions de montage applicables);

T_{amb} est la température ambiante au point d'installation du matériel simple, par exemple, pour un capteur de température.

Une classe de température T4 peut être attribuée à un matériel simple d'une surface totale supérieure à 20 mm² si la puissance maximale qui lui est appliquée ne dépasse pas les valeurs données au Tableau 15 pour les différentes températures ambiantes.

Tableau 15 – Variation de la puissance maximale dissipée en fonction de la température ambiante pour le Groupe de matériel II

Température ambiante maximale	°C	40	50	60	70	80
Puissance maximale dissipée	W	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0

Une classe de température T4 ou T5 peut également être attribuée aux petits composants selon les limitations suivantes:

- Les composants de surface inférieure à 20 mm² (à l'exclusion des fils conducteurs) peuvent être classés T4 si leur température de surface ne dépasse pas 275 °C.
- Les composants de surface supérieure à 20 mm², mais inférieure à 1 000 mm² (à l'exclusion des fils conducteurs) peuvent être classés T4 si leur température de surface ne dépasse pas 200 °C.
- Les composants de surface inférieure à 1 000 mm² (à l'exclusion des fils conducteurs) peuvent être classés T5 si leur température de surface ne dépasse pas 150 °C.

NOTE 2 L'ajustement des limitations de puissance maximale des matériels simples ne peut pas être appliqué pour le Groupe III.

Lorsqu'il est nécessaire que le matériel simple maintienne l'intégrité de l'isolation à partir de la terre du circuit de sécurité intrinsèque, il doit être en mesure de résister à une tension d'essai à la terre de 500 V efficace en courant alternatif ou de 700 V en courant continu, ou deux fois la tension du circuit de sécurité intrinsèque, en retenant la valeur la plus élevée.

Les bornes doivent être séparées d'au moins 50 mm des bornes ou connexions qui ne sont pas de sécurité intrinsèque ou être dotées d'autres moyens de séparation conformes à la CEI 60079-11.

Il convient que le matériel simple n'interconnecte pas les circuits de sécurité intrinsèque, sauf si la documentation le permet de manière spécifique.

NOTE 3 Les exigences d'isolation et de séparation des bornes sont déduites de la CEI 60079-11.

Les borniers et les interrupteurs des circuits de sécurité intrinsèque peuvent être supposés subir une montée en température inférieure à 40K, et peuvent ainsi appartenir à la classe de température T6 pour une température ambiante ne dépassant pas 40 °C, à la classe T5 pour une température ambiante ne dépassant pas 55 °C ou à la classe T4 pour une température ambiante ne dépassant pas 80 °C..

16.5 Borniers

16.5.1 Généralités

Lorsque la pénétration d'humidité ou de poussière ou si l'accès aux parties conductrices peut compromettre les propriétés des circuits de sécurité intrinsèque séparés, ou donner lieu à une combinaison non évaluée de circuits de sécurité intrinsèque, ces circuits doivent être installés de manière à ne pas compromettre cette séparation. D'autres méthodes de montage peuvent être utilisées si elles assurent une intégrité similaire contre les interférences et les dommages.

Le bornier utilisé doit être adapté à l'environnement dans lequel il est installé, par exemple, une enveloppe avec un degré au moins égal à IP54 est souhaitable. Les dispositifs d'entrée de câble doivent maintenir le degré de protection de l'enveloppe.

Les bornes de circuit de sécurité intrinsèque doivent être séparées d'au moins 3 mm des parties mises à la terre.

Il convient d'apposer la mention "AVERTISSEMENT – Circuits de sécurité intrinsèque" ou un texte techniquement équivalent sur les borniers.

NOTE L'utilisation d'une enveloppe de sécurité augmentée dotée de bornes de sécurité augmentée aux caractéristiques assignées appropriées satisfait aux exigences de 16.5.2 et 16.5.3.

16.5.2 Borniers dotés d'un seul circuit de sécurité intrinsèque

Un circuit de sécurité intrinsèque ne fait l'objet d'aucune exigence supplémentaire.

16.5.3 Borniers dotés de plusieurs circuits de sécurité intrinsèque

Sauf si une évaluation de la combinaison démontre que la sécurité intrinsèque d'une combinaison de circuits de sécurité intrinsèque n'est pas compromise, et afin de maintenir les exigences en matière de sécurité intrinsèque, les borniers doivent satisfaire aux exigences minimales suivantes:

- Outre les exigences de 16.5.1, l'enveloppe doit satisfaire aux exigences de la CEI 60079-0 relatives aux enveloppes non métalliques et à leurs parties non métalliques, ainsi qu'aux enveloppes métalliques et à leurs parties métalliques le cas échéant.

NOTE Les exigences de la CEI 60079-0 relatives aux enveloppes non métalliques et à leurs parties non métalliques tiennent compte, par exemple, de la résistance aux chocs, de la résistance à la lumière et du vieillissement artificiel. Les exigences de la CEI 60079-0 relatives aux enveloppes métalliques et à leurs parties métalliques tiennent compte, par exemple, de la résistance aux chocs et de la quantité de métal léger utilisé dans les alliages.

- La distance d'isolement entre les parties conductrices nues des éléments de raccordement doit être d'au moins 6 mm entre les circuits de sécurité intrinsèque séparés.

16.5.4 Borniers dotés de circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque et de circuits de sécurité intrinsèque

Outre les exigences de 16.5.3, les borniers contenant des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque doivent satisfaire aux exigences minimales suivantes:

- a) Lorsque le bornier est situé dans un emplacement dangereux, l'enveloppe et les éléments qui ne sont pas de sécurité intrinsèque doivent satisfaire pleinement à la technique de protection contre l'explosion.
- b) La distance d'isolement entre les parties conductrices nues des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque doit être d'au moins 50 mm ou telle que définie dans la CEI 60079-11.

- c) Chaque capot de l'enveloppe permettant d'accéder aux circuits sous tension qui ne sont pas de sécurité intrinsèque doit comporter une étiquette "AVERTISSEMENT – NE PAS OUVRIR SOUS TENSION"; ou
- d) toutes les parties actives nues non protégées par le mode de protection "i" doivent être dotées d'un capot interne séparé assurant au moins le degré de protection IP30 lorsque l'enveloppe du matériel est ouverte. Une autre étiquette doit être également apposée sur le capot interne et porter la mention "AVERTISSEMENT – CIRCUITS DE SECURITE NON INTRINSEQUE PROTEGES PAR UN CAPOT IP30 INTERNE".

NOTE Le capot interne, lorsqu'il est posé, a pour objet d'assurer un degré de protection acceptable minimal contre l'accès aux circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque sous tension lorsque l'enveloppe est ouverte pendant de courtes périodes, afin de permettre la maintenance active des circuits de sécurité intrinsèque. Le capot n'a pas vocation à assurer la protection contre les chocs électriques.

Les bornes des circuits de sécurité intrinsèque doivent être marquées de manière à clairement les distinguer des bornes des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque.

Ce marquage peut être de couleur qui, dans ce cas, doit être le bleu clair.

16.5.5 Prises de courant utilisées pour les raccordements externes

Les prises de courant utilisées pour le raccordement des circuits de sécurité intrinsèque externes doivent être séparées de celles des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque et non interchangeables avec elles. Lorsque le matériel est équipé de plusieurs prises de courant pour des raccordements externes et qu'une interversion est susceptible d'avoir une influence négative sur le mode de protection, ces prises de courant doivent être disposées de manière à ne pas pouvoir les intervertir, par exemple, par codage, ou les prises d'accouplement doivent être identifiées, par exemple, par marquage ou code couleur, de manière à rendre l'intervention évidente.

Lorsqu'un connecteur contient des circuits mis à la terre et que le mode de protection dépend de la connexion de terre, il convient de construire le connecteur conformément aux exigences de la CEI 60079-11 relatives aux conducteurs, raccordements et bornes de terre.

16.6 Applications spéciales

Pour certaines applications spéciales, telles que le contrôle de câbles de puissance, les circuits utilisant les principes de la sécurité intrinsèque sont contenus dans le même câble que les circuits de puissance. Ces installations exigent une analyse spécifique des risques concernés.

Pour des applications spéciales, des circuits de sécurité intrinsèque et des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque sont admis dans un même assemblage de prises de courant à condition que cet assemblage satisfasse aux exigences de la CEI 60079-11 et de la partie de la série CEI 60079 appropriée au mode de protection utilisé pour protéger les circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque et que la sécurité intrinsèque ne soit pas exigée lorsque les autres circuits sont sous tension.

17 Exigences complémentaires pour les enveloppes à surpression interne

17.1 Généralités

Seul le matériel Ex "p" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les enveloppes et composants Ex "p" comportant uniquement un certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans l'emplacement dangereux.

De plus, des enveloppes non certifiées (enveloppes industrielles) utilisées avec un dispositif de commande/balayage certifié ne doivent pas être installées. Il est toujours exigé de certifier l'unité et le dispositif de commande/balayage complet et le dispositif associé en tant qu'unité.

Les enveloppes et composants à surpression interne n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants (désormais appelé matériel) lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

17.2 Mode de protection "p"

17.2.1 Généralités

Sauf pour le cas où l'installation a été évaluée comme un tout, la conformité de l'installation complète aux exigences de la documentation du matériel et de la présente norme doit être vérifiée.

Le mode de protection exigé "pxb", "pyb" ou "pzc" est déterminé par les exigences d'EPL pour l'emplacement et par le fait que l'enveloppe contient un matériel ne satisfaisant pas à "Gc" conformément au Tableau 16.

**Tableau 16 – Détermination du mode de protection
(avec un dégagement ininflammable dans l'enveloppe)**

EPL	L'enveloppe contient un matériel ne satisfaisant pas aux exigences d'EPL "Gc"	L'enveloppe contient un matériel satisfaisant aux exigences d'EPL "Gc"
"Gb"	Type "pxb"	Type "pyb"
"Gc"	Type "pxb" ou "pzc"	Pas de surpression exigée
La CEI 60079-2 exige que le matériel de mode de protection "py" contienne uniquement du matériel de mode de protection "d", "e", "l", "m", "nA", "nC", "o" ou "q".		

17.2.2 Conduits

Tous les conduits et leurs éléments de raccordement doivent être capables de supporter une pression égale à:

- 1,5 fois la surpression maximale spécifiée par le constructeur du matériel à surpression interne en fonctionnement normal, ou
- la surpression maximale que la source de surpression peut atteindre lorsque tous les orifices sont fermés, la source de surpression (par exemple, un ventilateur) étant spécifiée par le constructeur du matériel à surpression interne,

avec une pression minimale de 200 Pa (2 mbar).

Les matériaux utilisés pour les conduits et leurs éléments de raccordement ne doivent pas être dégradés par le gaz de protection spécifié ou par les gaz ou les vapeurs inflammables dans lesquels ils sont tenus d'être utilisés.

Les points au niveau desquels le gaz de protection pénètre dans le ou les conduits d'alimentation doivent être situés dans un emplacement non dangereux, sauf s'il s'agit de gaz de protection en bouteille.

Dans la mesure de ce qui est raisonnablement possible, il convient que les conduits soient situés dans un emplacement non dangereux. Si ils traversent un emplacement dangereux et si le gaz de protection est à une pression inférieure à la pression atmosphérique, les conduits doivent être alors exempts de fuites.

Il convient, de préférence, que les sorties des conduits destinées à l'échappement du gaz de protection soient situées dans un emplacement non dangereux. Sinon, on doit étudier la possibilité d'installer des barrières contre les étincelles et les particules (c'est-à-dire des dispositifs qui protègent contre les projections d'étincelles ou de particules susceptibles de provoquer une inflammation), de la manière présentée dans le Tableau 17.

NOTE Pendant le balayage, un petit emplacement dangereux peut exister à la sortie du conduit.

Tableau 17 – Utilisation de barrières contre les étincelles et les particules

Exigences d'EPL pour l'emplacement de la sortie du conduit de dégagement	Matériel	
	A	B
"Gb"	Exigé ^a	Exigé ^a
"Gc"	Exigé	Non exigé
A: Matériel qui peut produire des étincelles ou des particules susceptibles de provoquer une inflammation en service normal.		
B: Matériel qui ne produit pas d'étincelles ou de particules susceptibles de provoquer une inflammation en service normal.		
^a Si la température du matériel dans l'enveloppe constitue un danger en cas d'anomalie de la surpression, un dispositif approprié doit être installé pour empêcher la pénétration rapide de l'atmosphère environnante dans l'enveloppe à surpression interne.		

Il convient que les matériels de surpression, tels qu'un ventilateur d'admission ou un compresseur, utilisés pour fournir le gaz de protection soient de préférence installés dans un emplacement non dangereux. Lorsque le moteur d'entraînement et/ou son équipement de commande sont situés à l'intérieur du conduit d'alimentation, ou lorsque l'installation dans un emplacement dangereux ne peut être évitée, le matériel de surpression doit être protégé de manière adéquate.

17.2.3 Actions à entreprendre en cas d'anomalie de la surpression

17.2.3.1 Généralités

Les systèmes de commande de surpression sont parfois équipés d'appareils de coupure ou "interrupteurs pour entretien" destinés à permettre de maintenir sous tension l'enveloppe à surpression interne en l'absence de surpression, par exemple, en cas d'ouverture de la porte de l'enveloppe.

Dans un emplacement dangereux, ce type de dispositifs ne doit être utilisé que si une étude a montré l'absence de gaz ou vapeur potentiellement inflammable dans cet emplacement spécifique pendant la période d'utilisation (situation "absence de gaz"). Lorsque des gaz inflammables sont détectés durant le travail dans ces conditions, il convient de mettre l'enveloppe hors tension immédiatement et de faire un nouveau balayage avant sa remise en service.

Il est nécessaire de procéder de nouveau au balayage de l'enveloppe suite au rétablissement de la surpression uniquement si des gaz inflammables ont été détectés dans l'emplacement pendant que l'appareil manuel de coupure était en service.

17.2.3.2 Matériels sans source de dégagement interne

17.2.3.2.1 Généralités

Une installation comprenant un matériel électrique sans source de dégagement interne doit être conforme au Tableau 18 lorsque la surpression à l'aide du gaz de protection est défaillante.

Il convient de déplacer les enveloppes à surpression interne statique vers un emplacement non dangereux pour le remplissage lorsque la surpression interne a disparu.

Si une surpression statique est appliquée, les dispositifs contrôlant la pression doivent se fermer si la pression décroît et ils ne doivent pouvoir être réactivés que lorsque la pression a été rétablie suite au remplissage.

Tableau 18 – Synthèse des exigences de protection pour les enveloppes sans source de dégagement interne

Exigence d'EPL	L'enveloppe contient un matériel ne satisfaisant pas aux exigences d'EPL "Gc" sans surpression interne	L'enveloppe contient un matériel satisfaisant aux exigences d'EPL "Gc" sans surpression interne
"Gb"	Alarme et mise hors tension ^a (Appliquer 17.2.3.2.2 et 17.2.3.2.3)	Alarme ^b (Appliquer 17.2.3.2.3)
"Gc"	Alarme ^b (Appliquer 17.2.3.2.3)	Pas de surpression interne exigée
Il convient de rétablir la surpression interne aussi rapidement possible, et en tout cas dans un délai de 24 h. Il convient d'éviter l'entrée de matières inflammables dans l'enveloppe pendant la durée d'absence de surpression interne. Une alerte supplémentaire peut ne pas être nécessaire à la sécurité, même dans les emplacements exigeant l'EPL "Gb", à condition que le matériel à surpression interne soit mis automatiquement hors tension en cas d'anomalie de la surpression interne. Si l'alimentation n'est pas coupée automatiquement, par exemple, dans des emplacements exigeant l'EPL "Gc", une alerte est l'action minimale recommandée si elle est associée à une réaction immédiate de l'opérateur rétablissant la surpression interne ou mettant hors tension le matériel. En cas de défaut de pression, le matériel à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne adaptée aux exigences de l'EPL de l'emplacement extérieur peut ne pas être mis hors tension. Cependant, il convient de veiller particulièrement à ce qu'aucune matière inflammable ne soit piégée dans le matériel confiné, laquelle est susceptible de fuir dans la plus grande enveloppe à surpression interne dont le fonctionnement peut générer des étincelles inflammables.		
a 1 Si la mise hors tension automatique risque de créer une condition plus dangereuse, il convient de prendre d'autres mesures de précaution, par exemple, la duplication des alimentations de gaz de protection. b Si l'alarme se déclenche, il convient d'entreprendre une action immédiate, par exemple, restaurer l'intégrité du système.		

17.2.3.2.2 Arrêt automatique

Un dispositif automatique doit être prévu pour couper l'alimentation électrique du matériel lorsque la surpression et/ou le débit du gaz de protection tombent en dessous de la valeur minimale exigée.

De plus, une alarme sonore ou visuelle peut être nécessaire. Lorsque cette coupure est susceptible de compromettre la sécurité de l'installation et que ladite sécurité est assurée par ailleurs, une alarme continue sonore ou visuelle doit être donnée jusqu'à ce que la surpression interne soit restaurée ou que d'autres mesures appropriées soient prises, incluant la coupure avec un retard connu.

Si l'arrêt automatique risque de créer une condition plus dangereuse, il convient de prendre d'autres mesures de précaution, par exemple, la duplication des alimentations de gaz de protection.

En cas de défaut de pression, le matériel à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne adaptée aux exigences de l'EPL de l'emplacement extérieur peut ne pas être mis hors tension. Cependant, il convient de veiller particulièrement à ce qu'aucune matière inflammable ne soit piégée dans le matériel confiné, laquelle est susceptible de fuir dans la plus grande enveloppe à surpression interne dont le fonctionnement peut générer des étincelles inflammables.

17.2.3.2.3 Alarme

Si la pression interne ou le débit du gaz de protection tombe au-dessous de la valeur minimale exigée, un signal immédiatement perceptible pour l'opérateur doit indiquer la perte de pression. Le système de surpression interne doit être restauré aussitôt que cela est possible ou bien l'alimentation électrique doit être coupée manuellement.

17.2.3.3 Matériels avec une source de dégagement interne

Les matériels dotés d'une source de dégagement interne doivent être installés conformément aux instructions du constructeur.

Il convient en particulier que l'utilisateur monte lui-même les dispositifs de sécurité d'un système de confinement nécessaires à la sécurité, par exemple des limiteurs de débit de l'échantillon, des régulateurs de pression ou des coupe-flammes, mais qui n'ont pas été effectivement livrés avec le matériel.

Lorsque l'enveloppe à surpression interne comprend un système de confinement interne qui permet d'introduire à l'intérieur de l'enveloppe des fluides ou des gaz de traitement, il convient de prendre en considération la probabilité et les conséquences d'une fuite du gaz de surpression dans le système de traitement. Par exemple, si dans un système de confinement un gaz de traitement sous faible pression est à une pression inférieure à celle de l'air de surpression, tout chemin de fuite vers le système de confinement conduit à une entrée d'air dans le processus; il en résulte des effets nuisibles ou dangereux potentiels sur le processus.

En cas de défaillance du gaz de protection, une alarme doit être déclenchée et une action corrective pour maintenir la sécurité du système doit être entreprise.

En cas de défaillance de la pression ou du débit, il convient que l'utilisateur décide de l'action à entreprendre en respectant au moins les points suivants:

- a) les recommandations du constructeur;
- b) la nature de l'émanation du système de confinement ("nulle", "limitée" ou "illimitée", par exemple);
- c) les constituants de l'émanation interne, par exemple, liquide ou gaz et leurs limites d'inflammabilité;
- d) la coupure automatique ou non de l'approvisionnement de la substance inflammable en cas de défaillance de la pression ou du débit;
- e) la nature du matériel placé à l'intérieur de l'enveloppe, par exemple, source d'inflammation, convenant à des emplacements exigeant l'EPL "Gb" ou "Gc", et sa proximité à la source de dégagement;
- f) les exigences de l'EPL externe ("Gb" ou "Gc", par exemple);
- g) le type de gaz de protection utilisé, par exemple air ou gaz inerte. Dans ce dernier cas, il convient de toujours refaire un balayage de l'enveloppe après une perte de pression pour rétablir la concentration élevée du gaz inerte (et la faible concentration en oxygène) exigée pour la protection appropriée;
- h) les conséquences d'un arrêt automatique non signalé du matériel.

Lorsque le gaz échantillon présente une limite supérieure d'explosivité (LSE), par exemple, > 80 % ou lorsque le gaz est susceptible d'une réaction exothermique même en l'absence d'air (l'oxyde d'éthylène, par exemple), l'enveloppe contenant un gaz inerte ne peut pas être protégée par des techniques de "compensation des fuites". L'utilisation de la technique de "dilution continue" avec l'air ou un gaz inerte est adaptée si le débit est suffisamment élevé pour diluer le dégagement à une concentration inférieure à 25 % de la limite inférieure d'explosivité (LIE) ou à un niveau en dessous duquel la décomposition ne peut pas avoir lieu.

17.2.4 Enveloppes à surpression interne multiples avec dispositif de sécurité commun

Lorsqu'une source de gaz de protection est commune à des enveloppes distinctes, les mesures de protection peuvent être communes à plusieurs d'entre elles, à condition que la protection résultante tienne compte des conditions les plus défavorables de l'ensemble complet.

Si les dispositifs de protection sont communs, l'ouverture d'une porte ou d'un capot peut ne pas nécessiter de couper l'alimentation électrique de tout l'ensemble ou de déclencher l'alarme à condition que:

- ladite ouverture soit précédée d'une coupure de l'alimentation électrique du matériel particulier concerné, sauf si de telles parties sont protégées par un mode de protection adapté,
- le dispositif de protection commun continue à surveiller la pression de toutes les autres enveloppes du groupe.

17.2.5 Balayage

Le temps de balayage minimal, spécifié par le constructeur, concernant l'enveloppe à surpression interne doit être augmenté de la durée de balayage supplémentaire minimale par volume de conduit unitaire spécifiée par le constructeur, multipliée par le volume des conduits.

Dans les emplacements exigeant l'EPL "Gc", si la concentration de l'atmosphère à l'intérieur de l'enveloppe et des conduits associés se situe largement en dessous de la limite inférieure d'explosivité (25 % LIE, par exemple), le balayage peut ne pas être utilisé. Des détecteurs de gaz permettant de vérifier si le gaz présent dans l'enveloppe à surpression interne est inflammable peuvent en outre être utilisés.

17.2.6 Gaz de protection

Le gaz de protection utilisé pour le balayage, la surpression interne et la dilution continue doit être non combustible et non toxique. Il doit également être pratiquement exempt d'humidité, de lubrifiant, de poussières, de fibres, de produits chimiques, de combustibles et de tout autre matériau contaminant qui peut s'avérer dangereux ou affecter le bon fonctionnement et l'intégrité du matériel. On utilise généralement de l'air, mais il peut également s'agir d'un gaz inerte, notamment en présence d'une source interne de dégagement de matières inflammables. Le gaz de protection ne doit pas contenir plus d'oxygène par volume qu'il n'en existe normalement dans l'air.

Lorsque l'on utilise de l'air comme gaz de protection, la source doit être située dans un emplacement non dangereux et, généralement, dans un emplacement permettant de réduire le risque de contamination. On doit prendre en considération l'effet des structures environnantes sur les mouvements de l'air et l'effet des changements de direction et de vitesse dominantes du vent.

Il convient de prendre des précautions pour maintenir la température du gaz de protection au-dessous de 40 °C à l'entrée de l'enveloppe. Dans des circonstances particulières, une température plus élevée peut être admise ou une température plus basse peut être exigée, auquel cas la température doit être marquée sur l'enveloppe à surpression interne.

Lorsqu'un gaz inerte est utilisé, particulièrement dans les grandes enveloppes, des mesures doivent être prises pour prévenir les dangers d'asphyxie. Il convient que les enveloppes à surpression interne utilisant un gaz inerte comme gaz de protection soient marquées pour indiquer les dangers, par exemple:

"AVERTISSEMENT – CETTE ENVELOPPE CONTIENT UN GAZ INERTE ET PEUT CRÉER UN DANGER D'ASPHYXIE. CETTE ENVELOPPE CONTIENT AUSSI UNE SUBSTANCE

INFLAMMABLE QUI PEUT SE SITUER DANS LES LIMITES D'INFLAMMABILITÉ LORSQU'ELLE EST EXPOSÉE À L'AIR"

17.3 Mode de protection "pD"

17.3.1 Sources de gaz de protection

Dans certaines circonstances, telles que celles où il est nécessaire de maintenir en continu le fonctionnement des matériels électriques, il peut être recommandé de prévoir deux sources de gaz de protection, de sorte que la seconde source puisse prendre le relais de la source principale en cas de défaillance de cette dernière. Chaque source doit être capable de maintenir, indépendamment l'une de l'autre, le niveau exigé de pression ou de débit d'alimentation en gaz de protection.

Si un matériel quelconque à l'intérieur de l'enveloppe n'est pas adapté à une atmosphère de poussières, en cas de perte de pression, les exigences du Tableau 19 doivent être mises en œuvre.

Tableau 19 – Synthèse des exigences de protection des enveloppes

EPL	Type de matériel dans l'enveloppe	
	Matériel inflammable	Matériel sans source d'inflammation, en fonctionnement normal
Db	Arrêt automatique (Appliquer 17.3.2)	Alarme (Appliquer 17.3.3)
Dc	Alarme (Appliquer 17.3.3)	Pas de surpression interne exigée

17.3.2 Arrêt automatique

Un dispositif automatique doit être fourni pour couper l'alimentation électrique du matériel et déclencher une alarme sonore ou visuelle lorsque la surpression et/ou le débit du gaz de protection tombent en dessous de la valeur minimale exigée. Lorsque cette coupure est susceptible de compromettre la sécurité de l'installation et que ladite sécurité est assurée par ailleurs, une alarme continue sonore ou visuelle doit être donnée jusqu'à ce que la surpression interne soit restaurée ou que d'autres mesures appropriées soient prises, incluant la coupure avec un retard connu.

17.3.3 Alarme

Si la pression interne ou le débit du gaz de protection tombe au-dessous de la valeur minimale exigée, un signal immédiatement visible pour l'opérateur, doit indiquer la perte de pression. Le système de surpression interne doit être restauré aussitôt que cela est possible ou bien l'alimentation électrique doit être coupée manuellement.

17.3.4 Source commune de gaz de protection

Lorsqu'une source de gaz de protection est commune à des enveloppes distinctes, les mesures de protection peuvent être communes à plusieurs d'entre elles, à condition que la protection résultante tienne compte des conditions les plus défavorables de l'ensemble complet.

Si les dispositifs de protection sont communs, l'ouverture d'une porte ou d'un capot peut ne pas nécessiter de couper l'alimentation électrique de l'ensemble ou de déclencher l'alarme à condition que:

- ladite ouverture soit précédée d'une coupure de l'alimentation électrique du matériel particulier concerné, sauf si de telles parties sont protégées par un mode de protection adapté,

- le dispositif de protection commun continue à surveiller la pression de toutes les autres enveloppes du groupe, et
- la mise sous tension ultérieure de l'alimentation électrique pour cet appareil particulier soit précédée de la procédure de nettoyage applicable.

17.3.5 Mise sous tension de l'alimentation électrique

Le balayage de l'enveloppe à surpression interne pour détecter de la poussière n'est pas admis. Avant de mettre sous tension l'alimentation électrique du matériel au démarrage ou après un arrêt, l'absence de pénétration de poussière dans l'enveloppe ou dans les conduits associés avec une concentration susceptible de créer un danger potentiel doit être vérifiée. Lors de cette évaluation, il doit être tenu compte:

- 1) de la nécessité d'avoir une marge de sécurité importante, et
- 2) du niveau de la teneur en air dont la poussière explosive concernée a besoin pour qu'elle constitue un danger et, le cas échéant,
- 3) de l'épaisseur des couches de poussière là où il existe un risque de combustion du fait de l'échauffement.

Les portes et les capots qui peuvent être ouverts sans utiliser d'outils doivent être verrouillés de sorte que l'alimentation électrique de toutes les parties soit coupée automatiquement lors d'une ouverture, si elles ne sont pas protégées d'une autre manière. Une nouvelle mise en tension de l'alimentation doit être interdite jusqu'à ce que les portes et les capots aient été refermés.

17.4 Salles pour atmosphère explosive gazeuse

17.4.1 Salles à surpression interne

Le terme "salle" s'applique également à une pièce individuelle, à plusieurs pièces ou à un bâtiment, auxquels le personnel est autorisé à accéder. Les modes de protection "px", "py", "pz", "pxb", "pyb", "pzc" et "pv" sont inclus (voir également la CEI 60079-13).

Les modes de protection "px" et "pxb" permettent de réduire le niveau de protection de matériel (EPL) "Gb" ou "Db" à l'intérieur de la salle à surpression interne afin de pouvoir utiliser un matériel non protégé contre l'explosion par le maintien d'une surpression interne et par dilution, lorsqu'il s'agit d'une source interne de dégagement. Cela permet d'installer le matériel non protégé dans la salle à surpression interne, sauf pour les dispositifs de sécurité définis par la surpression interne.

NOTE Étant donné que les modes de protection "px" et "pxb" réduisent l'EPL à une valeur nulle (EPL non défini), il existe des exigences plus strictes relatives à son application eu égard aux verrouillages, aux alarmes, etc.

Les modes de protection "py" et "pyb" permettent de réduire le niveau de protection de matériel (EPL) "Gb" à l'intérieur de la salle à surpression interne par le maintien de la surpression interne et par dilution, lorsqu'il s'agit d'une source interne de dégagement. Cela permet d'installer le matériel d'EPL "Gc" dans la salle à surpression interne, sauf pour les dispositifs de sécurité définis par la surpression interne.

Les modes de protection "pz" et "pzc" permettent de réduire le niveau de protection de matériel (EPL) "Gc" ou "Dc" à l'intérieur de la salle à surpression interne afin de pouvoir utiliser un matériel non protégé contre l'explosion par le maintien d'une surpression interne et par dilution, lorsqu'il s'agit d'une source interne de dégagement. Cela permet d'installer le matériel non protégé dans la salle à surpression interne, sauf pour les dispositifs de sécurité définis par la surpression interne.

Le mode de protection "pv" est, par nature, un mode de protection par dilution, permettant de réduire le niveau de protection de matériel (EPL) "Gb" ou "Gc" exigé dans la salle à surpression interne et d'utiliser le matériel non protégé contre l'explosion uniquement en

présence d'une source interne de dégagement, et si la salle à surpression interne se trouve dans un emplacement non dangereux.

17.4.2 Bâtiments pour analyseurs

Les exigences relatives aux installations électriques dans les bâtiments pour analyseurs se trouvent dans la CEI/TR 60079-16 et la CEI 61285.

18 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "n"

18.1 Généralités

Seul le matériel Ex "n" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les enveloppes et composants Ex "n" n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants (désormais appelé matériel) lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

Le mode de protection "n" est divisé en 3 sous-modes:

"nA" matériel non producteur d'étincelles;

"nC" matériel produisant des étincelles, dans lequel les contacts sont convenablement protégés et autrement que par une enveloppe à respiration limitée ou par une limitation de l'énergie;

"nR" enveloppes à respiration limitée.

NOTE Pour "nL", voir l'Article 16.

18.2 Matériel "nR"

Le matériel "nR" doit être installé de manière à faciliter l'accès à la prise d'essai.

Il convient que le matériel soit doté d'une prise d'essai permettant de soumettre à essai les propriétés de respiration limitée après l'installation et pendant la maintenance. Voir également les informations de la CEI 60079-15.

NOTE Les exemptions de prise d'essai pour certains types de luminaires sont données dans la CEI 60079-15.

Il convient de respecter les instructions d'installation fournies avec le matériel, contenant des informations relatives à la sélection des entrées de câble et des câbles ou des dispositifs pour entrée de conduit.

Il convient de tenir compte des effets de la chaleur directe du soleil et d'autres sources de chaleur ou de froid sur l'enveloppe.

Il n'est pas recommandé d'utiliser une enveloppe à respiration limitée pour assurer la protection contre les inflammations dues à des contacts d'étincelle, les températures élevées de l'air intérieur augmentant le risque d'aspiration de l'atmosphère explosive dans l'enveloppe lorsque l'alimentation du matériel est coupée. Il convient également de considérer le cycle de service de ce type de matériel, compte tenu de la probabilité élevée de mise hors tension du matériel lorsque l'enveloppe est entourée de gaz ou de vapeur inflammable.

18.3 Combinaisons des bornes et des conducteurs pour raccordement général et des boîtiers de raccordement

On doit veiller à ce que la chaleur dissipée dans l'enveloppe ne génère pas des températures supérieures à la classe de température exigée pour le matériel. Pour ce faire, on peut:

- a) suivre les directives fournies par le constructeur concernant le nombre admissible de bornes, la taille des conducteurs et le courant maximal, ou
- b) vérifier que la puissance dissipée calculée, à l'aide de paramètres spécifiés par le constructeur, est inférieure à la puissance dissipée maximale assignée.

Il convient que la longueur des conducteurs dans l'enveloppe ne dépasse pas la longueur de la diagonale de l'enveloppe, puisqu'il s'agit d'une base pour les calculs et les essais de type. Des longueurs supplémentaires de conducteurs dans l'enveloppe dans lesquels circule le courant maximal admissible peuvent augmenter la température interne qui peut alors dépasser la classe de température.

Le groupement de plus de 6 conducteurs peut également provoquer une augmentation des températures, qui peuvent alors dépasser T6 et/ou endommager l'isolation des conducteurs, ce qu'il convient d'éviter.

18.4 Extrémités des conducteurs

Certaines bornes, par exemple de type à fente, peuvent permettre l'entrée de plusieurs conducteurs. Lorsque plusieurs conducteurs sont raccordés à la même borne, on doit veiller à ce que chaque conducteur soit amarré de façon adéquate.

Sauf si cela est autorisé par la documentation du constructeur, deux conducteurs de sections différentes ne doivent pas être raccordés à une même borne, sauf s'ils sont d'abord fixés au moyen d'un même manchon de compression unique ou toute autre méthode spécifiée par le constructeur.

Pour éviter le risque de courts-circuits entre des conducteurs adjacents dans des borniers, l'isolation de chaque conducteur doit être maintenue jusqu'au métal de la borne.

Lorsque de simples vis de serrage à collerette sont utilisées avec un conducteur unique, il convient que ce dernier soit enroulé en "U" autour de la vis, sauf si le serrage d'un conducteur unique sans "U" est admis dans la documentation fournie avec le matériel.

19 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "o" – Immersion dans l'huile

19.1 Généralités

Seul le matériel Ex "o" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les enveloppes et composants Ex "o" n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants (désormais appelé matériel) lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

Le matériel immergé dans l'huile doit être installé conformément à la documentation du constructeur.

NOTE Des détails d'installation supplémentaires sont inclus dans la prochaine édition de la CEI 60079-6 en vue d'un transfert dans la prochaine édition de la CEI 60079-14.

19.2 Raccordements externes

Les raccordements (câblage d'excitation) externes doivent être protégés avec un mode de protection satisfaisant aux exigences d'EPL de l'emplacement.

20 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "q" – Remplissage pulvérulent

Seul le matériel Ex "q" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les enveloppes et composants Ex "q" n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants (désormais appelé matériel) lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

Le matériel à remplissage pulvérulent doit être installé conformément à la documentation du constructeur.

21 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "m" – Encapsulage

Seul le matériel Ex "m" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les enveloppes et composants Ex "m" n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants (désormais appelé matériel) lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

Le matériel à encapsulage doit être installé conformément à la documentation du constructeur.

22 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "op" – Rayonnement optique

Seul le matériel Ex "op" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les dispositifs et composants Ex "op" n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants (désormais appelé matériel) lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

Le matériel à rayonnement optique doit être installé conformément à la documentation du constructeur et à l'Annexe K.

23 Exigences supplémentaires pour le mode de protection "t" – Protection par enveloppe

Seul le matériel Ex "t" doté d'un certificat complet doit être installé.

Les enveloppes et composants Ex "t" n'ayant qu'un seul certificat de composant, c'est-à-dire marqués d'un "U", ne doivent pas être installés dans un emplacement dangereux, sauf s'ils font partie intégrante d'un assemblage de composants (désormais appelé matériel) lorsque les composants du matériel sont autorisés par un certificat Ex exhaustif qui peut comporter un "X" et que l'étiquette du matériel porte un marquage Ex exhaustif, y compris la classe de température.

Le matériel de mode de protection "t" doit être installé conformément à la documentation du constructeur et à l'Annexe L.

Annexe A (normative)

Connaissances, compétences et qualifications des personnes responsables, des opérateurs/techniciens et des concepteurs

A.1 Domaine d'application

L'Annexe A spécifie les connaissances, les compétences et les qualifications des personnes auxquelles il est fait référence dans la présente norme.

A.2 Connaissances et compétences

A.2.1 Personnes responsables

Les personnes responsables qui exercent dans les processus impliqués dans la conception, la sélection et la construction de matériels protégés contre l'explosion doivent posséder au moins ce qui suit:

- a) la compréhension générale de l'ingénierie électrique concernée;
- b) la compréhension et une capacité à lire et à évaluer les plans d'ingénierie;
- c) la compréhension pratique des principes et des techniques de protection contre l'explosion;
- d) la connaissance pratique et la compréhension des normes pertinentes en matière de protection contre l'explosion;
- e) la connaissance de base de l'assurance qualité, y compris les principes d'audit, de documentation, de traçabilité des mesures et d'étalonnage des instruments.

Ces personnes doivent limiter leur implication au management des opérateurs compétents chargés de la sélection et de la construction, et ne doivent pas s'engager elles-mêmes directement dans les travaux sans s'assurer que leurs compétences pratiques satisfont au moins aux exigences données en A.2.2.

A.2.2 Opérateurs/techniciens (sélection et construction)

Les opérateurs/techniciens doivent posséder les compétences suivantes, au niveau nécessaire pour effectuer leurs tâches:

- a) la compréhension des principes généraux de protection contre l'explosion;
- b) la compréhension des principes généraux des modes de protection et du marquage;
- c) la compréhension des aspects liés à la conception du matériel qui affectent le concept de protection;
- d) la compréhension du contenu des certificats et des parties pertinentes de la présente norme;
- e) la compréhension générale des exigences d'inspection et de maintenance de la CEI 60079-17;
- f) l'accoutumance aux techniques particulières à employer dans la sélection et la construction des matériels auxquels il est fait référence dans la présente norme;
- g) la compréhension de l'importance supplémentaire des systèmes de permis de travail et de l'isolation de sécurité en rapport avec la protection contre l'explosion.

A.2.3 Concepteurs (conception et construction)

Les concepteurs doivent posséder les compétences suivantes, au niveau nécessaire pour effectuer leurs tâches:

- a) la connaissance détaillée des principes généraux de protection contre l'explosion;
- b) la connaissance détaillée des principes généraux des modes de protection et du marquage;
- c) la compréhension des aspects liés à la conception du matériel qui affectent le concept de protection;
- d) la connaissance détaillée du contenu des certificats et des parties pertinentes de la présente norme;
- e) la compréhension des compétences pratiques pour la préparation et l'installation des concepts de protection pertinents;
- f) la connaissance détaillée de l'importance supplémentaire des systèmes de permis de travail et de l'isolation de sécurité en rapport avec la protection contre l'explosion;
- g) la connaissance détaillée des techniques particulières à employer dans la sélection et la construction des matériels auxquels il est fait référence dans la présente norme;
- h) la compréhension générale des exigences d'inspection et de maintenance de la CEI 60079-17.

A.3 Qualifications

A.3.1 Généralités

Les qualifications doivent s'appliquer à chacune des techniques de protection contre l'explosion dans laquelle la personne est impliquée. Par exemple, il est possible qu'une personne soit compétente dans le domaine de la sélection et de la construction de matériel Ex "i" uniquement et qu'elle ne soit pas totalement compétente dans la sélection et la construction d'appareillages de connexion Ex "d" ou de moteurs Ex "e". Dans de tels cas, la direction du personnel doit définir ceci dans son système de documentation.

A.3.2 Personnes responsables

Les personnes responsables doivent être capables de démontrer leur compétence et de fournir la preuve qu'ils répondent aux exigences en matière de connaissances et de compétences spécifiées en A.2.1, pertinentes pour les modes de protection et/ou les types de matériels concernés.

A.3.3 Opérateurs/techniciens

Les opérateurs/techniciens doivent être capables de démontrer leur compétence et de fournir la preuve qu'ils répondent aux exigences en matière de connaissances et de compétences spécifiées en A.2.2, pertinentes pour les modes de protection et/ou les types de matériels concernés.

Ils doivent aussi être capables de démontrer leur compétence avec des preuves documentaires dans:

- a) l'utilisation de la documentation spécifiée en 4.2;
- b) la production de rapports, par exemple, rapports d'inspection, à l'intention de l'utilisateur comme identifié en 4.2;
- c) les compétences nécessaires pour la préparation et l'installation des concepts de protection pertinents;
- d) l'utilisation et la production d'enregistrements d'installation comme identifié en 4.2.

A.3.4 Concepteurs

Les concepteurs doivent être capables de démontrer leur compétence et de fournir la preuve qu'ils répondent aux exigences en matière de connaissances et de compétences spécifiées en A.2.3, pertinentes pour les modes de protection et/ou les types de matériels concernés.

Ils doivent aussi être capables de démontrer leur compétence avec des preuves documentaires dans:

- a) la production de la documentation spécifiée en 4.2;
- b) la production des certificats de concepteur à l'utilisateur comme identifié en 4.2;
- c) les compétences nécessaires pour la préparation et la compilation des détails de conception pertinents pour les concepts de protection et systèmes impliqués;
- d) la mise à jour et la production des enregistrements d'installation comme identifié en 4.2.

A.4 Evaluation

La compétence des personnes responsables, des opérateurs et des concepteurs doit être vérifiée et validée à intervalles pertinents par rapport aux réglementations ou aux normes nationales ou aux exigences de l'utilisateur, sur la base de la preuve suffisante que la personne:

- a) possède les compétences nécessaires requises pour l'étendue des travaux;
- b) peut agir avec compétence sur toute l'étendue d'activités spécifiée; et
- c) possède la connaissance et la compréhension pertinentes soutenant la compétence.

Annexe B (informative)

Recommandations pour une procédure de travail en toute sécurité pour les atmosphères explosives gazeuses

Une procédure de travail en toute sécurité peut être mise en place pour pouvoir utiliser des sources d'inflammation dans un emplacement dangereux et dans les conditions indiquées.

Un permis de travail en toute sécurité peut être émis lorsqu'un emplacement spécifique a été évalué pour s'assurer qu'aucun gaz ou vapeur n'y est présent en quantité telle qu'il peut atteindre des concentrations inflammables pendant une durée spécifiée. Le permis peut exiger une surveillance permanente ou périodique du gaz et/ou le détail des actions à entreprendre en cas de dégagement.

Les dispositions pour l'émission d'un permis de travail en toute sécurité peuvent inclure:

- a) la spécification d'une date de début/date de fin du permis,
- b) la définition de l'emplacement de l'activité,
- c) la spécification de la nature de l'activité autorisée (par exemple, générateur diesel, perçage),
- d) la réalisation et l'enregistrement éventuel de mesures pour confirmer l'absence de concentration inflammable de tout gaz ou vapeur,
- e) la spécification des exigences de prélèvement pour confirmer l'absence permanente de gaz ou de vapeur inflammables,
- f) le contrôle des sources possibles de gaz ou liquides inflammables,
- g) la spécification des plans prévus en cas d'urgence,
- h) la spécification d'une date d'expiration du permis.

NOTE Des aspects importants liés à la documentation, à la formation, aux contrôles et à l'utilisation exigés pour une application efficace du permis de travail en toute sécurité ne relèvent pas du domaine d'application de la présente norme.

Annexe C (normative)

Inspection initiale – Plans d'inspection spécifiques au matériel

NOTE Les plans d'inspection sont déduits de la CEI 60079-17 pour les inspections détaillées.

Les Tableaux C.1, C.2 et C.3 donnent les plans d'inspection spécifiques au matériel.

Tableau C.1 – Plan d'inspection pour Ex "d", Ex "e", Ex "n" et Ex "t"

Vérifier que:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Niveau d'inspection: Détaillé		
A	GÉNÉRALITÉS (TOUS LES MATÉRIELS)			
1	Le matériel satisfait aux exigences d'EPL/de zone de l'emplacement	X	X	X
2	Le groupe de matériel est correct	X	X	X
3	La classe de température du matériel est correcte (uniquement pour le gaz)	X	X	n
4	La température maximale de surface du matériel est correcte			t
5	Le degré de protection (niveau IP) du matériel est approprié au niveau de protection/groupe/conductivité	X	X	X
6	L'identification de circuit du matériel est correcte	X	X	X
7	L'identification de circuit du matériel est disponible	X	X	X
8	L'enveloppe, les parties en verre et les joints d'étanchéité verre-métal et/ou leurs composés sont satisfaisants	X	X	X
9	Il n'y a pas de dommage ou de modifications non autorisées	X	X	X
10	Il n'y a pas de modifications non autorisées visibles			
11	Les boulons, dispositifs d'entrée de câble (directs et indirects) et éléments d'obturation sont corrects, complets et serrés			
	– contrôle physique	X	X	X
12	Les capots filetés des enveloppes sont corrects, serrés et sécurisés			
	– contrôle physique	X		
13	Les surfaces de joints sont propres et intactes, et les joints d'étanchéité, le cas échéant, sont satisfaisants et correctement positionnés	X		
14	L'état des joints d'étanchéité de l'enveloppe est correct	X	X	X
15	Aucun élément ne permet de penser que de l'eau ou de la poussière a pénétré dans l'enveloppe conformément au degré IP	X	X	X
16	Les dimensions des espaces de joints à brides sont les suivantes: – dans les limites conformes à la documentation du constructeur ou – dans les valeurs maximales admises par la norme de construction correspondante au moment de l'installation ou – dans les valeurs maximales admises par la documentation du site	X		
17	Les connexions électriques sont serrées		X	X
18	Les bornes non utilisées sont serrées		X	n
19	Les dispositifs de coupure enfermés et les dispositifs scellés hermétiquement sont intacts			n
20	Les composants encapsulés sont intacts		X	n
21	Les composants antidéflagrants sont intacts		X	n
22	L'enveloppe à respiration limitée est satisfaisante (mode "nR" uniquement)			n

Vérifier que:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Niveau d'inspection: Détailé		
23	La prise d'essai, si elle est fixée, est fonctionnelle (mode "nR" uniquement)			n
24	Le fonctionnement respiratoire est satisfaisant (mode "nR" uniquement)	X	X	n
25	Les dispositifs respiratoires et de drainage sont satisfaisants	X	X	n
	MATÉRIEL PARTICULIER (ÉCLAIRAGE)			
26	Les lampes fluorescentes n'indiquent pas les effets de fin de vie		X	X
27	Les lampes à décharge à haute intensité (DHI) n'indiquent pas les effets de fin de vie	X	X	X
28	Le type de lampe, les caractéristiques assignées, la configuration des broches et la position sont corrects	X	X	X
	MATÉRIEL PARTICULIER (MOTEURS)			
29	La distance entre les ventilateurs et l'enveloppe et/ou capots des moteurs est suffisante, les systèmes de refroidissement ne sont pas endommagés, les assises de moteur ne présentent aucune indentation ou fissure	X	X	X
30	Il n'y a aucun obstacle à la circulation de l'air de ventilation	X	X	X
31	La résistance de l'isolation (IR) des enroulements du moteur est satisfaisante	X	X	X
B	INSTALLATION – GENERALITES			
1	Le type de câble est approprié	X	X	X
2	Il n'y a pas de dommage apparent aux câbles	X	X	X
3	L'étanchéité des goulottes, des conduits, des tubes et/ou des conduites est satisfaisante	X	X	X
4	Les dispositifs coupe-feu et les boîtes de jonction sont correctement remplis	X		
5	L'intégrité du système de conduits et de l'interface avec le système mixte est maintenue	X	X	X
6	Les connexions de mise à la terre, y compris toutes les connexions de liaison équipotentielle à la terre supplémentaires sont satisfaisantes (par exemple, les connexions sont serrées et la section des conducteurs est suffisante)			
	– contrôle physique	X	X	X
7	L'impédance de boucle de défaut (schémas TN) ou la résistance de mise à la terre (schémas IT) est satisfaisante	X	X	X
8	Les dispositifs automatiques de protection électrique sont correctement configurés (le réarmement automatique n'est pas possible)	X	X	X
9	Les dispositifs automatiques de protection électrique fonctionnent dans les limites autorisées	X	X	X
10	Les conditions spécifiques d'utilisation (le cas échéant) sont satisfaites	X	X	X
11	Les extrémités de câbles non utilisés sont correctement protégées	X	X	X
12	Les engorgements adjacents aux joints à brides antidéflagrants sont conformes à la CEI 60079-14	X		
13	L'installation à tension/fréquence variables est conforme à la documentation	X	X	X
	INSTALLATION – SYSTÈMES DE CHAUFFAGE			
14	Les capteurs de température fonctionnent selon les documents du constructeur	X	X	t
15	Les dispositifs de coupure de sécurité fonctionnent selon les documents du constructeur	X	X	t
16	Le réglage de la coupure de sécurité est scellé	X	X	
17	La réinitialisation d'une coupure de sécurité du système de chauffage n'est possible qu'avec un outil	X	X	
18	La réinitialisation automatique n'est pas possible	X	X	

Vérifier que:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Niveau d'inspection: Détailé		
19	La réinitialisation d'une coupure de sécurité dans des conditions de défaut est empêchée	X	X	
20	La coupure de sécurité est indépendante du système de commande	X	X	
21	Le capteur de niveau est installé et correctement réglé, s'il y a lieu	X	X	
22	Le capteur de débit est installé et correctement réglé, s'il y a lieu	X	X	
INSTALLATION – MOTEURS				
23	Les dispositifs de protection des moteurs fonctionnent dans les délais t_E ou t_A admis.		X	
C	ENVIRONNEMENT			
1	Le matériel est correctement protégé contre la corrosion, les intempéries, les vibrations et d'autres facteurs préjudiciables	X	X	X
2	Aucune accumulation excessive de poussière et d'impuretés	X	X	X
3	L'isolation électrique est propre et sèche		X	X

Tableau C.2 – Plan d'inspection initiale des installations Ex "i"

Vérifier que:		Niveau d'inspection: Détailé
A	MATÉRIEL	
1	La documentation du circuit et/ou du matériel correspond à l'EPL/Zone	X
2	Le matériel installé est celui indiqué dans la documentation	X
3	La catégorie et le groupe du circuit et/ou du matériel sont corrects	X
4	Le degré IP du matériel est approprié au matériel de Groupe III présent	X
5	La classe de température du matériel est correcte	X
6	La plage de températures ambiantes du matériel est correcte pour l'installation	X
7	La plage de températures de service du matériel est correcte pour l'installation	X
8	L'installation est clairement étiquetée	X
9	L'enveloppe, les parties en verre et les joints d'étanchéité verre-métal et/ou leurs composés sont satisfaisants	X
10	Les entrées de câble et éléments d'obturation sont de type correct, sont complets et sont serrés – contrôle physique	X
11	Pas de modifications non autorisées	X
12	Il n'y a pas de modifications non autorisées visibles	X
13	Les barrières de sécurité à diodes, les isolateurs galvaniques, les relais et autres dispositifs à puissance limitée sont de type approuvé, sont installés conformément aux exigences de certification et sont correctement mis à la terre, le cas échéant	X
14	L'état des joints d'étanchéité de l'enveloppe est correct	X
15	Les connexions électriques sont serrées	X
16	Les circuits imprimés sont propres et intacts	X
17	La tension maximale U_m du matériel associé n'est pas dépassée	X
B	INSTALLATION	
1	Les câbles sont installés conformément à la documentation	X
2	Les écrans de câbles sont mis à la terre conformément à la documentation	X
3	Il n'y a pas de dommage apparent aux câbles	X

Vérifier que:		Niveau d'inspection: Détailé
4	L'étanchéité des goulottes, des conduits, des tubes et/ou des conduites est satisfaisante	X
5	Toutes les connexions point à point sont correctes	X
6	La continuité à la terre est satisfaisante (par exemple, les connexions sont serrées, la section des conducteurs est suffisante) pour les circuits qui ne font pas l'objet d'une isolation galvanique	X
7	Les connexions de terre maintiennent l'intégrité du mode de protection	X
8	La mise à la terre du circuit de sécurité intrinsèque est satisfaisante	X
9	La résistance d'isolement est satisfaisante	X
10	La séparation est maintenue entre les circuits de sécurité intrinsèque et les circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque dans les boîtes de dérivation communes ou les cabines de relaying	X
11	La protection contre les courts-circuits de l'alimentation électrique est conforme à la documentation	X
12	Les conditions spécifiques d'utilisation (le cas échéant) sont satisfaites	X
13	Les extrémités de câbles non utilisés sont correctement protégées	X
C	ENVIRONNEMENT	
1	Le matériel est correctement protégé contre la corrosion, les intempéries, les vibrations et d'autres facteurs préjudiciables	X
2	Aucune accumulation extérieure excessive de poussière et d'impuretés	X

Tableau C.3 – Plan d'inspection des installations Ex "p" et "pD"

Vérifier que:		Niveau d'inspection: Détailé
A	MATÉRIEL	
1	Le matériel satisfait aux exigences d'EPL/de zone de l'emplacement	X
2	Le groupe de matériel est correct	X
3	La classe de température ou la température de surface du matériel est correcte	X
4	L'identification de circuit du matériel est correcte	X
5	L'identification de circuit du matériel est disponible	X
6	L'enveloppe, les verres et les joints d'étanchéité verre-métal et/ou leurs composants sont satisfaisants	X
7	Pas de modifications non autorisées	X
8	Il n'y a pas de modifications non autorisées visibles	X
9	Le type de lampe, les caractéristiques assignées et la position sont corrects	X
B	INSTALLATION	
1	Le type de câble est approprié	X
2	Il n'y a pas de dommage apparent aux câbles	X
3	Les connexions de mise à la terre, y compris toutes les connexions de liaison équipotentielle à la terre supplémentaires sont satisfaisantes, par exemple, les connexions sont serrées et la section des conducteurs est suffisante – contrôle physique	X
4	L'impédance de boucle de défaut (schémas TN) ou la résistance de mise à la terre (schémas IT) est satisfaisante	X
5	Les dispositifs automatiques de protection électrique fonctionnent dans les limites autorisées	X
6	Les dispositifs automatiques de protection électrique sont correctement configurés	X

Vérifier que:		Niveau d'inspection: Détailé
7	La température d'entrée du gaz de protection est inférieure à la valeur maximale spécifiée	X
8	Les conduits, tuyaux et enveloppes sont en bon état	X
9	Le gaz de protection ne contient pas d'impuretés	X
10	La pression et/ou le débit du gaz de protection sont appropriés	X
11	Les indicateurs de pression et/ou de débit, les alarmes et les verrouillages fonctionnent correctement	X
12	L'état des dispositifs d'arrêt d'étincelles et de particules des conduits d'échappement de gaz dans un emplacement dangereux est satisfaisant	X
13	Les conditions spécifiques d'utilisation (le cas échéant) sont satisfaites	X
C	ENVIRONNEMENT	
1	Le matériel est correctement protégé contre la corrosion, les intempéries, les vibrations et d'autres facteurs préjudiciables	X
2	Aucune accumulation excessive de poussière et d'impuretés	X

Annexe D (informative)

Installations électriques dans des conditions de température ambiante extrêmement basse

D.1 Généralités

Il convient de prendre des précautions particulières lors de la sélection du matériel à utiliser dans un climat polaire en raison des températures extrêmement basses.

NOTE 1 La plage de températures ambiantes normalisée est comprise entre -20 °C et 40 °C . Le matériel adapté à une utilisation hors de cette plage est conçu, soumis à essai, certifié et marqué en conséquence.

NOTE 2 L'Annexe D a pour objet de donner des directives portant sur la conception, la sélection et la mise en place du matériel utilisé dans des environnements à basse température ambiante.

D.2 Câbles

Lors de la sélection des câbles destinés à des installations fixes, il convient d'accorder une attention particulière aux caractéristiques du matériau isolant à des températures extrêmement basses. Il convient d'accorder une attention particulière à la température de service et au rayon de courbure minimal du câble à ces basses températures.

Il convient d'installer les câbles dans une plage de températures ambiantes appropriée.

D.3 Systèmes de traçage par résistance électrique

Il convient d'accorder une attention particulière au courant d'appel, à la température de service, au rayon de courbure minimal et aux propriétés d'isolation thermique des résistances de traçage à ces basses températures.

D.4 Systèmes d'éclairage

D.4.1 Généralités

Il convient que le choix des luminaires tienne compte du fait que tous les types de lampe ne fonctionnent pas à ces températures.

D.4.2 Éclairages de sécurité

Il convient que le choix des éclairages de sécurité tienne compte du fait que certaines batteries (les batteries NiCd, par exemple) ne peuvent pas être chargées à ces températures.

D.5 Machines tournantes électriques

Il convient que le choix des machines tournantes électriques tienne compte du type approprié à ces basses températures.

Annexe E (informative)

Essai de respiration limitée des câbles

E.1 Procédure d'essai

Il convient de soumettre un morceau de câble de 0,5 m à un essai de type lorsqu'il est installé dans une enveloppe scellée de 5 l ($\pm 0,2$ l), dans les conditions de température constante. Le câble est considéré comme étant acceptable si le délai nécessaire pour que la surpression interne d'au moins 0,3 kPa (jauge de niveau d'eau de 30 mm) baisse de 0,15 kPa (jauge de niveau d'eau de 15 mm) n'est pas inférieur à 5 s.

Il faut que l'enveloppe soit totalement serrée afin d'éviter les pertes de pression par ses interstices.

Annexe F (informative)

Installation des systèmes de traçage par résistance électrique

F.1 Généralités

Chaque système de traçage par résistance électrique est conçu pour satisfaire aux exigences du processus et de l'usine particuliers. Chaque système comportant un certain nombre de composants intégrés au site, il est nécessaire de s'assurer que les paramètres d'usine sur lesquels repose la conception sont toujours valides lors de l'installation du système de traçage par résistance électrique, et également que les composants sont correctement installés. Des essais et un entretien appropriés sont essentiels pour assurer des performances et une sécurité satisfaisantes.

F.2 Définitions

F.2.1 Système de traçage par résistance électrique

Un système de traçage par résistance électrique extérieur s'applique en général à un matériel et ses fonctions principales afin de maintenir la température du contenu des tuyauteries, des réservoirs et des cuves. Dans les emplacements dangereux, les composants électriques du système de traçage par résistance électrique sont tenus d'être certifiés, et il est nécessaire que l'ensemble du système soit conçu, installé et vérifié de manière à ne pas générer de températures élevées qui peuvent devenir une source d'inflammation.

Le système contient également le marquage approprié conforme à la CEI 60079-30-1 et à la documentation afférente (plaques signalétiques ou étiquettes d'identification, manuel d'exploitation, documentation de conception, certificats, etc.).

F.2.2 Composants du système

Les composants du système sont ceux nécessaires à l'utilisation prévue en toute sécurité d'un système de traçage par résistance électrique. En règle générale, un système de traçage par résistance électrique complet est composé

- d'une unité de résistance de traçage électrique (câble chauffant ou bandes de traçage);
- d'accessoires d'installation, tels que les compartiments des bornes, les connecteurs et les kits de jonction de fil;
- des régulateurs thermiques et/ou limiteurs de température;
- d'une isolation thermique et d'une barrière d'étanchéité (revêtement).

Les composants électriques doivent être certifiés séparément ou doivent apparaître dans un certificat de système de chauffage.

F.2.3 Résistances de traçage fabriquées sur site

Les résistances de traçage fabriquées sur site sont admises, à condition qu'elles soient certifiées comme étant fabriquées sur site. Dans ce cas:

- les instructions d'installation fournies par le constructeur précisent que cela est admis;
- il convient que le personnel d'installation soit compétent dans les domaines techniques requis;
- il convient que la ou les résistances de traçage satisfassent aux essais pratiques (chantier) spécifiés dans la CEI 60079-30-1:2007, Annexe D;

- il convient de marquer la ou les résistances de traçage conformément à la CEI 60079-0 et à la CEI 60079-30-1.

F.2.4 Emplacement des capteurs

Le nombre et l'emplacement des capteurs sont déterminés par les exigences des critères de conception de processus. Une mauvaise application et/ou installation des capteurs ont un impact direct sur les performances de l'ensemble du système de traçage par résistance électrique. Si les informations du circuit fournies ne sont pas claires ou ne correspondent pas à l'installation, il convient de prendre contact avec le fournisseur pour obtenir des précisions.

F.2.5 Isolation thermique

L'installation de l'isolation thermique est un élément clé des performances d'un système de traçage par résistance électrique. Une mauvaise application et/ou installation du système d'isolation thermique ont un impact direct sur les performances de l'ensemble du système de traçage par résistance électrique. Il s'agit des effets sur les dispositifs et commandes de détection de la température.

Il convient de confirmer le type et l'épaisseur de l'isolation, ainsi que le type de barrière par contournement ou de revêtement, comme cela est spécifié dans la documentation de conception.

F.2.6 Aspects liés au personnel

Il convient que les personnes concernées par l'installation et l'essai des systèmes de traçage par résistance électrique soient correctement formées à toutes les techniques spéciales exigées. Il convient de procéder à l'installation sous la surveillance d'une personne qualifiée ayant suivi une formation supplémentaire relative aux systèmes de traçage par résistance électrique utilisés dans des atmosphères explosives. Il convient de confier les tâches particulièrement critiques, telles que l'installation de connexions et de bornes, au seul personnel formé.

Il convient que l'installateur satisfasse aux exigences en matière de compétences/qualifications définies dans les instructions d'installation fournies par le constructeur.

F.3 Exigences générales

Les caractéristiques liées à la sécurité des systèmes de traçage par résistance électrique utilisés dans des atmosphères explosives, en particulier la classe de température ou la température maximale de surface, dépendent en partie de la conception et de l'installation du système de traçage par résistance électrique. La CEI 60079-30-1 spécifie les exigences de conception, d'essai et de certification des systèmes de traçage par résistance électrique, et des recommandations supplémentaires peuvent être trouvées dans la CEI 60079-30-2.

La classe de température ou la température maximale de surface de la résistance de traçage est spécifiée par le constructeur.

Il convient que l'installateur fixe la plaque de marquage, si elle est fournie, sur le système de traçage par résistance électrique conformément aux instructions du constructeur. Les exigences en matière de protection contre l'explosion pour les systèmes de traçage par résistance électrique dépendent de l'EPL, du groupe de matériel et de la classe de température ou de la température maximale de surface.

La CEI 60079-30-1 ne permet pas l'installation des systèmes de traçage par résistance électrique dans l'EPL "Ga" ou "Da".

Selon le type de système de traçage par résistance électrique utilisé et les conditions d'installation, les températures peuvent varier et il est nécessaire de traiter chaque système de manière individuelle. Il convient de tenir compte des limitations et exigences données dans le certificat. Lors de l'installation, il convient de s'assurer que toutes les exigences pertinentes sont satisfaites.

F.4 Exigences pour les EPL “Gb”, “Gc”, “Db” et “Dc”

F.4.1 Généralités

Conformément à la CEI 60079-30-1, il est nécessaire de distinguer la "conception stabilisée" de la "conception contrôlée".

F.4.2 Conception stabilisée

F.4.2.1 Généralités

Le système de traçage par résistance électrique est conçu de manière à ce que, dans toutes les conditions raisonnablement prévisibles, la température de la résistance de traçage électrique ne dépasse pas les limites de la classe de température ou la température maximale de surface, moins 5 K pour les températures inférieures ou égales à 200 °C ou moins 10 K pour les températures supérieures à 200 °C.

NOTE Ici, l'approche de classification de produit ou des systèmes est appliquée. Par conséquent, la certification peut établir la classe de température ou la température maximale de surface. Le constructeur accompagne les parties du système de chauffage avec un manuel d'instruction, une documentation de conception et une plaque de marquage.

F.4.2.2 Caractéristique PTC

Des classes de température peuvent être attribuées par des essais aux résistances de traçage qui réduisent de manière significative la puissance en augmentant la température. Dans de nombreuses applications, des mesures supplémentaires de limitation de la température ne sont pas nécessaires, à condition que la classe de température de la résistance de traçage soit inférieure, en température, à celle spécifiée pour l'application. Néanmoins, le limiteur et les mesures de conception stabilisée peuvent être appliqués pour faire fonctionner le système dans une bande de températures de processus plus étroite.

F.4.2.3 Condition fixe

La conception stabilisée repose sur le principe de détermination des températures maximales de surface de la pièce à usiner et de la résistance de traçage dans un ensemble de conditions les plus défavorables. Il s'agit de calculer les conditions d'équilibre obtenues lorsque l'apport thermique est égal à la perte thermique du système. L'ensemble de conditions les plus défavorables inclut:

- la température ambiante maximale, en général supposée s'élever à 40 °C, sauf spécification contraire;
- l'absence de vent (air calme);
- l'utilisation d'une valeur défavorable ou minimale de conductivité thermique de l'isolation thermique;
- l'absence de contrôle de température en fonction de la conception ou pour simuler la défaillance d'un régulateur thermique;
- la résistance de traçage fonctionne à sa tension de fonctionnement établie plus 10 %;
- la résistance de traçage est supposée fonctionner à la limite supérieure de la tolérance de fabrication ou à la résistance minimale spécifique pour les résistances de traçage en série.

F.4.3 Conception contrôlée

Les applications de conception contrôlée exigent l'utilisation d'un dispositif de contrôle de température afin de limiter la température maximale de surface. Le dispositif de limitation de la température fonctionne indépendamment du régulateur thermique. Un dispositif de protection, tel qu'un limiteur de température, met le système hors tension et empêche la température de dépasser la température maximale de surface admissible. En cas de défaut ou de dommage d'un capteur, le système de chauffage est mis hors tension afin de remplacer le matériel défectueux.

NOTE 1 La classe de température ou la température maximale de surface du système de traçage par résistance électrique dépend de l'implantation (par exemple, le point de réglage fixe d'un dispositif de surveillance) et de l'installation correcte (par exemple, définition du "point chaud" et du positionnement correct des capteurs de température). Le constructeur du système donne des instructions précises sur la conception, l'installation et les qualifications nécessaires du personnel d'installation.

La méthode de "surveillance de la température" peut être à l'origine d'une présomption erronée de sécurité si elle n'est pas appliquée correctement. Il convient de régler un dispositif de sécurité de la température sur une température limite inférieure à la température maximale pour la classe de température de l'emplacement dangereux associé, en appliquant un facteur de sécurité approprié. Quel que soit le montage du capteur du dispositif de sécurité, il existe toujours un décalage entre la température maximale de surface réelle du point le plus chaud du système et le point de consigne du dispositif de sécurité. En règle générale, ce décalage est considérable et dépend:

- de la position du capteur par rapport à la géométrie ou la position de la résistance de traçage électrique;
- de l'emplacement du capteur dans le système;
- de l'hystérésis ou de l'étendue de régulation du dispositif de protection;
- du transfert de chaleur entre la résistance de traçage électrique, le capteur, la pièce usinée et l'environnement.

NOTE 2 La classe de température ou la température maximale de surface établie dans le certificat de conformité repose sur des calculs de conception vérifiés du constructeur, qui prévoient le décalage entre le point de consigne du limiteur et la température maximale de surface réelle de la résistance de traçage électrique dans le système. Dans ce cas, la température maximale de surface dépend de l'installation correcte, de l'emplacement et la position corrects du capteur et de l'intégration du décalage de température applicable dans le point de consigne du dispositif de sécurité.

F.5 Informations sur la conception

F.5.1 Dessins et documents d'informations sur la conception

Pour pouvoir exploiter la conception du système de traçage par résistance électrique, il convient de fournir au concepteur de la résistance de traçage les dernières informations sur les canalisations, et de l'informer de toutes les révisions apportées aux éléments et dessins relatifs au système de traçage par résistance électrique.

Les informations suivantes, applicables à l'installation spécifique, sont utilisées pour la conception du système de traçage par résistance électrique:

- a) paramètres de conception thermiques
- b) organigramme du système
- c) schémas de disposition des éléments du matériel (plans, sections, etc.)
- d) schémas des canalisations (plans, éléments isométriques, liste des tuyauteries, etc.)
- e) spécification des canalisations
- f) spécifications d'isolation thermique
- g) plans de détail du matériel (pompes, soupapes, crépines, etc.)
- h) schémas électriques (schémas unifilaires, schémas de câblage fonctionnels, etc.)

- i) nomenclature
- j) spécifications de matériel électrique
- k) manuels d'installation et d'instruction du matériel
- l) détails du matériel
- m) plans d'isolation thermique
- n) schémas de classement des emplacements
- o) classe de température du gaz ou de la vapeur concernés ou température maximale de surface pour la poussière
- p) procédures de traitement susceptibles d'élever la température des canalisations, à savoir chasse à la vapeur ou réactions exothermiques

F.5.2 Listes des tuyauteries et diagrammes de charge de configuration isométrique ou du réchauffeur

Il convient de présenter chaque circuit d'élément chauffant sur un schéma décrivant son emplacement physique, sa configuration et toutes les données relatives au dispositif de chauffage et son système de canalisations. Il convient que les données du schéma et/ou de la conception contiennent les informations suivantes:

- a) désignation du système de canalisations
- b) dimension et matériau des tuyaux
- c) emplacement ou numéro de ligne de la canalisation
- d) désignation ou numéro de circuit du dispositif de chauffage
- e) emplacement des prises électriques, des embouts d'étanchéité et des capteurs de température, selon le cas
- f) numéro du dispositif de chauffage
- g) caractéristiques du dispositif de chauffage, telles que:
 - 1) la température à maintenir
 - 2) la température maximale de processus
 - 3) la température ambiante minimale
 - 4) la température maximale d'exposition (le cas échéant)
 - 5) la température maximale de la gaine (le cas échéant)
 - 6) les paramètres de réchauffage (le cas échéant)
 - 7) la longueur des canalisations
 - 8) le rapport de trace de la résistance de traçage électrique par longueur de tuyau
 - 9) la longueur supplémentaire de la résistance de traçage électrique appliquée aux soupapes, supports de tuyaux et autres dissipateurs thermiques
 - 10) la longueur de la résistance de traçage électrique
 - 11) la tension de service
 - 12) le nombre de watts par unité de longueur de la résistance de traçage électrique à la température de maintenance souhaitée
 - 13) la perte thermique à la température de maintenance souhaitée par unité de longueur de tuyau
 - 14) le nombre total de Watts
 - 15) le courant de circuit
- h) le type d'isolation thermique, la taille nominale, l'épaisseur et le facteur k
- i) le classement des emplacements, y compris la classe de température ou la température maximale de surface pour chaque emplacement (le cas échéant)
- j) la nomenclature

- k) les aides au transfert de chaleur
- l) le numéro d'étiquette ou la désignation du tableau électrique
- m) la désignation du matériel d'alarme et de contrôle et les points de consigne (y compris tous les décalages tels que spécifiés)

F.6 Contrôles de réception

F.6.1 Réception des matériaux

Lors de la réception des composants du système de traçage par résistance électrique, il convient de procéder à une inspection générale comprenant la confirmation du type et des quantités de matériaux appropriés, ainsi que la documentation. Il convient de contrôler toutes les résistances de traçage pour vérifier le type de catalogue, les marquages du produit et de l'emballage, la puissance assignée, la tension assignée, la quantité et les caractéristiques particulières. De plus, il convient de vérifier la réception des instructions d'installation et les certificats, si nécessaire.

Le fournisseur du système de traçage par résistance électrique est tenu de fournir des instructions spécifiques aux résistances de traçage et aux différents types de composants du système. Il convient de suivre ces instructions explicitement dans l'ordre afin de maintenir l'intégrité du système et de satisfaire aux exigences d'EPL et de classe de température.

F.6.2 Essais préalables à l'installation

Il convient de réaliser et documenter les essais suivants selon une liste de contrôle préalable à l'installation et un enregistrement analogue à celui du Tableau F.1. Il convient d'utiliser également ces éléments pour déterminer si la conception des circuits de traçage par résistance est adaptée aux conditions d'installation:

- a) Contrôle visuel des dommages. Il convient d'effectuer des contrôles de continuité et d'isolation comme contrôle final. La résistance d'isolement doit être mesurée conformément à F.6.4.
- b) Vérifier les contrôles de température individuels pour s'assurer que le dispositif correct a été fourni conformément à la documentation de conception. De plus, les points de consigne doivent être vérifiés.
- c) Inspections générales des panneaux de commande fabriqués et assemblés par le fournisseur et de la documentation pour s'assurer que tout le câblage, la disposition et les fonctions sont corrects et ont été soumis à essai, et qu'aucun dommage ne s'est produit lors du transit vers le site.

F.6.3 Examen visuel

Il convient que les résistances de traçage soient totalement exemptes de dommages physiques. Il convient que les connexions préassemblées en usine soient suffisamment robustes pour résister à des conditions normalement prévues lors de l'installation.

F.6.4 Essai de résistance d'isolement

Il convient de mesurer la résistance d'isolement entre les conducteurs de la résistance de traçage et le revêtement conducteur avec une tension d'essai minimale de 500 V c.c. Toutefois, il est recommandé d'utiliser des tensions d'essai plus élevées. Il convient de soumettre à essai les résistances de traçage à isolation minérale à 1 000 V c.c. au maximum et les résistances de traçage à isolation polymère à 2 500 V c.c. Il convient que la résistance d'isolement mesurée ne soit pas être inférieure à 20 MΩ.

F.6.5 Remplacement de composants

Le remplacement de composants comporte les limitations suivantes:

- a) il convient de ne pas remplacer les composants figurant spécifiquement dans les instructions d'installation ou de maintenance du fournisseur par des pièces similaires, sauf si les composants font partie intégrante de la certification;
- b) d'autres composants spécifiés dans les instructions d'installation ou de maintenance du fournisseur peuvent être remplacés par un composant aux caractéristiques assignées appropriées;
- c) les composants faisant partie intégrante d'un système de câblage assurant l'alimentation électrique de la résistance de traçage peuvent être remplacés par des composants aux caractéristiques assignées appropriées acceptables pour l'autorité compétente.

F.6.6 Emplacement de l'alimentation électrique

Il convient de déterminer et spécifier l'emplacement de l'alimentation électrique avant l'installation des résistances de traçage. Il convient de monter les boîtiers de raccordement de manière à ne pas pouvoir endommager la résistance de traçage entre le point de sortie de l'isolement et le point d'entrée dans le boîtier de raccordement.

Tableau F.1 – Vérifications préalables à l'installation

Éléments à vérifier		Remarques
1	La pièce usinée a-t-elle été totalement mise en place et soumise à essai, et tous les supports provisoires ont-ils été retirés? La surface à chauffer est-elle dépourvue d'arêtes vives, de perles de soudure et de surfaces rugueuses?	Tous les essais de soudure ou de pression après l'installation d'une résistance de traçage sont susceptibles d'endommager le dispositif
2	La surface sur laquelle la résistance de traçage est tenue d'être posée est-elle en acier normal ou non métallique?	Si la surface est en acier inoxydable poli, à parois très minces ou non métallique, des précautions particulières peuvent être nécessaires
3	La taille, la position, etc. des éléments à chauffer correspondent-elles à la conception?	Il est parfois difficile d'être certain que la bonne pièce usinée est chauffée. Un système de numérotation de ligne adapté peut être d'une aide précieuse
4	A t-il été précisé qu'une feuille métallique doit être installée avant l'application de la résistance de traçage?	Cela peut faciliter la répartition de chaleur
5	A t-il été précisé qu'une feuille métallique doit être installée après l'application de la résistance de traçage?	Cela peut permettre d'éviter que l'isolement n'entoure la résistance de traçage ou de faciliter la répartition de chaleur
6	Le débit de produit dans les conditions normales et anormales peut-il atteindre des températures supérieures à celles auxquelles la résistance de traçage peut résister?	En principe, cela est abordé au stade de la conception. Toutefois, les discussions avec le personnel de l'usine peuvent révéler que des informations incorrectes ou obsolètes ont été utilisées
7	La documentation la plus récente relative au système de traçage par résistance électrique (plans d'exécution, calculs et instructions) est-elle disponible?	Il convient de n'envisager aucune modification sans consulter la documentation du système de traçage par résistance électrique, des calculs précis étant nécessaires pour assurer un fonctionnement en toute sécurité
8	Les tuyaux ou surfaces peuvent-ils se dilater et se contracter de manière à appliquer une contrainte sur une partie de l'installation du système de traçage par résistance électrique?	Dans ce cas, des précautions sont nécessaires pour éviter les dommages
9	Les capteurs des régulateurs thermiques peuvent-ils être affectés par des influences extérieures?	Un circuit de chauffage adjacent est susceptible de gêner le capteur
10	Est-il nécessaire de monter la résistance de traçage en spirale ou en zigzag sur la pièce usinée, en fonction de la conception?	Vérifier la charge théorique par unité de longueur de tuyau (ou de surface) afin de déterminer si une application en spirale ou en zigzag est nécessaire
11	Les connexions froides, lorsqu'elles sont fixées, sont-elles adaptées au contact avec la surface chauffée?	S'il se révèle nécessaire d'enfouir la connexion froide sous l'isolation, il faut qu'elle soit en mesure de résister à la température

Éléments à vérifier		Remarques
12	La canalisation est-elle suspendue à une nappe aérienne?	Dans ce cas, des précautions particulières sont exigées pour assurer l'étanchéisation de l'isolation aux points de suspension
13	La canalisation est-elle dotée de la totalité de ses supports complémentaires?	L'ajout de supports intermédiaires à un stade ultérieur est susceptible d'endommager le système de chauffage
14	Les lignes d'échantillonnage/conduites de purge, etc. sont-elles présentes sur site, mais par sur les schémas?	Il est possible que celles-ci gênent ou empêchent la fixation de la résistance de traçage, et une consultation de la documentation du système de traçage par résistance électrique peut être nécessaire
15	Les autres paramètres utilisés dans la conception du matériel, tels que les supports de tuyau, sont-ils spécifiés dans la documentation de conception?	
16	Les résistances de traçage, les contrôleurs, les boîtiers de raccordement, les interrupteurs, les entrées de câble, etc., sont-ils adaptés à la classification des atmosphères explosives gazeuses et aux conditions environnementales, et sont-ils protégés comme nécessaire contre la corrosion et la pénétration de liquides et de matières particulaires?	

F.7 Installation des résistances de traçage

F.7.1 Généralités

Une attention doit être accordée aux rayons de courbure minimaux du fournisseur et à toutes les restrictions relatives à l'installation, telles que le chevauchement ou le croisement.

Dans l'installation des systèmes de traçage par résistance électrique, seuls des composants authentiques peuvent être utilisés. Sinon, la certification du système ne s'applique pas.

Il convient de renseigner et de conserver l'enregistrement pour l'installation présenté au Tableau F.2¹.

F.7.2 Connexions et terminaisons

F.7.2.1 Généralités

Il convient de terminer correctement tous les types de résistances de traçage. Il convient que les connexions et terminaisons réalisées sur site soient en tout point conformes aux instructions du fournisseur. Il convient d'inspecter le matériel terminé en usine afin de s'assurer que les extrémités sont complètes et correctement étiquetées et/ou marquées conformément à la CEI 60079-0 et à la CEI 60079-30-1. Il convient que l'installateur examine les certifications, les caractéristiques thermiques assignées des connexions et des extrémités, ainsi que leur pertinence pour les conditions d'exploitation.

Il convient de vérifier les résistances de traçage en série destinées à la terminaison sur site avant l'installation afin de s'assurer que les longueurs installées correspondent à la longueur et à la charge théoriques. Lorsque les résistances de traçage à isolation minérale sont terminées sur le site de travail, il convient d'obturer immédiatement les extrémités coupées afin d'éviter la pénétration d'humidité. Pour les résistances de traçage à circuit parallèle, il convient que la longueur totale du circuit ne dépasse pas les longueurs recommandées par le fournisseur.

¹ Dédit du Tableau D de la CEI 60079-30-1:2007

F.7.2.2 Kits de connexion

Il convient que les kits de connexion d'une résistance de traçage soient solidement fixés conformément aux instructions du fournisseur, protégés contre les dommages physiques et placés de manière à éviter la pénétration d'eau ou d'autres contaminants susceptibles de compromettre leur utilisation ou leurs capacités.

F.7.2.3 Boîtiers de raccordement

Il convient de raccorder les circuits de traçage par résistance dans des boîtiers certifiés pour les méthodes de protection appropriées et dotés d'une protection adaptée contre les pénétrations. Il convient de placer les boîtiers de raccordement aussi proche que possible du point de sortie de la résistance de traçage, sans gêner l'expansion de la pièce usinée. Il convient de ne pas laisser les capots de boîtiers de raccordement ouverts.

F.7.2.4 Connexions froides

Il convient de procéder à des vérifications pour s'assurer que les joints sont étanches, le cas échéant, et que la liaison à la terre est valide. Il convient de toujours sortir les connexions froides, si elles sont utilisées, de l'isolation thermique environnante de manière à empêcher la pénétration d'eau ou d'autres contaminants. Il convient de protéger les connexions froides lorsqu'elles sortent par l'isolation thermique.

Il convient de fixer ou de modifier les connexions froides sur site et uniquement en stricte conformité avec les instructions du fournisseur et les conditions d'utilisation spécifiées par les certifications. Lorsque des connexions froides ont été couplées à des résistances de traçage à gaine métallique par soudage ou brasage, il convient de ne plier ni les résistances de traçage ni la connexion froide à proximité d'une brasure.

F.7.2.5 Entrées et presse-étoupe des résistances de traçage

Il convient de ne pas terminer les extrémités de conducteur (voir F.7.3) tant que toutes les autres connexions et le connecteur d'extrémité n'ont pas été assemblés et que l'essai de résistance d'isolement du circuit (voir F.6.4) n'a pas été réalisé.

F.7.2.6 Raccordement, manchonnage et modifications

Il convient de procéder au raccordement, au manchonnage et aux modifications de la résistance de traçage sur site et uniquement en stricte conformité avec les instructions du fournisseur. Ce type d'intervention sur les résistances de traçage peut invalider la certification. Cela s'applique particulièrement à toutes les modifications apportées aux résistances de traçage lorsqu'un changement d'unité de longueur altère leur densité de puissance et affecte la température de la gaine. Il convient de consigner les modifications dans la documentation du système.

F.7.2.7 Connecteurs d'extrémité

Il convient que le connecteur d'extrémité d'une résistance de traçage soit solidement fixé conformément aux instructions du fournisseur et protégé contre les dommages mécaniques et la pénétration d'eau ou d'autres contaminants qui peuvent compromettre son utilisation ou ses capacités.

F.7.3 Extrémités des conducteurs

Il convient que les dimensions et les caractéristiques assignées des bornes soient suffisantes pour accepter les connecteurs, qui peuvent être des fils solides, torsadés voire des feuilles. Il convient de veiller à ne pas dénuder l'isolation afin d'éviter d'endommager les conducteurs.

Il convient que les raccords à sertir, les connecteurs de type à compression ou les férules soient d'une taille correcte et d'un type approuvé pour le conducteur en question. Les outils de compression doivent être adaptés aux types spécifiques de fixations et être en bon état.

Il convient d'obturer les résistances de traçage qui ont été installées, mais qui ne sont pas équipées de terminaisons afin d'éviter la pénétration d'humidité, et il convient de les protéger contre les dommages en attendant la réalisation de la terminaison.

F.8 Installation du matériel de contrôle et de surveillance

F.8.1 Vérification de la pertinence du matériel

Il convient que les limiteurs, régulateurs, thermostats, capteurs et dispositifs connexes sélectionnés satisfassent aux exigences de l'ensemble du système eu égard à la température de service, au degré IP (protection internationale) et au mode de protection. La certification des systèmes de traçage par résistance électrique peut prescrire l'utilisation de composants particuliers. Dans ces cas, il est obligatoire d'utiliser uniquement les pièces spécifiées par le constructeur.

F.8.2 Considérations relatives au capteur

F.8.2.1 Installation générale du capteur

Il convient d'installer et de placer le capteur conformément aux instructions du fournisseur. Il convient de ne pas placer le capteur de commande dans des emplacements de chaleur externe rayonnée, de gain d'énergie solaire, de décharge de chaleur industrielle ou à proximité d'un bâtiment chauffé. Il convient de veiller à ce que le capteur puisse détecter les conditions thermiques appropriées dans une zone de traçage par résistance, loin de l'extrémité d'un tuyau ou d'un support de tuyau. Il convient que les régulateurs de détection de la température ambiante soient situés aux endroits les plus exposés de l'installation.

Il convient de lier le capteur au bon contact thermique avec la pièce usinée ou le matériel et de le protéger de sorte que l'isolation thermique ne puisse pas être piégée entre le capteur et la surface chauffée. Il convient de veiller à ne pas endommager le tube capillaire, le thermocouple ou les connexions RTD ou à ne pas déformer le capteur et provoquer de ce fait une erreur d'étalonnage.

Lorsqu'une détection de température moyenne directe est exigée, il convient de placer le capteur dans des puits thermométriques en des emplacements adaptés, par exemple, au-dessus d'éventuels niveaux de dépôt dans les cuves.

Un tube capillaire supplémentaire peut passer sous l'isolation thermique, sauf si la longueur totale dépasse 1 m, auquel cas le volume du capillaire peut être de nature à affecter défavorablement l'étalonnage.

Il convient de veiller à ce que le tube capillaire, le thermocouple ou les connexions RTD sortent de l'isolation thermique de manière à ne permettre aucune pénétration d'humidité.

Dans la plupart des cas, l'emplacement du capteur est défini lors de la phase de conception du système. Des considérations relatives à l'emplacement du capteur sont définies en F.8.2. Les paragraphes F.8.2.2 à F.8.3 présentent les considérations relatives à l'installation pour des modes d'installation spécifiques.

F.8.2.2 Installation de capteur pour le régulateur thermique

Le capteur du régulateur thermique est installé à la surface de la pièce usinée ou du matériel, dans une position indiquant une température représentative de l'ensemble du circuit. Comme l'illustre la Figure F.1, il convient de placer le capteur de manière à ce qu'il ne soit pas

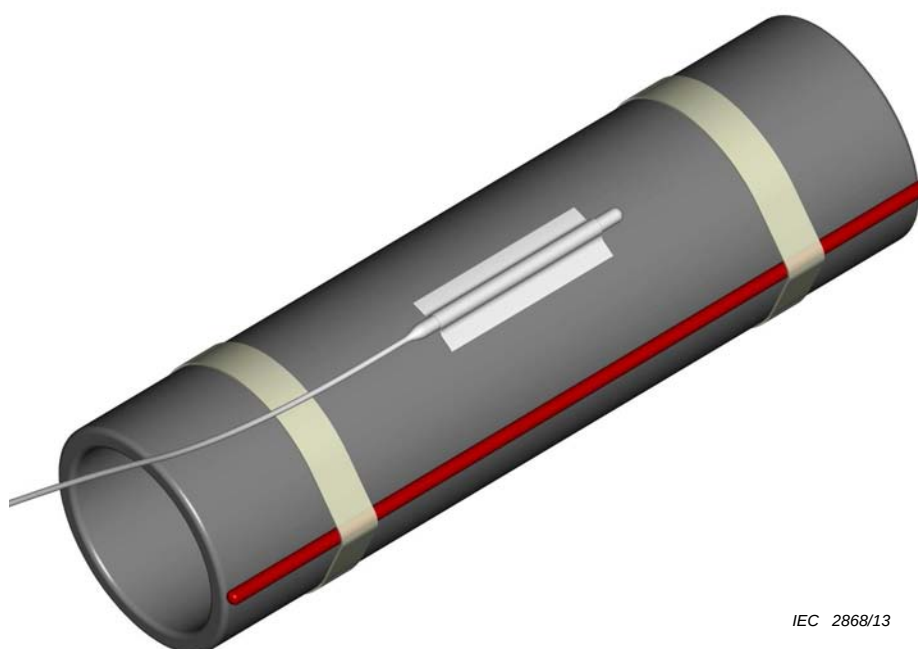
influencé par la température de la résistance de traçage, ni par d'autres facteurs tels que les dissipateurs thermiques et le gain d'énergie solaire.

F.8.2.3 Installation de capteur pour le dispositif de limitation de la température

Le capteur du dispositif de limitation de la température est installé à la surface de la pièce usinée ou du matériel, dans une position indiquant une température représentative de l'ensemble du circuit. Il s'agit de s'assurer que le régulateur thermique de sécurité peut précisément réagir à la température maximale de la gaine de la résistance de traçage. Il convient d'accorder une attention particulière à l'emplacement, au mode de fixation et au point de consigne. Cette méthode d'installation du capteur repose sur les relations connues entre la température du matériel et la température de la gaine de la résistance à une puissance de sortie donnée. Une installation classique du capteur de limiteur de température est présentée à la Figure F.1.

Il convient de configurer le régulateur de manière à ce que la température de la gaine de la résistance ne dépasse pas la température maximale dans les conditions les plus défavorables (tension +10 %, résistance de traçage à la limite supérieure de tolérance de puissance de fabrication, résistance de traçage ne touchant pas la pièce usinée/le matériel, température ambiante élevée, pas de convection extérieure, par exemple).

Pour les circuits de résistance de traçage conçus pour être utilisés avec des dispositifs de régulation de tension, il peut être nécessaire d'installer les capteurs à l'aide des méthodes décrites en F.8.2.3, F.8.2.4 et F.8.2.5. Ces méthodes répondent immédiatement aux variations rapides des températures de la gaine de la résistance de traçage provoquées par une défaillance du dispositif de contrôle de la tension.



IEC 2868/13

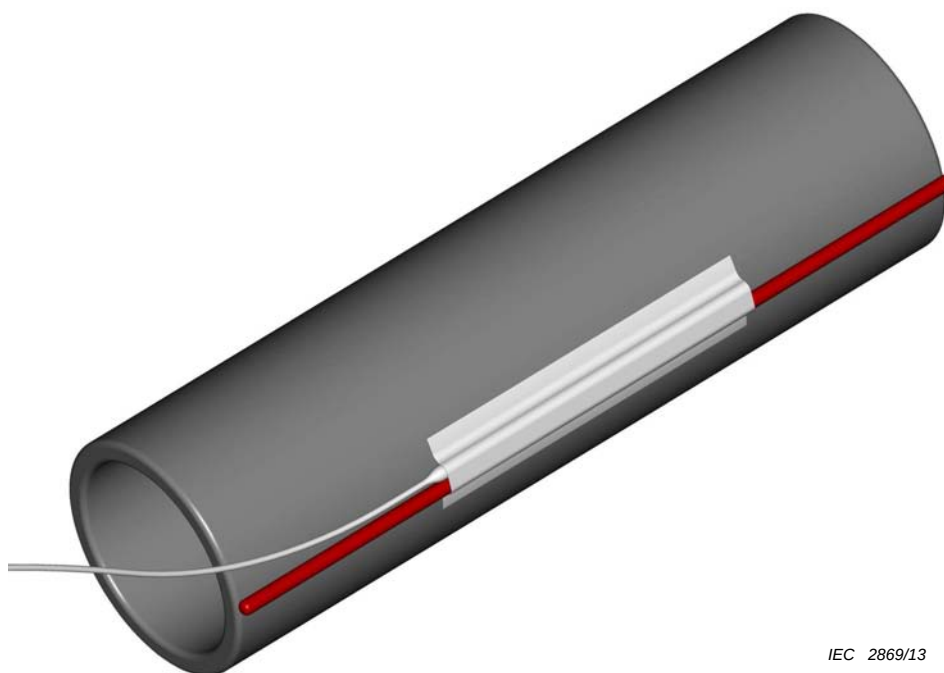
Figure F.1 – Installation typique du capteur de commande et du capteur pour la limitation de la température

F.8.2.4 Dispositif de limitation de la température avec un capteur sur la gaine de la résistance de traçage

Dans la Figure F.2, le capteur de température est monté directement sur la résistance de traçage, laquelle est en contact direct avec la surface chauffée. Pour assurer un couplage thermique précis avec la résistance de traçage, il est nécessaire de doter le capteur d'un ruban métallique ou d'un composé caloporteur.

Il convient de vérifier que l'emplacement est représentatif du point le plus chaud. Il convient que les moyens de sécurisation du capteur sur les fixations de la résistance permettent de s'assurer que le capteur ne peut pas se desserrer avec le temps et la température, et qu'il ne sera pas desserré lors d'opérations de maintenance ultérieures.

Cette méthode d'installation du capteur ne permet pas de mesurer la partie la plus chaude de la résistance de traçage (qui se trouve probablement à un point où elle n'entre pas en contact avec le matériel). Il convient de l'utiliser uniquement en réglant le régulateur en dessous de la température maximale.



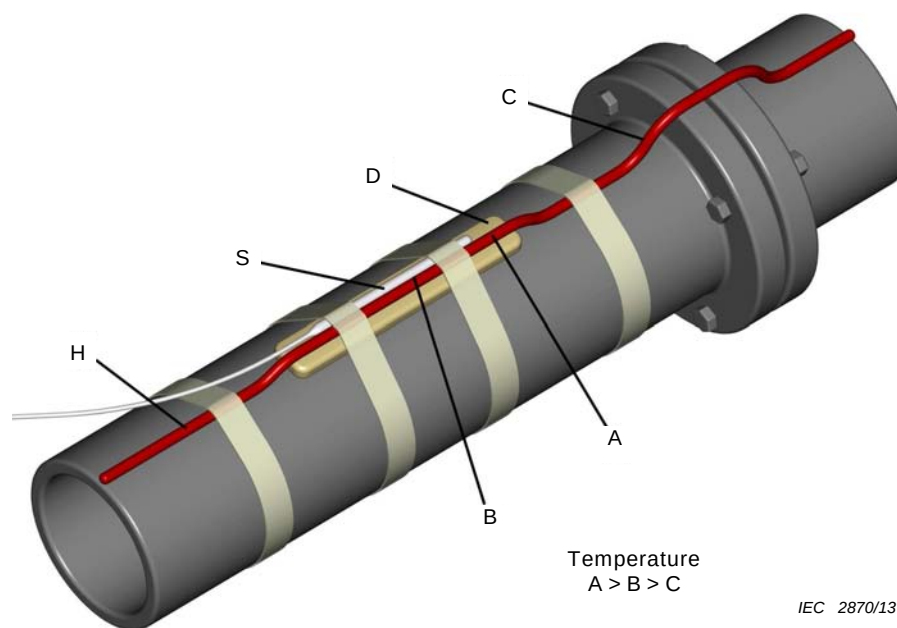
IEC 2869/13

Figure F.2 – Capteur du dispositif de limitation de la température sur la gaine de la résistance de traçage

F.8.2.5 Dispositif de limitation de la température avec point chaud artificiel

Dans la Figure F.3, le capteur est placé de manière à mesurer un point chaud artificiel destiné à représenter le point le plus chaud de la résistance de traçage. Il peut s'agir d'une méthode alternative adaptée utilisée avec les résistances de traçage en série.

Dans les cas où la méthode présentée en F.8.2.4 ne peut pas être correctement utilisée pour agir en coordination avec la température de gaine la plus défavorable du système, la méthode du point chaud artificiel peut apporter une marge de sécurité supplémentaire. Dans ce cas, l'isolation thermique est insérée entre la résistance de traçage et la surface chauffée. Le capteur du limiteur de température est alors installé en contact direct avec la résistance de traçage.



Légende

H	résistance de traçage	B	température au point de mesure
S	capteur de température	C	point de faible couplage thermique (point chaud caractéristique)
A	température du point chaud artificiel	D	isolation thermique entre la résistance de traçage et la surface chauffée

Figure F.3 – Capteur du dispositif de limitation en tant que point chaud artificiel

Pour s'assurer que la température au point chaud artificiel est supérieure à celle de la résistance de traçage au point de faible couplage thermique (température C), l'isolation thermique est environ deux fois plus longue que le capteur. Compte tenu de l'inévitable dissipation thermique du capteur lui-même, la température B mesurée est effectivement supérieure à la température C, mais inférieure à la température réelle du point chaud A. Cette différence, qui est fonction du rapport des masses du capteur et de la résistance de traçage (rapport des diamètres) et de la chaleur massique (W/m), est prise en compte lors du réglage de la température du limiteur.

Cette méthode présente l'avantage d'offrir un temps de réaction extrêmement court en cas de dysfonctionnements, tels que la défaillance du régulateur, la défaillance du dispositif de contrôle de la tension ou la surtension. Dans certains cas, il peut être nécessaire de diviser les circuits complexes en plusieurs circuits dotés de limiteurs de température individuels.

F.8.3 Fonctionnement, étalonnage et accès au régulateur

Il convient de vérifier les paramètres des régulateurs thermiques et des limiteurs de température de sécurité lors de la mise en service. Selon les possibilités de réglage offertes par les limiteurs de température de sécurité, il convient de fixer les limiteurs pour éviter les mauvaises manipulations.

Il convient d'étalonner le dispositif de contrôle de température et la boucle de détection au moment de la mise en service. Il convient de régler le régulateur à la température exigée et de le réétalonner à partir des réglages d'usine, si nécessaire. Il convient de procéder à une vérification fonctionnelle en ajustant la température tant que le régulateur n'alimente pas la résistance de traçage.

Il convient de documenter toutes les données mesurées.

F.9 Installation du système d'isolation thermique

F.9.1 Généralités

Le choix et l'application de l'isolation thermique sont des éléments essentiels de l'installation d'un système de traçage par résistance électrique. En principe, l'isolation thermique est conçue de manière à largement compenser les pertes thermiques du système de chauffage. Par conséquent, les problèmes liés à l'isolation ont un impact direct sur les performances de l'ensemble du système. La limitation de la dissipation d'énergie permet de réduire les coûts d'exploitation et d'améliorer les caractéristiques et la puissance calorifique du système. Il convient que l'installation de l'isolation thermique soit conforme à l'ensemble des normes nationales et règlements locaux applicables.

F.9.2 Travaux préparatoires

Il convient de prendre des précautions visant à protéger les résistances de traçage contre les dommages mécaniques et la pénétration d'humidité après leur installation et avant l'application de l'isolation thermique. Avant de commencer l'installation de l'isolation thermique, il est recommandé que l'ingénierie du site mette en contact l'installateur des résistances de traçage et le prestataire chargé de l'isolation thermique, de manière à appliquer l'isolation thermique dès que possible après l'installation et les essais des résistances de traçage. Il convient de soumettre à essai le système de traçage par résistance électrique installé conformément à F.6.2.

Il convient de confirmer les vérifications et procédures suivantes:

- a) Vérifier que le type, le diamètre intérieur et l'épaisseur sont conformes aux valeurs utilisées dans la sélection de la ou des résistances de traçage. Si l'épaisseur d'isolation est différente de la spécification, les températures de calcul spécifiées ne sont pas respectées.
- b) Pour l'isolation thermique, il convient de fournir une protection temporaire contre les intempéries au cours du stockage, de la manipulation et de l'installation afin d'éviter le risque d'humidité piégée sous le revêtement de protection contre les intempéries.

F.10 Installation du câblage de distribution et coordination avec les circuits de branchement

F.10.1 Généralités

Le câblage du circuit de branchement de chaque circuit de résistance de traçage exige un dispositif de protection contre les surtensions. Il convient que la dimension et le type de câblage de distribution, ainsi que les valeurs assignées des dispositifs de protection du circuit de branchement, reposent sur des courants de démarrage de la résistance de traçage et leur durée à la température minimale à laquelle ladite résistance peut être confrontée.

F.10.2 Étiquetage/Identification

Les exigences de la CEI 60079-30-1 incluent un étiquetage et une identification permanents qu'il convient de vérifier, notamment:

- a) identification du circuit
- b) matériel de surveillance et d'alarme
- c) prises électriques de la résistance de traçage
- d) numéro de circuit et point de consigne de chaque régulateur thermique

sur le boîtier de raccordement respectif.

F.11 Revue d'installation finale

F.11.1 Modifications nécessaires

La température maximale de la gaine des systèmes de traçage par résistance électrique fait l'objet d'une vérification. Si les températures mesurées s'écartent des températures admissibles de la gaine ou des valeurs de calcul, il convient de prendre des mesures correctives et de valider de nouveau la conception du système, si nécessaire.

F.11.2 Essai de résistance d'isolement du circuit sur site (chantier)

Il convient de réaliser la procédure d'essai de F.6.2 sur tous les circuits de résistance de traçage après l'installation, en satisfaisant à l'exigence selon laquelle il convient que la résistance d'isolement mesurée ne soit pas inférieure à 5 MΩ.

F.11.3 Inspection visuelle

Il convient que l'inspection visuelle permette de s'assurer que:

- a) l'humidité ne peut pas pénétrer dans l'isolation suite au vieillissement naturel (position correcte des chevauchements ou des sertissages);
- b) les raccordements coulissants (ou éléments analogues) du revêtement protecteur sont suffisamment souples pour absorber tous les mouvements de dilatation,
- c) les vis sélectionnées pour fixer le revêtement protecteur sont suffisamment courtes pour exclure toute possibilité d'endommagement des résistances de traçage ou des capteurs de température;
- d) les coupe-circuits d'entrée du revêtement protecteur des résistances de traçage, des capteurs de température, etc., sont dimensionnés de manière à rendre tout contact impossible. Plus particulièrement dans le cas des branchements, il convient que le revêtement soit coupé de manière suffisamment large;
- e) les joints de revêtement et les entrées d'isolation thermique sont correctement étanches avec un produit d'étanchéité élastique et non durcissant résistant aux produits chimiques et à la corrosion, et que leur dimension est stable.

F.12 Mise en service

F.12.1 Vérifications préalables à la mise en service

Il convient de renseigner et de conserver la liste de contrôle préalable à la mise en service donnée au Tableau F.1.

F.12.2 Vérification fonctionnelle et documentation finale

F.12.2.1 Généralités

Il convient de mettre en service le ou les systèmes de traçage par résistance électrique après avoir installé l'isolation thermique et procédé à la distribution électrique. Il convient de renseigner et de conserver l'enregistrement de l'installation de la résistance de traçage donné au Tableau F.2.

F.12.2.2 Vérification fonctionnelle

Il convient de procéder aux vérifications fonctionnelles suivantes:

- a) Fermer tous les circuits de branchement et vérifier le courant. Un régulateur de dérivation provisoire peut être exigé pour le dispositif de contrôle de température.
- b) Vérifier que les circuits de surveillance et d'alarme sont utilisables. Un régulateur de dérivation peut être exigé au niveau des contacts de champ.

- c) Renseigner l'enregistrement de mise en service de la résistance de traçage du Tableau F.2 pour chaque circuit. Cela doit clairement documenter toutes les données des essais et de mise en service.
- d) Enregistrer les valeurs de résistance d'isolement électrique pour chaque mesure prise selon la procédure donnée en F.6.4.
- e) Enregistrer la tension appliquée et le courant obtenu au bout de 5 min d'alimentation électrique, ainsi que la température de la pièce usinée, le cas échéant.
- f) Vérifier que les composants de l'alarme et de surveillance fonctionnent comme prévu.
- g) Vérifier que le contrôle d'étalonnage au niveau du point de consigne du régulateur thermique a été réalisé et que le régulateur a été réglé sur cette valeur.

F.12.2.3 Documentation finale

Il convient de considérer la documentation adéquate et uniforme des circuits de traçage par résistance électrique comme une condition préalable essentielle à la maintenance économique du matériel. Cela est particulièrement important pour faciliter la recherche rapide des pannes en cas de problèmes dans le circuit. Cela permet également à un spécialiste des systèmes de traçage par résistance électrique de gérer plus simplement, plus facilement et de manière moins coûteuse toutes les modifications et tous les développements souhaités.

Eu égard aux systèmes de traçage par résistance électrique dans des atmosphères explosives gazeuses, la forme de la documentation du projet est spécifiée normalement de manière détaillée dans la description respective du système.

Il convient que la documentation de chaque circuit de chauffage d'un système de traçage par résistance contienne les éléments suivants:

- a) Documentation sur la conception et les essais:
 - 1) sommaire
 - 2) présentation des canalisations illustrant les circuits de traçage par résistance et l'emplacement des points d'alimentation, des connexions, des épissures, des raccords en T, des connecteurs d'extrémité et des capteurs de température pour le contrôle et la limitation
 - 3) pour les cuves: présentation des circuits de traçage par résistance
 - 4) liste des pièces usinées et des isolations
 - 5) longueur de circuit individuel des résistances de traçage
 - 6) données de calcul et de dimensionnement
 - 7) liste des matériaux
 - 8) instructions d'installation de la résistance de traçage
 - 9) plan de câblage de la résistance
 - 10) description et instructions d'installation des capteurs de température
 - 11) enregistrement d'installation du système de traçage par résistance électrique (Tableau F.2)
 - 12) mesure du profil de température
 - 13) certificat d'installation
- b) Schémas ou listes de câblage:
 - 1) câblage et schémas ou listes de câblage
 - 2) schémas de connexion d'extrémité, appareillages de connexion avec une liste des pièces
 - 3) instructions d'installation

c) Autres:

- 1) descriptions techniques et manuels d'instruction pour les éléments individuels du matériel
- 2) schéma fonctionnel convenu avec l'ingénieur concepteur
- 3) certificats de conformité du matériel protégé contre l'explosion

Tableau F.2 – Enregistrement d'installation des systèmes de traçage par résistance électrique – Exemple

Emplacement	Système	Numéro de projet	Dessin(s) de référence
Numéro de ligne	Numéro de la résistance de traçage	Classement de l'emplacement	Classe de température
Numéro de panneau	Emplacement	Numéro de circuit	Ampères/tension du circuit
Constructeur de la résistance de traçage	Modèle de résistance de traçage	Puissance par unité de longueur/tension assignée de la résistance de traçage	
Vérifier le marquage de certification:			
Constructeur/modèle du mégohmmètre		Tension de réglage	Précision/pleine échelle
Date du dernier étalonnage du mégohmmètre			
Constructeur/modèle du multimètre	Réglage d'Ohm		Précision/pleine échelle
ESSAI DE LA RÉSISTANCE DE TRAÇAGE	Valeur d'essai/remarques	Date	Initiales
Essai de continuité réalisé sur la résistance de traçage à régulation automatique utilisé uniquement pour le court-circuit ou le circuit ouvert.			
La résistance d'isolement minimale acceptable doit être de 20 MΩ, sauf pour #4 pour les résistances de traçage MI, qui doit être au minimum de 5 MΩ. La tension d'essai acceptable minimale est de 500 V c.c. Toutefois, 1000 V c.c. sont recommandés pour MI, 2500 V c.c. pour les résistances de traçage polymères.			
1 Réception du matériau sur une bobine			
Essai de continuité sur la bobine			
Essai de résistance d'isolement sur la bobine			
2 Tuyauterie terminée (approbation pour commencer l'installation de la résistance de traçage)			
3 Résistance de traçage installée (approbation pour commencer l'installation de l'isolation thermique)			
Résistance de traçage correctement installée sur le tuyau, la cuve ou le matériel			
Résistance de traçage correctement installée au niveau des soupapes, des supports de tuyau et autres dissipateurs thermiques			
Composants correctement installés et munis de terminaisons (puissance, joint d'extrémité en T)			
L'installation répond aux instructions du constructeur et à la conception du circuit			
4 Installation de l'isolation thermique terminée			
Essai de continuité			
Essai de résistance d'isolement			
SYSTÈME INSPECTÉ			
5 Marquage, étiquetage et identification terminés (voir CEI 60079-30-1, Article 6)			
6 Résistance de traçage mise à la terre			
7 Régulations de température correctement installées et points de consigne vérifiés			
8 Tous les boîtiers de raccordement sont certifiés et fermés			
9 Isolation thermique étanche (toutes les pénétrations étanches)			

10 Joints d'extrémité, épissures recouvertes avec marquage sur le revêtement extérieur d'isolation		
11 Dessins, documentation avec marquage conforme à la construction		
Réalisé par:	Société	Date
Attesté par:	Société	Date
Accepté par:	Société	Date
Approuvé par:	Société	Date

Annexe G (normative)

Évaluation des risques de décharge potentielle de l'enroulement du stator – Facteurs de risque d'inflammation

Tableau G.1 – Facteurs de risque d'inflammation

Caractéristiques	Valeur	Facteur
Tension assignée	> 11 kV	6
	> 6,6 kV à 11 kV	4
	> 3,3 kV à 6,6 kV	2
	> 1 kV à 3,3 kV	0
Fréquence moyenne de démarrage en service	> 1 / heure	3
	> 1 / jour	2
	> 1 / semaine	1
	≤1 / semaine	0
Intervalle de temps entre désassemblage, nettoyage et examen des enroulements	> 10 ans	3
	> 5 à 10 ans	2
	> 2 à 5 ans	1
	< 2 ans	0
Degré de protection (code IP)	< IP44 ^a	3
	IP44 et IP54	2
	IP55	1
	> IP55	0
Conditions environnementales	Très sale et humide ^b	4
	Extérieur côtier ^c	3
	Extérieur	1
	Propre et sec en intérieur	0
^a Uniquement en environnement propre et régulièrement entretenu par un personnel formé ^b Les emplacements "très sales et humides" incluent ceux qui peuvent être sujets à des intempéries ou ceux dans des emplacements off-shore. ^c Exposé à des atmosphères contenant du sel.		

Annexe H (normative)

Vérification des circuits de sécurité intrinsèque possédant plusieurs matériels associés avec des caractéristiques courant/tension linéaires

H.1 Généralités

Les paramètres de capacité et d'inductance du système de circuits de sécurité intrinsèque doivent être déterminés à partir des courbes d'inflammation de la CEI 60079-11, à l'aide des valeurs U_0 et I_0 du système, dans des conditions de défaut et au niveau de chacun des points du système. Les défauts, conformément à la CEI 60079-11, doivent être appliqués au système électrique dans son ensemble et non à chacun des éléments du matériel électrique.

Les exigences ci-dessus peuvent être satisfaites à l'aide des procédures de calcul suivantes.

H.2 Sécurité intrinsèque avec le niveau de protection "ib"

Le niveau de protection doit être considéré comme étant un niveau "ib" même si l'ensemble du matériel associé est de niveau "ia".

NOTE Cette réduction du niveau de protection tient compte du fait que l'évaluation ne repose que sur des calculs sans aucun essai.

- a) Déterminer la tension et le courant les plus élevés dans le système à l'aide des valeurs U_0 et I_0 indiquées sur le matériel associé (voir Annexe I).
- b) Vérifier que le courant le plus élevé du système (I_0) multiplié par un facteur de sécurité de 1,5 ne dépasse pas le courant obtenu à partir des courbes d'inflammation applicables aux circuits résistifs du groupe de matériel approprié défini dans la CEI 60079-11 concernant la tension maximale du système (U_0).
- c) L'inductance maximale admissible (L_0) est obtenue à partir des courbes d'inflammation applicables aux circuits inductifs du groupe de matériel approprié, défini dans la CEI 60079-11, en utilisant le courant maximal du système (I_0) multiplié par un facteur de sécurité de 1,5.
- d) La capacité maximale admissible (C_0) est obtenue à partir des courbes d'inflammation appropriées applicables aux circuits capacitifs de la CEI 60079-11, en utilisant la tension maximale (U_0) du système multipliée par un facteur de sécurité de 1,5.
- e) Vérifier que les valeurs maximales admissibles pour C_0 et L_0 satisfont aux exigences de 16.2.4.3.
- f) Vérifier que U_0 , I_0 et P_0 (où $P_0 = I_0 U_0 / 4$) satisfait aux exigences de 16.2.4.3.
- g) Déterminer le groupe de matériel du système, conformément à 16.2.4.3, en tenant compte du groupe de matériel des courbes d'inflammation utilisées.
- h) Déterminer la classe de température du système conformément à 16.2.4.3 (où $P_0 = I_0 U_0 / 4$).

H.3 Sécurité intrinsèque avec le niveau de protection "ic"

Une méthode similaire de calcul peut être utilisée pour les circuits "ic". Le facteur de sécurité doit être 1.

Annexe I (informative)

Méthodes de détermination des tensions et des courants maximaux du système dans les circuits de sécurité intrinsèque utilisés avec plusieurs matériels associés possédant des caractéristiques de courant/tension linéaires (comme exigé à l'Annexe H)

I.1 Circuits de sécurité intrinsèque possédant des caractéristiques de courant/tension linéaires

Dans le cas où plusieurs matériels associés sont utilisés dans un circuit de sécurité intrinsèque (voir 16.2.4.4), la méthode pratique suivante peut être utilisée pour déterminer les nouvelles valeurs maximales de tension et de courant du système dans les conditions de défaut du circuit de sécurité intrinsèque, à l'aide des valeurs U_0 , I_0 de chacun des éléments du matériel associé, tirées de la documentation ou de la plaque de marquage.

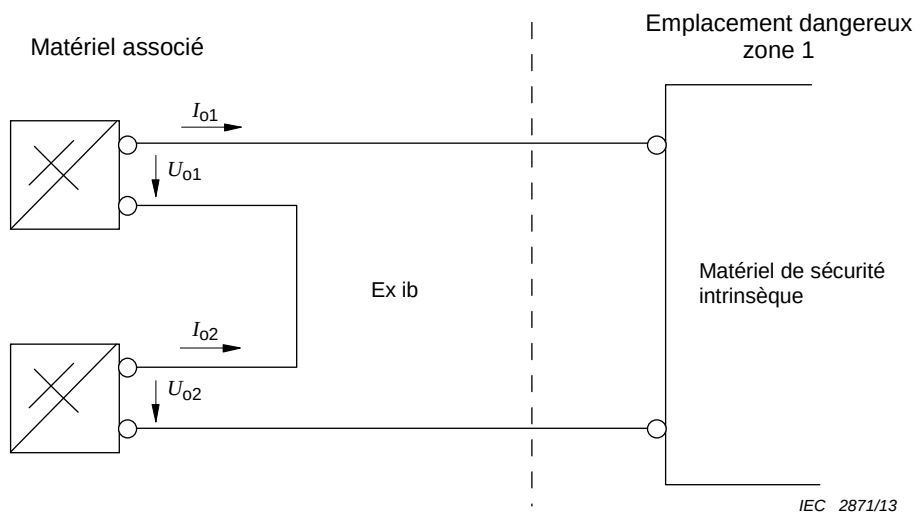
En fonction de l'interconnexion des bornes de sécurité intrinsèque du matériel associé, il convient de déterminer les valeurs U_0 et I_0 dans des conditions de fonctionnement normal et également dans des conditions de défaut, en tenant compte des éléments suivants:

- la somme des tensions uniquement,
- la somme des courants uniquement, ou
- la somme des tensions et la somme des courants.

Dans le cas d'une connexion en série d'un matériel associé avec isolation galvanique entre les circuits de sécurité intrinsèque et les circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque (voir Figure I.1), seule la somme des tensions est possible, quelle que soit la polarité des circuits.

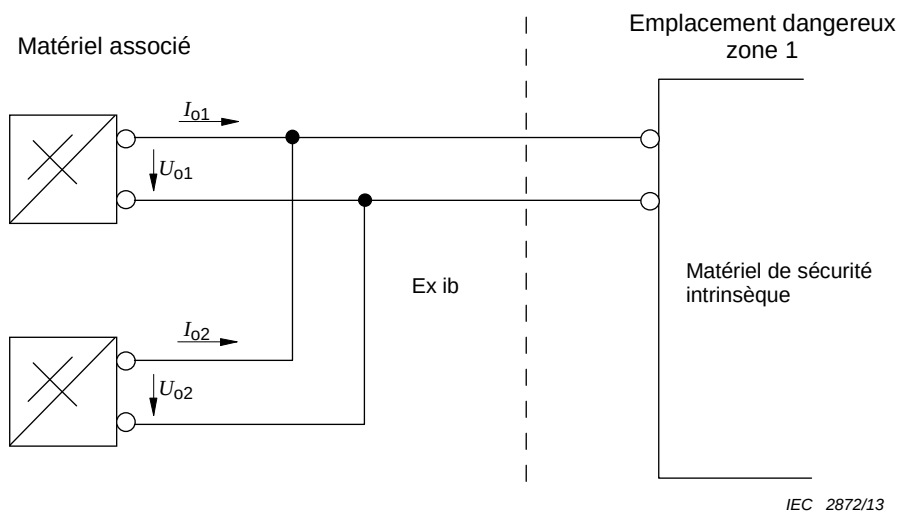
Dans le cas d'une connexion parallèle entre les deux pôles des sources (voir Figure I.2), seule la somme des courants est nécessaire.

Dans tous les autres cas, lorsqu'une interconnexion des pôles des sources est possible (voir Figure I.3), les connexions série ou parallèle sont à prendre en compte, selon le défaut concerné. Dans ce cas, la somme des tensions et la somme des courants sont à prendre en considération séparément.



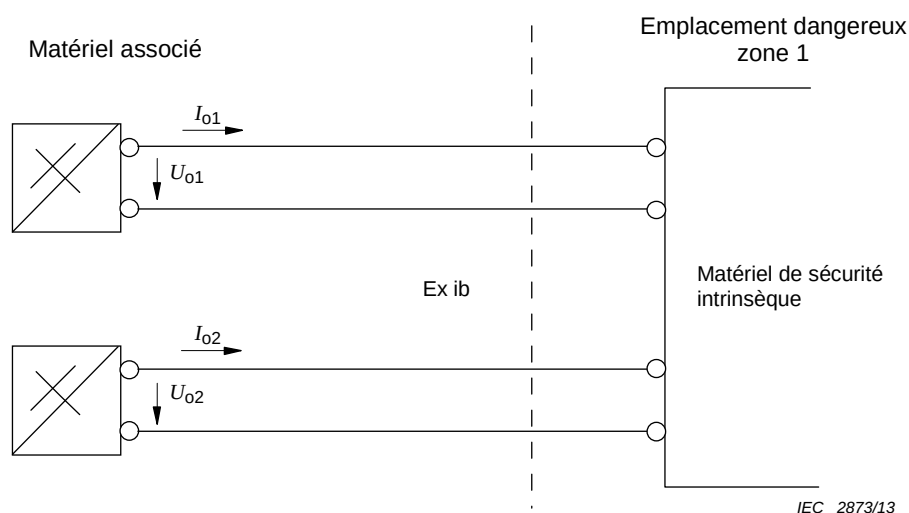
Nouvelles valeurs maximales du système: $U_o = \Sigma U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$
 $I_o = \max. (I_{oi})$

Figure I.1 – Connexion série – Somme des tensions



Nouvelles valeurs maximales du système: $U_o = \max. (U_{oi})$
 $I_o = \Sigma I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$

Figure I.2 – Connexion parallèle – Somme des courants



Nouvelles valeurs maximales du système:

$$U_o = \Sigma U_{oi} = U_{o1} + U_{o2} \quad U_o = \max. (U_{oi})$$

ou

$$I_o = \max. (I_{oi}) \quad I_o = \Sigma I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$$

**Figure I.3 – Connexions série et parallèle –
Somme des tensions et somme des courants**

I.2 Circuits de sécurité intrinsèque possédant des caractéristiques de courant/tension non linéaires

Les situations dans lesquelles plus de deux matériels associés, et dont l'un d'eux au moins présente des sorties non linéaires, doivent faire l'objet d'une attention particulière. Il convient qu'une personne compétente accorde une attention particulière à ces situations. Voir la CEI 60079-25 pour plus de détails.

Annexe J (informative)

Détermination des paramètres des câbles

J.1 Mesures

Il convient de mesurer l'inductance et la capacité d'un câble à l'aide d'un dispositif fonctionnant à une fréquence de $1\text{ kHz} \pm 0,1\text{ kHz}$ et ayant une précision de $\pm 1\%$. Il convient de mesurer la résistance du câble en utilisant un appareil à courant continu ayant une précision de $\pm 1\%$. Les résultats tirés d'un échantillon représentatif du câble avec une longueur minimale de 10 m sont acceptables. Il convient d'effectuer les mesures à une température ambiante comprise entre 20 °C et 30 °C .

Il convient que l'appareil de mesure des inductances soit capable de fonctionner convenablement lors de la mesure d'inductances faibles en présence d'une résistance importante.

Dans la mesure du possible, il convient d'effectuer les mesures avec toutes les combinaisons possibles des conducteurs qui peuvent résulter de la mise en court-circuit ou en circuit ouvert des extrémités séparées des câbles. Il convient que les valeurs mesurées maximales de capacité, d'inductance et de rapport L/R soient utilisées comme paramètres des câbles. Lorsqu'il y a un grand nombre de conducteurs dans le câble, il convient de n'effectuer de mesures qu'avec un échantillon représentatif de la combinaison de conducteurs qui produit les plus grandes valeurs de l'inductance et de la capacité.

Il convient de déterminer la capacité maximale du câble en ayant les extrémités éloignées du câble en circuit ouvert et en mesurant la capacité des combinaisons des conducteurs et des écrans qui donnent la valeur maximale. Par exemple, si un câble à deux paires avec écran est mesuré, la plus grande valeur est probablement déterminée entre un conducteur relié à l'écran et l'autre conducteur. Il convient de vérifier qu'il s'agit bien de la plus grande valeur de la capacité en mesurant les autres combinaisons de conducteurs et écrans.

Il convient de mesurer l'inductance maximale en reliant ensemble les extrémités éloignées des deux conducteurs qui sont les plus éloignés les uns des autres. La résistance mesurée en courant continu de ce chemin est celle utilisée pour le calcul du rapport L/R du câble.

Il convient que les paramètres du câble ne varient pas de plus de 2 % pour un câble lâche lorsqu'il est plié et tordu au moins dix fois.

Pour ces mesures, il convient de ne pas prendre en considération les combinaisons de défauts susceptibles de mettre en série des conducteurs séparés afin d'augmenter la longueur effective des câbles. Lorsqu'on mesure la capacité, il convient de relier ensemble et à une extrémité du circuit mesuré tous les écrans et les conducteurs non utilisés.

J.2 Câbles contenant plusieurs circuits de sécurité intrinsèque

J.2.1 Généralités

Lorsque les conducteurs utilisés dans un circuit de sécurité intrinsèque ou à puissance limitée particulier sont facilement identifiables dans un câble contenant plusieurs circuits de sécurité intrinsèque, il convient de ne prendre en considération que les paramètres du câble relatifs à ces conducteurs spécifiques.

J.2.2 Câbles de type A

Lorsque tous les conducteurs utilisés dans un circuit sont à l'intérieur d'un seul écran, il convient de ne prendre en considération que les liaisons des conducteurs placés à l'intérieur de l'écran et avec cet écran. Lorsque les conducteurs sont à l'intérieur de deux écrans ou plus, il convient d'effectuer les mesures en utilisant tous les conducteurs pertinents à l'intérieur des écrans pertinents.

J.2.3 Câbles de type B

Lorsque les conducteurs utilisés pour un circuit particulier peuvent être identifiés clairement, il convient d'effectuer les mesures sur ces seuls conducteurs. Lorsqu'une identification claire n'est pas possible, il convient de prendre en considération toutes les combinaisons possibles des conducteurs utilisés dans ce circuit de sécurité intrinsèque particulier.

J.2.4 Câbles de type C

Il convient d'effectuer les mesures sur tous les conducteurs et tous les écrans associés aux systèmes de sécurité intrinsèque qui peuvent être interconnectés par les deux défauts de court-circuit qui sont à prendre en considération.

Lorsque les conducteurs pertinents ne sont pas identifiables clairement, il convient d'étendre les essais aux combinaisons possibles du nombre total de conducteurs et d'écrans associés aux trois circuits reliés.

J.3 FISCO

La capacité réelle du câble de bus résulte de la capacité par mètre C' qui est valide pour la capacité entre les deux conducteurs. Si le câble contient un écran, il est nécessaire de prendre en considération une capacité par mètre supplémentaire.

Le calcul de la capacité dépend du raccordement électrique du câble de bus et de l'écran. Si le circuit du bus est isolé de l'écran de mise à la terre ou si l'écran est disposé symétriquement entre le plus et le moins de l'alimentation (bus de terrain équilibré par rapport à la terre), non seulement il est nécessaire d'autoriser la capacité conducteur/conducteur, mais également la capacité série conducteur/écran et écran/conducteur. On obtient:

$$C' = C'_{\text{conducteur/conducteur}} + 0,5C'_{\text{conducteur/écran}}$$

Si l'écran est raccordé à un pôle de l'alimentation, on obtient la relation suivante:

$$C' = C'_{\text{conducteur/conducteur}} + C'_{\text{conducteur/écran}}$$

Annexe K (normative)

Exigences supplémentaires pour le mode de protection "op" – Rayonnement optique

K.1 Généralités

Lorsqu'une enveloppe est dotée d'une partie transmettant la lumière, tous les rayonnements optiques qui s'échappent de l'enveloppe doivent être "op is".

K.2 Rayonnement optique de sécurité intrinsèque "op is"

K.2.1 Généralités

Les rayonnements optiques de sécurité intrinsèque sont des rayonnements incapables de fournir une énergie suffisante dans les conditions normales ou les conditions de défaut spécifiées afin d'enflammer une atmosphère explosive spécifique. Le concept est que la puissance du faisceau est limitée à une valeur inférieure à celle nécessaire pour l'inflammation.

L'inflammation par des particules irradiées dans l'air implique que la particule absorbe une certaine quantité d'énergie, de puissance ou d'éclairement énergétique. Le concept de sécurité intrinsèque s'applique aux rayonnements non confinés ou aux rayonnements à l'intérieur d'un matériel optique.

K.2.2 Modification des sections transversales

Il n'est pas autorisé de réduire la section transversale des câbles optiques utilisés dans l'installation.

K.2.3 Coupleur

La connexion des câbles optiques d'un coupleur optique doit être telle qu'aucune énergie supplémentaire ne puisse entrer dans les fibres optiques.

K.3 Rayonnements optiques protégés "op pr"

K.3.1 Généralités

Ce concept implique de confiner les rayonnements à l'intérieur de la fibre optique ou d'un autre support de transmission, et s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle aucun rayonnement ne s'échappe du support de transmission. Dans ce cas, les performances du support de transmission définissent le niveau de sécurité du système.

L'analyse des risques fournit les exigences de sécurité en fonction des conditions hypothétiques (conditions de défaut ou fonctionnement normal).

Une fibre optique peut être utilisée dans les situations ne faisant l'objet d'aucune condition hypothétique, de sorte qu'une force extérieure peut provoquer la rupture de la barrière de protection. Des moyens de protection supplémentaires (un câblage, un conduit ou une canalisation solide, par exemple) doivent être utilisés lorsque des forces extérieures peuvent provoquer une rupture en fonctionnement normal ou anormal. L'analyse des risques détermine les mesures de protection exigées afin d'éviter une rupture et un échappement de rayonnements.

NOTE La fibre optique assure la protection contre l'échappement de rayonnements optiques dans l'atmosphère dans des conditions de fonctionnement normal. Pour les dysfonctionnements prévisibles, cette protection peut être assurée par un blindage, un conduit, un chemin de câbles ou une canalisation supplémentaire.

K.3.2 Rayonnements à l'intérieur des enveloppes

Les rayonnements d'inflammation à l'intérieur des enveloppes sont acceptables si l'enveloppe satisfait à un mode reconnu de protection du matériel électrique, dans lequel une source d'inflammation peut être présente dans l'enveloppe, c'est-à-dire s'il s'agit d'une enveloppe antidéflagrante "d", à surpression interne "p" ou à respiration limitée "nR".

K.4 Rayonnements optiques verrouillés avec rupture optique "op sh"

Ce mode de protection est applicable lorsque les rayonnements ne sont pas intrinsèquement sûrs et utilisent un verrouillage pour couper la transmission si le confinement est défaillant. La coupure se produit sur une période bien plus courte que le délai d'inflammation.

Le concept ci-dessus doit être conforme à la CEI 60079-28.

Annexe L
(informative)

Exemples de couches de poussières d'épaisseur excessive

L'Annexe L présente quatre exemples de couches de poussières d'épaisseur excessive (voir la Figure L.1).

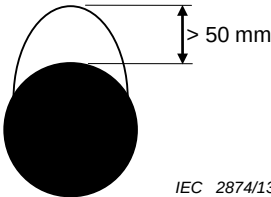
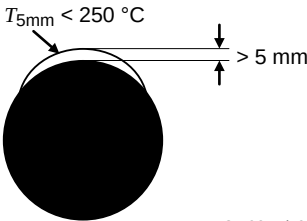
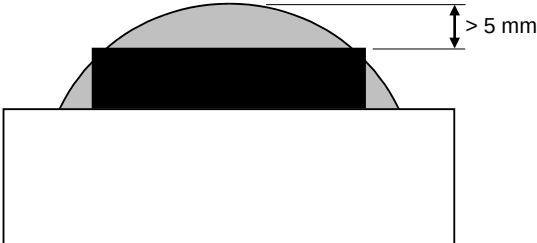
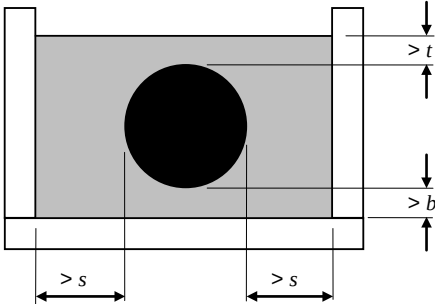
 IEC 2874/13	Figure L.1a – Couche excessive sur le haut du matériel
 IEC 2875/13	Figure L.1b – Couche excessive sur le haut du matériel en raison d'une faible température d'inflammation de la poussière
 IEC 2876/13	Figure L.1c – Couche excessive sur les côtés du matériel
 IEC 2877/13	Figure L.1d – Matériel entièrement submergé de poussières Il est nécessaire de limiter les dimensions <i>b</i>, <i>s</i> et <i>t</i> par l'étude en laboratoire

Figure L.1 – Exemples de couches de poussières d'épaisseur excessive avec exigence d'étude en laboratoire

Annexe M (informative)

Mélanges hybrides

M.1 Généralités

Un mélange hybride est un mélange de gaz ou de vapeur inflammable avec des poussières ou des éléments en suspension dans l'air. Ce mélange hybride peut se comporter différemment du gaz/de la vapeur ou de la poussière individuellement. Le nombre de situations qui peuvent être rencontrées dans le secteur industriel peut énormément varier et, à ce titre, il n'est pas aisé de formuler des recommandations spécifiques. Toutefois, l'Annexe M donne des recommandations relatives à des questions qu'il convient de prendre en compte en présence de mélanges hybrides.

M.2 Limites de concentration

Un mélange hybride peut former une atmosphère explosive hors des limites explosives individuelles de gaz/vapeur ou des concentrations explosives de poussière. Il est recommandé, sauf en cas de disponibilité de données supplémentaires, de considérer un mélange hybride comme étant explosif si la concentration en gaz/vapeur dépasse 25 % de la limite inférieure d'explosivité ou si la concentration en poussière dépasse 25 % de la concentration minimale efficace.

M.3 Limites énergie/température

En présence d'un mélange hybride, les paramètres minimaux d'inflammation tels que l'EMI et la température d'autoinflammation du gaz/de la vapeur ou la température minimale d'inflammation d'un nuage de poussière, sont susceptibles d'être inférieurs aux paramètres de composant du mélange. En l'absence d'autres informations, il convient que les paramètres utilisés soient les plus bas des composants du mélange.

M.4 Sélection de matériel

Il convient de sélectionner le matériel satisfaisant au moins aux critères des composants de gaz/vapeur et de poussière concernés. Il convient d'accorder une attention particulière à l'évaluation de la classe de température exigée, en considérant qu'une couche de poussière peut augmenter la température du matériel au-dessus des valeurs normalement évaluées pour la condition de gaz/vapeur en elle-même. Cela peut être dû à une augmentation de la température de surface d'une enveloppe ou des températures de composants internes. La classe de température du gaz/de la vapeur attribuée au matériel dont les valeurs assignées sont différentes pour les dangers liés au gaz/à la vapeur et à la poussière n'est pas valide si l'enveloppe est sujette aux couches de poussière.

M.5 Utilisation du matériel antidéflagrant

Lorsqu'un matériel antidéflagrant est utilisé dans un mélange hybride, ne pas oublier que la transmission de flamme n'est pas vérifiée avec une atmosphère de poussière explosive externe, et que la technique de protection peut également être compromise en raison de la présence de poussière sur le chemin de flamme qui peut donner lieu à un rejet de particules chaudes.

M.6 Danger électrostatique

Il convient de considérer le matériel marqué d'un avertissement relatif aux dangers électrostatiques afin de s'assurer que les conditions de poussière ne génèrent pas de dangers électrostatiques.

M.7 Exigences d'installation

Il convient que le câblage, les entrées de câble, la protection électrique et les autres facteurs d'installation satisfassent aux exigences des composants de gaz/vapeur et de poussière concernés.

Bibliographie

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

CEI/TS 60034-17, *Machines électriques tournantes – Partie 17: Moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs – Guide d'application*

CEI/TS 60034-25, *Machines électriques tournantes – Partie 25: Guide pour la conception et les performances des moteurs c.a. spécialement conçus pour une alimentation par convertisseurs*

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org>>)

CEI 60079-2, *Atmosphères explosives – Partie 2: Protection du matériel par enveloppe à surpression interne "p"*

CEI 60079-5, *Atmosphères explosives – Partie 5: Protection du matériel par remplissage pulvérulent "q"*

CEI 60079-29-2, *Atmosphères explosives – Partie 29-2: Détecteurs de gaz – Sélection, installation, utilisation et maintenance des détecteurs de gaz inflammables et d'oxygène*

CEI 60079-30-2, *Traçage par résistance électrique – Guide d'application pour la conception, l'installation et la maintenance*

CEI 60079-31, *Atmosphères explosives – Partie 31: Protection du matériel contre l'inflammation des poussières par enveloppe "t"*

CEI 60332-2-2, *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 2-2: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé de petite section – Procédure pour une flamme de type à diffusion*

CEI 60332-3 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques soumis au feu*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60614-2-1, *Specification for conduits for electrical installations – Part 2-1: Particular specifications for conduits – Metal conduits* (disponible en anglais seulement)

IEC 60614-2-5, *Specification for conduits for electrical installations – Part 2-5: Particular specifications for conduits – Flexible conduits* (disponible en anglais seulement)

CEI 60742, *Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité – Règles*

CEI 60755, *Exigences générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel*

CEI 61008-1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel pour usages domestiques et analogues sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé (ID) – Partie 1: Règles générales*

CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Exigences générales*

CEI 61024-1, *Protection des structures contre la foudre – Partie 1: Principes généraux*

CEI 61241 (toutes les parties), *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles*

CEI 61241-1, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 1: Protection par enveloppes "tD"*

CEI 61241-2-1, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1: Méthodes de détermination de la température minimale d'inflammation de la poussière*

CEI 61241-4, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 4: Mode de protection "pD"*

CEI 61241-11, *Matériels électriques destinés à être utilisés en présence de poussières combustibles – Partie 11: Protection par sécurité intrinsèque "iD"*

CEI 61439-1, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

ISO 10807, *Tuyauteries – Tuyauteries métalliques flexibles onduleuses destinées à la protection de câbles électriques dans les atmosphères explosives*

CENELEC/EN 50272-2, *Règles de sécurité pour les batteries et les installations de batteries – Partie 2: Batteries stationnaires*

CLC/TR 50427, *Évaluation des risques d'inflammation des atmosphères inflammables par des rayonnements de radiofréquence – Guide*

CENELEC/TR 50404, *Electrostatics – Code of practice for the avoidance of hazards due to static electricity* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch