

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**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-14:2007



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

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
CODE PRIX

XD

CONTENTS

FOREWORD.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	16
3.1 General.....	16
3.2 Hazardous areas	16
3.3 Flameproof enclosure.....	17
3.4 Increased safety.....	17
3.5 Intrinsic safety - General	18
3.6 Intrinsic safety parameters	19
3.7 Pressurization	19
3.8 Type of protection 'n'.....	19
3.13 Electrical supply systems	20
3.14 Equipment.....	21
4 General	21
4.1 General requirements.....	21
4.2 Documentation	22
4.3 Assurance of conformity of equipment.....	23
4.3.1 Equipment with certificates according to IEC standards.....	23
4.3.2 Equipment without certificates according to IEC standards	23
4.3.3 Selection of repaired, second hand or existing equipment	23
4.4 Qualifications of personnel.....	23
5 Selection of equipment (excluding cables and conduits)	24
5.1 Information requirements.....	24
5.2 Zones.....	24
5.3 Relationship between Equipment protection levels (EPLs) and zones.....	24
5.4 Selection of equipment according to EPLs.....	25
5.4.1 Relationship between EPLs and types of protection.....	25
5.4.2 Equipment for use in locations requiring EPL 'Ga' or 'Da'.....	26
5.4.3 Equipment for use in locations requiring EPL 'Gb' or 'Db'	26
5.4.4 Equipment for use in locations requiring EPL 'Gc' or 'Dc'.....	26
5.5 Selection according to equipment grouping	26
5.6 Selection according to the ignition temperature of the gas, vapour or dust and ambient temperature.....	27
5.6.1 General	27
5.6.2 Gas or Vapour	27
5.6.3 Dust	27
5.7 Selection of radiating equipment for dust.....	30
5.7.1 Ignition process	30
5.7.2 Safety measures in zone 20 or 21.....	30
5.7.3 Safety measures in zone 22	31
5.8 Selection of ultrasonic equipment for dust	31
5.8.1 Ignition process	31
5.8.2 Safety measures.....	31

5.9	External influences	31
5.10	Light metals as construction materials	32
5.10.1	Gas or vapour	32
5.10.2	Dust	32
5.11	Transportable, Portable and Personal equipment	33
5.11.1	General	33
5.11.2	Transportable and Portable equipment - Gas	33
5.11.3	Personal Equipment - Gas	33
5.11.4	Dust	33
5.12	Selection of rotating electrical machines	34
5.12.1	General	34
5.12.2	Motors fed from a converter supply	34
5.13	Luminaires	34
5.14	Plugs and socket outlets for dust	34
5.14.1	General	34
5.14.2	Mounting	34
5.14.3	Location	35
6	Protection from dangerous (incendive) sparking	35
6.1	Danger from live parts	35
6.2	Danger from exposed and extraneous conductive parts	35
6.2.1	TN type of system earthing	35
6.2.2	TT type of system earthing	35
6.2.3	IT type of system earthing	35
6.2.4	SELV and PELV systems	35
6.2.5	Electrical separation	36
6.2.6	Above hazardous areas	36
6.3	Potential equalization	36
6.3.1	General	36
6.3.2	Temporary bonding	37
6.4	Static electricity	37
6.4.1	Gas	37
6.4.2	Dust	38
6.5	Lightning protection	38
6.6	Electromagnetic radiation	38
6.7	Cathodically protected metallic parts	38
6.8	Ignition by optical radiation	39
7	Electrical protection	39
7.1	General	39
7.2	Rotating electrical machines	39
7.3	Transformers	39
7.4	Resistance heating devices	40
8	Emergency switch-off and electrical isolation	40
8.1	Emergency switch-off	40
8.2	Electrical isolation	40
9	Wiring systems	41
9.1	General	41
9.2	Aluminium conductors	41
9.3	Cables	41

9.3.1	Cables for fixed wiring	41
9.3.2	Cables supplying transportable and portable equipment	41
9.3.3	Flexible connections for dust	42
9.3.4	Flexible cables	42
9.3.5	Non-sheathed single cores	42
9.3.6	Overhead lines	42
9.3.7	Avoidance of damage	43
9.3.8	Cable surface temperature	43
9.3.9	Flame propagation.....	43
9.3.10	Connections of cables to equipment	43
9.4	Conduit systems.....	44
9.5	Cable and conduit systems.....	45
9.5.1	EPL 'Ga'	45
9.5.2	EPL 'Da'	45
9.5.3	Cable and conduit systems for EPL 'Gb', 'Gc', 'Db' and 'Dc'	45
9.6	Installation requirements	45
9.6.1	Circuits traversing a hazardous area	45
9.6.2	Protection of stranded ends	45
9.6.3	Unused cores	45
9.6.4	Unused openings.....	45
9.6.5	Fortuitous contact.....	45
9.6.6	Jointing	46
9.6.7	Openings in walls	46
9.6.8	Passage and collection of flammables.....	46
9.6.9	Static build-up for dust.....	46
9.6.10	Accumulation of combustible dust.....	46
10	Additional requirements for type of protection 'd' – Flameproof enclosures	47
10.1	General.....	47
10.2	Solid obstacles.....	47
10.3	Protection of flameproof joints.....	47
10.4	Cable entry systems.....	48
10.4.1	General	48
10.4.2	Selection of cable glands.....	48
10.5	Conduit systems.....	50
10.6	Motors.....	50
10.6.1	Motors with a converter supply	50
10.6.2	Reduced-voltage starting (soft starting)	50
11	Additional requirements for type of protection 'e' – Increased safety.....	51
11.1	Degree of ingress protection of enclosures (IEC 60034-5 and IEC 60529).....	51
11.2	Wiring systems.....	51
11.2.1	General	51
11.2.2	Cable glands	51
11.2.3	Conductor terminations.....	52
11.2.4	Combinations of terminals and conductors for general connection and junction boxes	52
11.3	Cage induction motors.....	52
11.3.1	Mains-operated	52
11.3.2	Winding temperature sensors	53
11.3.3	Machines with rated voltage greater than 1 kV.....	53

11.3.4	Motors with converter supply	54
11.3.5	Reduced-voltage starting (soft starting)	54
11.4	Luminaires	54
12	Additional requirements for types of protection 'i' – Intrinsic safety	54
12.1	Introductory remark	54
12.2	Installations to meet the requirements of EPL 'Gb' or 'Gc'	55
12.2.1	Equipment	55
12.2.2	Cables	56
12.2.3	Termination of intrinsically safe circuits	59
12.2.4	Earthing of intrinsically safe circuits	60
12.2.5	Verification of intrinsically safe circuits	61
12.3	Installations to meet the requirements of EPL 'Ga'	63
12.4	Special applications	64
13	Additional requirements for pressurized enclosures	65
13.1	Type of protection 'p'	65
13.1.1	General	65
13.1.2	Ducting	65
13.1.3	Action to be taken on failure of pressurization	66
13.1.4	Multiple pressurized enclosures with a common safety device	68
13.1.5	Purging	68
13.1.6	Protective gas	68
13.1.7	Wiring systems	69
13.2	Motors	69
13.2.1	Motors with a converter supply	69
13.2.2	Reduced-voltage starting (soft starting)	69
13.3	Type of protection 'pD'	69
13.3.1	Sources of protective gas	69
13.3.2	Automatic switch-off	70
13.3.3	Alarm	70
13.3.4	Common source of protective gas	70
13.3.5	Switching on electrical supply	70
13.3.6	Motors with a converter supply	71
13.4	Rooms for explosive gas atmosphere	71
13.4.1	Pressurized rooms and analyser houses	71
14	Additional requirements for type of protection 'n'	71
14.1	General	71
14.2	Degree of ingress protection of enclosures (IEC 60034-5 and IEC 60529)	72
14.3	Wiring systems	72
14.3.1	General	72
14.3.2	Cable glands	72
14.3.3	Conductor terminations	73
14.4	Motors	73
14.4.1	Machines with rated voltage greater than 1 kV	73
14.4.2	Motors with converter supply	73
14.4.3	Reduced-voltage starting (soft starting)	74
14.5	Luminaires	74
15	Additional requirements for type of protection 'o' – Oil immersion	74
16	Additional requirements for type of protection 'q' – Powder filling	74

17	Additional requirements for type of protection 'm' – Encapsulation	74
18	Additional requirements for type of protection 'tD' – Protection by enclosure	74
18.1	Practices A and B	74
18.2	Practice A	74
18.3	Practice B	75
18.4	Motors supplied at varying frequency and voltages	75
	Annex A (normative) Verification of intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics	76
	Annex B (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 A)	77
	Annex C (informative) Determination of cable parameters	80
	Annex D (informative) Safe work procedure guidelines for explosive gas atmospheres	82
	Annex E (normative) Potential stator winding discharge risk assessment – Ignition risk factors	83
	Annex F (normative) Knowledge, skills and competencies of 'Responsible Persons', 'Operatives' and 'Designers'	84
	Annex G (informative) Examples of dust layers of excessive thickness	87
	Annex H (normative) Frictional sparking risks with light metals and their alloys	88
	Annex I (informative) Introduction of an alternative risk assessment method encompassing “equipment protection levels” for Ex equipment	89
	Bibliography	94
	Figure 1 – Correlation between the maximum permissible surface temperature and depth of dust layers	29
	Figure 2 – Selection chart for cable entry devices into flameproof enclosures for cables complying with item b) of 10.4.2	49
	Figure 3 – Earthing of conducting screens	57
	Figure B.1 – Series connection – Summation of voltage	78
	Figure B.2 – Parallel connection – Summation of currents	78
	Figure B.3 – Series and parallel connections – Summations of voltages and summations of currents	79
	Figure G.1a – Excessive layer on top of equipment	87
	Figure G.1b – Excessive layer on top of equipment due to low ignition temperature of the dust	87
	Figure G.1c – Excessive layer at the sides of equipment	87
	Figure G.1d – Completely submerged equipment	87
	Figure G.1 – Examples for dust layers of excessive thickness with the requirement of laboratory investigation	87
	Table 1 – Equipment protection levels (EPLs) where only zones are assigned	24
	Table 2 – Relationship between types of protection and EPLs	25
	Table 3 – Relationship between gas/vapour or dust subdivision and equipment group	26
	Table 4 – Relationship between gas or vapour ignition temperature and temperature class of equipment	27

Table 5 – Limitations of areas	38
Table 6 – Minimum distance of obstruction from the flameproof flange joints related to the gas group of the hazardous area	47
Table 7 – Assessment for T4 classification according to component size and ambient temperature	63
Table 8 – Determination of type of protection (with no flammable release within the enclosure)	65
Table 9 – Use of spark and particle barriers	66
Table 10 – Action to be taken when the pressurization with the protective gas fails for electrical equipment without an internal source of release	67
Table 11 – Summary of protection requirements for enclosures	70
Table 12 – Dust tightness practice A	75
Table 13 – Dust tightness practice B	75
Table I.1 – Traditional relationship of EPLs to zones (no additional risk assessment)	91
Table I.2 – Description of risk of ignition protection provided	92

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 fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2002 and constitutes a technical revision with respect to gases and vapours and incorporates the requirements for dusts from IEC 61241-14 (2004). The incorporation of requirements for dust is without technical change.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- Knowledge, skills and competencies of "Responsible Persons", "Operatives" and "Designers" are explained in Annex F.
- Equipment Protection Levels (EPLs) have been introduced and are explained in the new Annex I.
- Dust requirements included from IEC 61241-14, Ed. 1.0.

NOTE Dust requirements are included as an interim presentation for the purpose of this edition and will be refined in a next edition with other required technical changes.

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

FDIS	Report on voting
31J/150/FDIS	31J/152/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 maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Preventive measures to reduce the explosion risk from flammable materials are based on three principles, which shall be 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 or IEC 61241-10). 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 to be installed in areas where dangerous concentrations and quantities of flammable gases, vapours, mists 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 apparatus in locations

where such combustible materials are present, and suitable precautions must therefore be taken to ensure that all such apparatus is adequately protected so as to reduce the likelihood of ignition of the external explosive atmosphere. In electrical apparatus, potential ignition sources include electrical arcs and sparks, hot surfaces and frictional sparks.

Areas where dust, flyings and fibres in air occur in dangerous quantities are classified as hazardous and are divided into three zones according to the level of risk.

Combustible dust can be ignited by equipment in several ways:

- by surfaces of the apparatus 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 apparatus.

In order to avoid dust ignition hazards it is necessary 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 combustible 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 IEC 60079 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 is based on the assumption that electrical equipment is correctly installed, tested, maintained and used in accordance with its specified characteristics.

Inspection, maintenance and repair aspects play an important role in control of hazardous area installations and the user's attention is drawn to IEC 60079-17 and IEC 60079-19 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.

In IEC 61241-1, for protection by enclosure 'tD', two different types of practice, A and B, are specified and are intended to provide an equivalent level of protection.

Both of these practices are in common use and the requirements of each should be followed without mixing either the apparatus requirements or selection/installation requirements of the two practices. They adopt different methodology with the primary differences being:

Practice A	Practice B
Written principally as performance based requirements	Written as both performance and prescriptive based requirements
Maximum surface temperature is determined with 5 mm layer of dust and installation rules require 75 °C margin between the surface temperature and ignition temperature of the particular dust	Maximum surface temperature is determined with 12,5 mm layer of dust and installation rules require 25 °C margin between the surface temperature and ignition temperature of the particular dust
A method of achieving the required dust ingress protection by the use of resilient seals on joints and rubbing seals on rotating or moving shafts or spindles and determining dust ingress according to IEC 60529 -IP Code	A method of achieving the required dust ingress protection by specified widths and clearances between joint faces and, in the case of shafts and spindles, specified lengths and diametrical clearances between moving and stationary parts and determining dust ingress according to the heat cycling test

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-14:2007

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 14: Electrical installations design, selection and erection

1 Scope

This part of IEC 60079 contains the specific requirements for the design, selection and erection of electrical installations in hazardous areas 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 methods of protection may be necessary. The method used should not adversely affect the integrity of the enclosure.

The requirements of this standard apply only to the use of equipment under normal or near normal atmospheric conditions. For other conditions, additional precautions may be necessary. For example, most flammable materials and many materials which are normally regarded as non-flammable might burn vigorously under conditions of oxygen enrichment. Other precautions might also be necessary in the use of equipment under conditions of extreme temperature and pressure. Such precautions are beyond the scope of this standard.

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

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

It applies to installations at all voltages.

This standard does not apply to

- electrical installations in mines susceptible to firedamp;
NOTE This standard may apply to electrical installations in mines where explosive gas atmospheres other than firedamp may 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 hybrid mixtures of combustible dust and explosive gas, vapour or mist.

This standard does not take into account of any risk due to an emission of flammable or toxic gas from the dust.

2 Normative references

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

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

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60050-826, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations*

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 60079-2, *Explosive atmospheres – Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure “p”*

IEC 60079-5, *Explosive atmospheres – Part 5: Equipment protection by powder filling “q”*

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

IEC/TR 60079-13, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 13: Construction and use of rooms or buildings protected by pressurization*

IEC 60079-14, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

IEC 60079-15, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Construction, test and marking of type of protection “n” electrical apparatus*

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

IEC 60079-18, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 18: Construction, test and marking of type of protection encapsulation “m” electrical apparatus*

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

IEC 60079-25, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 25: Intrinsically safe systems*

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

IEC 60079-27, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and Fieldbus non-incendive concept (FNICO)*

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

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

IEC 60079-29-2, *Explosive atmospheres – Part 29-2: Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen*

IEC 60079-31, *Explosive atmospheres – Part 31: Equipment dust ignition protection by enclosure "tD"*¹

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 cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable-Procedure for 1KW pre-mixed flame*

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

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

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosure (IP code)*

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 61241 (all parts), *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust*

IEC 61241-0, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 0: General requirements*

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 use in the presence of combustible dust – Part 4: Type of protection "pD"*

IEC 61241-10, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 10: Classification of areas where combustible dusts are or may be present*

IEC 61241-11, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust – Part 11: Protection by intrinsic safety 'iD'*

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

IEC 61558-2-6, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2-6: Particular requirements for safety isolating transformers for general use*

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

ISO 10807, *Pipework – Corrugated flexible metallic hose assemblies for the protection of electric cables in explosive atmospheres*

¹ To be published

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60079-0 and 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

3.2 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 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 an electrical equipment for explosive atmospheres)

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

NOTE 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

maximum permissible surface temperature

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

NOTE The maximum permissible surface temperature will depend upon the type of dust, whether as a cloud or layer, if a layer, its thickness and the application of a safety factor. For details see 5.6.3.

3.2.5

zones

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

3.2.6**zone 0**

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

3.2.7**zone 1**

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

3.2.8**zone 2**

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

3.2.9**zone 20**

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

3.2.10**zone 21**

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

3.2.11**zone 22**

area in which an explosive atmosphere in the form of a cloud of combustible 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 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 – General

3.5.1

intrinsic safety 'i'

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

NOTE Because of the method by which intrinsic safety is achieved, it is necessary to ensure that not only the electrical equipment exposed to the explosive atmosphere but also other electrical equipment with which it is interconnected is suitably constructed.

3.5.2

intrinsically safe apparatus

electrical apparatus in which all the circuits are intrinsically safe

NOTE Intrinsically safe apparatus should conform to IEC 60079-11, level of protection 'ia', 'ib' or 'ic'.

3.5.3

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 Galvanic isolation frequently utilizes either magnetic (transformer or relay) or opto-coupled elements.

3.5.4

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

NOTE The following apparatus is considered to be simple apparatus:

- passive components, e.g. switches, junction boxes, resistors and simple semi-conductor devices;
- sources of stored energy with well-defined parameters, e.g. capacitors or inductors, whose values are considered when determining the overall safety of the system;
- sources of generated energy, e.g. thermocouples and photocells, which do not generate more than 1,5 V, 100 mA and 25 mW. Any inductance or capacitance present in these sources of energy are considered as in b) above.

3.5.5

intrinsically safe circuit

circuit in which all the equipment is either intrinsically safe apparatus or simple apparatus

NOTE The circuit may also contain associated apparatus.

3.5.6

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

3.5.7

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)

ratio of inductance (L_o) to resistance (R_o) of any external circuit connected to the connection facilities of the electrical equipment 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.

NOTE Pressurization should conform to IEC 60079-2 'px', 'py' or 'pz'.

3.7.2

continuous dilution (flow)

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 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 Type of protection 'n' should conform to IEC 60079-15 'nA', 'nC' or 'nR'.

NOTE 2 Additionally, the requirements of the equipment standard are intended to ensure that a fault capable of causing ignition is not likely to occur.

NOTE 3 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 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

NOTE Encapsulation should conform to IEC 60079-18 'ma', 'mb' or 'mc'.

3.12

dust ignition protection type 'tD'

type of protection whereby all electrical apparatus 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 (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

[IEV 826-12-32]

3.13.2

safety extra-low voltage (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

[IEV 826-12-31]

3.14 Equipment

3.14.1

fixed

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

[IEV 826-07-07]

3.14.2

transportable

equipment not intended to be carried by a person nor intended for fixed installation

3.14.3

portable

equipment intended to be carried by a person

3.14.4

personal

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

4 General

4.1 General requirements

Hazardous areas are classified into zones 0, 1 and 2 for gases vapours and mists according to IEC 60079-10, and into zones 20, 21 and 22 for combustible dusts according to IEC 61241-10 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 with the lowest requirements.

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

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.

All electrical equipment and wiring in hazardous areas shall be selected and installed in accordance with Clauses 5 to 9 inclusive and the additional requirements for the particular type of protection (Clauses 10 to 18).

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, initial inspection of the equipment and installation shall be carried out in accordance with IEC 60079-17.

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 on the occurrence of an explosive atmosphere, 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 to be taken are laid down in writing 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,
- have access to all information necessary to carry out the assessment.

4.2 Documentation

It is necessary to ensure that any installation complies with the appropriate certificates 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.

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

- area classification documents (see IEC 60079-10 and IEC 61241-10) 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 combustible dust);
- optional assessment of consequences of ignition (see 5.3);
- instructions for erection and connection;
- 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 12.2.5);
- manufacturer's/qualified person's declaration;

NOTE The manufacturer's/qualified person's declaration is applicable to situations where uncertified equipment (other than simple apparatus in intrinsically safe or energy-limited circuits) is used.

- 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);
- information necessary for inspection, e.g. list and location of equipment, spares, technical information (see IEC 60079-17);
- details of any relevant calculation, e.g. for purging rates for instruments or analyser houses;
- if repairs are to be carried out by the user or a repairer, information necessary for the repair of the electrical equipment (see IEC 60079-19);
- where applicable, gas or vapour classification in relation to the group or subgroup of the electrical equipment;
- temperature class or ignition temperature of the gas or vapour involved;
- external influences and ambient temperature.

Additional requirements in the case of dust:

- 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
- material characteristics including electrical resistivity, the minimum ignition temperature of the combustible dust cloud, minimum ignition temperature of the combustible dust layer and minimum ignition energy of the combustible dust cloud shall be recorded;
- 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.

NOTE The verification dossier may be kept as hard copy or in electronic form. Methods accepted by legislation in each country may vary the form in which the documentation will be legally accepted.

4.3 Assurance of conformity of equipment

4.3.1 Equipment with certificates according to IEC standards

Equipment with certificate according to IEC 60079 series, IEC 60079-29-1 and IEC 60079-29-2 or IEC 61241 series, meets the requirements for hazardous areas, when selected and installed in accordance with this standard.

4.3.2 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 4.3.1, shall be restricted to circumstances where suitable equipment with certificate 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.

4.3.3 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:

- a) 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) and
- b) any changes to equipment standards relevant to the item considered do not require additional safety precautions.

NOTE 1 The act of introducing equipment where specifications are not identical to an existing installation may cause that installation to be deemed 'new'.

NOTE 2 In the situation where equipment is dual certified (e.g. as intrinsically safe apparatus and independently as flameproof apparatus) 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: apparatus 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 flamepaths before it can be used as flameproof.

4.4 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 F).

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

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

5 Selection of equipment (excluding cables and conduits)

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 combustible dust cloud, minimum ignition temperature of the combustible dust layer and minimum ignition energy of the combustible dust cloud;
- 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 and Annex I).

5.2 Zones

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

NOTE The previous editions of this standard allocated protection concepts to zones, on the statistical basis that the more frequent the occurrence of an explosive atmosphere, the greater the level of safety required against the possibility of an ignition source.

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 EPL's 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.

NOTE As an alternative to the relationship given in Table 1 between EPLs and zones, EPLs may be determined on the basis of 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 the defined in Table 1.

5.4 Selection of equipment according to EPLs

5.4.1 Relationship between EPLs and types of protection

The recognised types of protection according to IEC standards have been allocated EPLs according to Table 2.

Table 2 – 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		IEC 60079-28
'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' or 'py'	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		IEC 60079-28
'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'	IEC 60079-2
	Fieldbus non-incendive concept (FNICO)		IEC 60079-27
	Protection of equipment and transmission systems using optical radiation		IEC 60079-28
'Da'	Intrinsically safe	'iD'	IEC 60079-11
	Encapsulation	'mD'	IEC 60079-18
	Protection by enclosure	'tD'	IEC 60079-31
'Db'	Intrinsically safe	'iD'	IEC 60079-11
	Encapsulation	'mD'	IEC 60079-18
	Protection by enclosure	'tD'	IEC 60079-31
	Pressurized enclosures	'pD'	IEC 61241-4
'Dc'	Intrinsically safe	'iD'	IEC 60079-11
	Encapsulation	'mD'	IEC 60079-18
	Protection by enclosure	'tD'	IEC 60079-31
	Pressurized enclosures	'pD'	IEC 61241-4

5.4.2 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 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.

5.4.3 Equipment for use in locations requiring EPL 'Gb' or 'Db'

Electrical equipment 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.

5.4.4 Equipment for use in locations requiring EPL 'Gc' or 'Dc'

Electrical equipment 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 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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.

NOTE 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 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 $^{\circ}\text{C}$	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

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 apparatus 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 for both dust clouds and layer thickness of up to 5 mm for type of protection “tD”, practice A and all other types of protection, and 12,5 mm for type of protection “tD” practice B.

For installations where the layer thickness is greater than the values given above, 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 G.

5.6.3.1 Temperature limitations because of the presence of dust clouds

The maximum surface temperature of the apparatus shall not exceed two-thirds of the minimum ignition temperature in degrees Celsius of the dust/air mixture concerned:

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

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

5.6.3.2 Temperature limitation because of presence of dust layers

5.6.3.2.1 Enclosures for practice A and all other apparatus for dust layers

- Up to 5 mm thickness:

The maximum surface temperature of the apparatus when tested in the dust-free test method in 23.4.4.1 of IEC 61241-0 shall not exceed a value of 75 °C below the minimum ignition temperature for the 5 mm layer thickness of the dust concerned:

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

where $T_{5 \text{ mm}}$ is the minimum ignition temperature of 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 practice A apparatus, the maximum permissible surface temperature shall be reduced. For guidance, examples of the reduction in maximum permissible surface temperature of apparatus 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 5.6.3.3

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

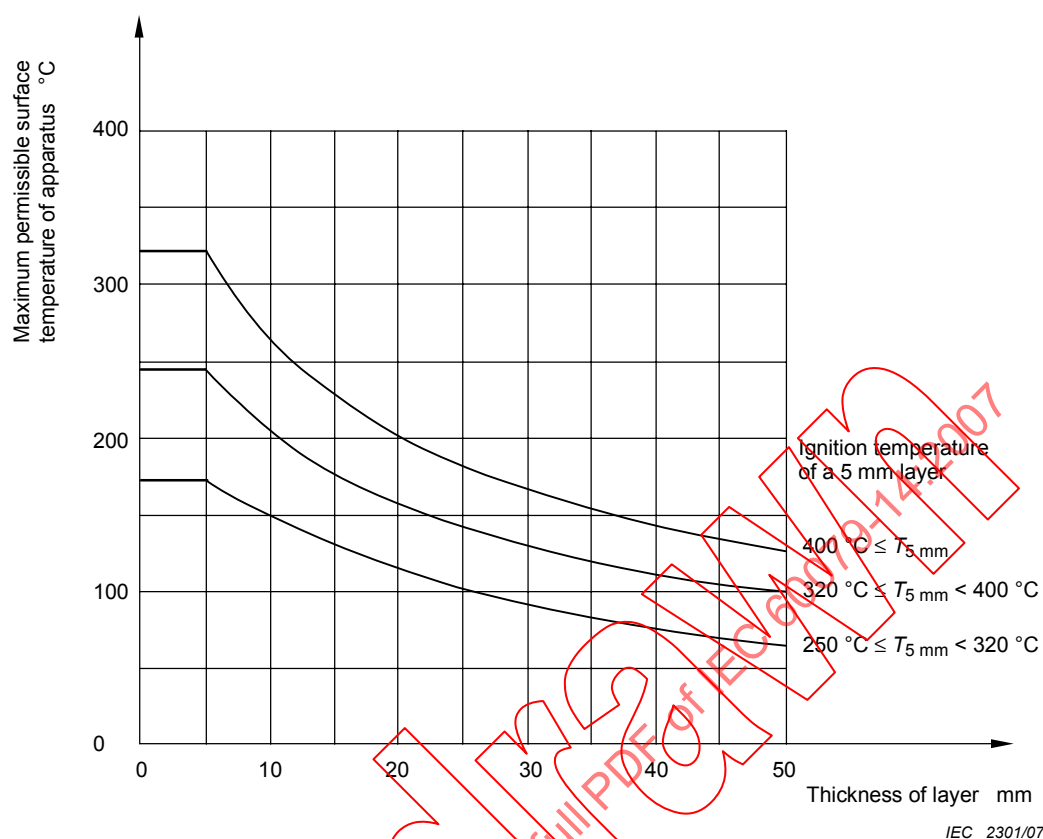


Figure 1 – Correlation between the maximum permissible surface temperature and depth of dust layers

Laboratory verification shall be carried out for apparatus 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 5.6.3.3.

5.6.3.2.2 Enclosures for practice B only apparatus for dust layers up to 12,5 mm thickness

The maximum surface temperature of the apparatus shall not exceed a value of 25 °C below the minimum ignition temperature for the 12,5 mm layer thickness of the dust concerned when the apparatus is tested according to the dust layer test method in 8.2.2.2 of IEC 61241-1:

$$T_{\text{max}} = T_{12,5 \text{ mm}} - 25 \text{ °C}$$

where $T_{12,5 \text{ mm}}$ is the ignition temperature of the 12,5 mm layer of dust.

NOTE T_{max} obtained from this subclause and T_{max} from 5.6.3.2.1 are considered to offer equivalent safety.

5.6.3.3 Unavoidable dust layers

Where it cannot be avoided that a dust layer forms around the sides and bottom of an apparatus, or where the apparatus is totally submerged in dust, because of the insulation effect a much lower surface temperature may be necessary. This special requirement can be met by a system of power limitation, with or without inherent temperature control, which shall be determined in accordance with IEC 61241-0.

For installations where the layer depth is greater than 50 mm for enclosures subject to practice A and all other apparatus, or 12,5 mm for enclosures subject to practice B only, the maximum surface temperature of the apparatus may be marked with the maximum surface

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

5.6.3.4 Maximum permissible surface temperature

The lowest of the values obtained in 5.6.3.2 and 5.6.3.2.1 for practice A and in 5.6.3.2 and 5.6.3.2.2 for practice B, will determine the maximum surface temperature of the apparatus to be used.

If the apparatus is to be used in conditions covered by 5.6.3.3, then these lower values shall be applied.

5.7 Selection of radiating equipment for dust

For equipment radiating in the optical spectral range that is to be installed in the hazardous area, all relevant requirements of this standard, including this clause, shall be applied.

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

5.7.1 Ignition process

Radiation in the optical spectral range, especially in the case of focusing, can become a source of ignition for dust clouds or dust layers.

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 is, in certain circumstances, so greatly absorbed by dust particles, that these particles become an ignition source for dust clouds or for dust layers.

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 on dust 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.

5.7.2 Safety measures in zone 20 or 21

Radiation-generating electrical equipment, if tested and certified in accordance with the requirements for zone 20 or 21, may be used. Independently of this fact, it shall be ensured that irradiation power or irradiation that may penetrate into or occur in zone 20 or 21, even in the case of rare disturbances in the entire part of the radiation process proceeding in zone 20 or 21, and at any point in the radiation cross-section, 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.

Radiation sources with pulse intervals of less than 5 s are regarded as continuous light sources in this respect.

5.7.3 Safety measures in zone 22

Equipment generating radiation may be used. The irradiation intensity or irradiation shall not exceed 10 mW/mm² or 35 mW continuous and 0,5 mJ/mm² for pulse in normal operation.

5.8 Selection of ultrasonic equipment for dust

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

For ultrasonic transmitting equipment that is to be installed in the hazardous area, all relevant requirements of this standard, including those of this subclause, shall be applied.

5.8.1 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.

5.8.2 Safety measures

The following remarks refer solely to the ignition hazard produced by sonic power. In terms of safety, it shall be considered, amongst other things, that electric charges shall have been safely eliminated from the piezo-ceramics (frequently used as transducers in ultrasonic equipment) by means of suitable circuit elements.

5.8.2.1 Safety measures in zone 20 or 21

In zone 20 or 21, ultrasonics may be used only when the working method is recognized as perfectly suitable for use in this zone by reason of the low sonic power available, which shall not exceed a power density in the sound field of 0,1 W/cm² and a frequency of 10 MHz for continuous sources and 2 mJ/cm² for pulse sources. The average power density shall not exceed 0,1 W/cm².

5.8.2.2 Safety measures in zone 22

In zone 22, in the case of working processes using the usual ultrasonic devices (for example, ultrasonic therapy appliances, diagnostic appliances and impulse chip testing devices), no special safety measures against ignition hazards due to the use of ultrasonics themselves are necessary, provided the power density in the sound field generated does not exceed 0,1 W/cm² and an installed frequency of 10 MHz.

5.9 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 (e.g. pressure conditions, chemical, mechanical, vibrational, thermal, electrical, humidity, corrosion). 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 Attention is drawn to the risks that can arise when equipment is subject to prolonged humidity and wide temperature variations. Under such conditions, the equipment should be provided with suitable devices to ensure satisfactory prevention or draining of 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).

NOTE 2 Attention is drawn to the risks that can arise when process fluids become introduced into equipment, (e.g. pressure switches or canned electric motor pumps). Under fault conditions, (e.g. a diaphragm or can failure), the fluid may be released inside the equipment under considerable pressure which 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.

Such equipment 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 3 Where the manufacturer has tested the enclosure to 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 Light metals as construction materials

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.

5.10.1 Gas or vapour

Installation materials (e.g. cable trays, mounting plates, weather protection) shall not contain by mass more than:

- for locations requiring EPL 'Ga'
10 % in total of aluminium, magnesium, titanium and zirconium, or
7,5 % in total of magnesium, titanium and zirconium;
- for locations requiring EPL 'Gb'
7,5 % magnesium and titanium;
- for locations requiring EPL 'Gc'
no requirements

NOTE The above requirements are compatible with those required by IEC 60079-0 for equipment.

5.10.2 Dust

See Annex H.

5.11 Transportable, portable and personal equipment

5.11.1 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 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.

5.11.2 Transportable and portable equipment - Gas

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 D).

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 D).

5.11.3 Personal Equipment - Gas

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 a calculator) shall:

- a) conform to a recognised type of protection appropriate to EPL, gas group and temperature class requirements, or
- b) be subjected to 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 and their use should be assessed as described in this clause.

5.11.4 Dust

Ordinary industrial portable apparatus should not be used in a hazardous area unless the specific location has been assessed to ensure that potentially combustible dust is absent during the period of use ("dust-free" situation). If plugs and sockets are present in a hazardous area, they should be suitable for use in the particular zone and have mechanical and/or electrical inter-locking to prevent an ignition source occurring during insertion or removal of the plug. Alternatively, they should only be energized in a "dust-free" situation.

5.12 Selection of rotating electrical machines

5.12.1 General

Rotating electrical machines are classified in accordance with IEC 60034-1 for duty cycles S1 to S10.

In selecting rotating electrical machines, as a minimum, the following shall be considered:

- duty cycle
- supply voltage and frequency range
- heat transfer from driven equipment (e.g. pump)
- bearing and lubricant life
- insulation class

5.12.2 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 machine. 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 may be 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.

5.13 Luminaires

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

NOTE Low-pressure sodium lamps should not be transported through a hazardous area or installed above a hazardous area owing to the risk of ignition due to free sodium from a broken lamp.

5.14 Plugs and socket outlets for dust

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

In locations requiring EPL “Db” and EPL “Dc” they shall comply with IEC 61241-0 and the following requirements apply.

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

5.14.1 General

Plugs and socket outlets shall be used in combination with a suitable form of flexible connection, as set out in 9.3.3.

5.14.2 Mounting

Socket outlets 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 degree to the vertical, and the opening facing downwards.

5.14.3 Location

Socket outlets shall be installed in locations so that the flexible cord required shall be as short as possible.

6 Protection from dangerous (incendive) sparking

6.1 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 intrinsically safe or energy-limited parts shall be prevented.

6.2 Danger from exposed and extraneous conductive parts

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.

6.2.1 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.

6.2.2 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.

6.2.3 IT type of system earthing

If a type 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, may be necessary (see IEC 60364-4-41).

6.2.4 SELV and PELV systems

Safety extra-low voltage systems (SELV) shall be in accordance with 414 of IEC 60364-4-41. 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. 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.

6.2.5 Electrical separation

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

6.2.6 Above hazardous areas

Equipment that may produce hot particles or hot surfaces located less than 3,5 m above a hazardous area shall be either totally enclosed or provided with suitable guards or screens, to prevent any ignition sources falling into the hazardous area.

NOTE Such items may include:

- fuses that may produce arcs, sparks or hot particles;
- switches 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 lamps.

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

6.3 Potential equalization

6.3.1 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.

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.

NOTE If the armour 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 in 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.

For additional information see 411.3 of IEC 60364-4-41.

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

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

6.3.2 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:

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

6.3.2.1 Gas

For temporary bonding the resistance between metallic parts shall be less than 1 MΩ. Conductors and connections shall be durable, flexible and of sufficient mechanical strength to withstand in-service movement.

NOTE In the absence of IEC standards national or other standards should be followed.

6.3.2.2 Dust

For temporary bonding, the resistance between metallic parts can be greater than that corresponding to a cross-sectional area of 10 mm² of copper.

NOTE Examples of temporary bonding include that made to a portable drum or a vehicle.

6.4 Static electricity

6.4.1 Gas

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

NOTE Detailed information dealing with diameter or width of long parts and limitation of thickness of non-metallic layers can be found in 7.4 of IEC 60079-0.

Cables are exempted from this clause.

The risk of incendive sparking from non-metallic installation materials (e.g. plastic covered cable trays, plastic mounting plates, plastic weather protection) shall be controlled by:

- a) suitable selection of the material so that the insulation resistance of the item does not exceed 1 GΩ; or
- b) 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 exposed (chargeable);
 - 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.

Table 5 – Limitations of areas

Maximum surface area, mm ²			
EPL requirement of location	Group IIA location	Group IIB location	Group IIC location
'Ga'	5 000	2 500	400
'Gb'	10 000	10 000	2 000
'Gc'	10 000	10 000	2 000

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

6.4.2 Dust

Equipment of plastic material shall be so designed that under normal conditions of use, danger of ignition due to propagating brush discharges is avoided. This can be achieved by not using plastic, which is covering a conductive material. If however the plastic is covering a conductive material the plastic shall have one or more of the following characteristics:

- surface resistance $\leq 10^9 \Omega$ tested according to IEC 60079-0;
- a breakdown voltage ≤ 4 kV (measured across the thickness of the insulating material according to the method described in IEC 60243-1);
- a thickness ≥ 8 mm of the external insulation on metal parts.

NOTE External insulation of 8 mm and greater on metal parts such as measurement probes or similar components make propagating brush discharges unlikely to occur. When evaluating the minimum thickness of the insulation to be used or specified it is necessary to allow for any expected wear under normal usage.

- by limitation of the transferred charge using the test method described in IEC 60079-0;
- by the inability to store a dangerous charge by measurement of capacitance when tested in accordance with the test method in IEC 60079-0.

6.5 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, Annex D).

Subclause 12.3 gives details of lightning protection requirements for Ex 'ia' apparatus installed in locations requiring EPL 'Ga'.

6.6 Electromagnetic radiation

In the design of electrical installations, steps shall be taken to reduce to a safe level the effects of electromagnetic radiation (see IEC 60079-0).

6.7 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.

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

6.8 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 IEC 60079-28. For required safety measures concerning combustible dusts, see 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 may 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 this clause are not applicable to intrinsically safe and energy-limited circuits.

7.1 General

Wiring shall be protected against overload and from the harmful effects of short-circuits and earth faults.

All electrical equipment shall be protected against the harmful effects of short-circuits and earth faults.

Short-circuit and earth-fault protection devices shall be such that auto-reclosing under fault conditions is prevented.

Precautions shall be taken to prevent operation of multi-phase electrical equipment (e.g. three-phase motors) 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 device (or devices) may be used as an alternative to automatic disconnection provided that operation of the warning device (or devices) is immediately apparent so that prompt remedial action will be taken.

7.2 Rotating electrical machines

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.

7.3 Transformers

Transformers shall additionally be protected against overload unless they can withstand continuously the short-circuited secondary current at rated primary voltage and frequency without inadmissible heating or where no overload is to be expected as a result of the connected loads.

7.4 Resistance heating devices

In addition to overcurrent protection, and in order to limit the heating effect due to abnormal earth-fault and earth-leakage currents, the following protection additional shall be installed:

- a) 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 1 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 Ω per volt of rated voltage.

NOTE 2 The above additional protection is not required if the resistance-heating device (for example an anti-condensation heater in an electric motor) is intended to be protected by the manner in which it is installed in the electrical equipment.

Resistance-heating devices shall be protected against excessive surface temperature, where required. Where specified, protective measures shall be applied in accordance with the requirements of the manufacturer and relevant documentation. Where protection is achieved by sensing it shall be either:

- the temperature of the resistance heating device or, if appropriate, of its immediate surroundings; or
- the surrounding temperature and one or more other parameters; or
- two or more parameters other than the temperature.

NOTE 3 Examples of the parameters include: the level, flow, current, power consumption.

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

8 Emergency switch-off and electrical isolation

The requirements of this clause are not applicable to intrinsically safe and energy-limited circuits.

8.1 Emergency switch-off

For emergency purposes, at a suitable point or points outside the hazardous area, there shall be convenient means of switching off electrical supplies to the hazardous area.

Electrical equipment which must continue to operate to prevent additional danger shall not be included in the emergency switch-off and shall be on a separate circuit(s).

NOTE 1 The switching devices installed in the general switchgear are normally adequate with respect to emergency switch-off facilities.

NOTE 2 Emergency switch off should consider isolation of all circuit power supply conductors including the neutral.

NOTE 3 Suitable points for emergency switch off should be assessed relevant to the site distribution, personnel on site and the nature of site operations.

8.2 Electrical isolation

To allow work to be carried out safely, suitable means of isolation (for example isolators, fuses and links) shall be provided for each circuit or group of circuits, to include all circuit conductors including neutral.

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

NOTE There should 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 gas atmosphere continues.

9 Wiring systems

9.1 General

Wiring systems shall comply fully with the relevant requirements of this clause except that intrinsically safe and energy-limited installations need not comply with 9.3.1 to 9.3.6 inclusive.

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.

NOTE 1 Minimum creepage and clearance distances may be determined by the voltage level and/or the requirements of the type of protection.

NOTE 2 Precautions against electrolytic corrosion should be considered.

9.3 Cables

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

9.3.1 Cables for fixed wiring

Cables used for fixed wiring 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, compact, have extruded bedding and fillers, if any, shall be non hygroscopic, or
- b) mineral insulated metal sheathed, or
- c) special, e.g. flat cables with appropriate cable glands.

NOTE Where enclosures are likely to be subjected to large variations in ambient and/or service temperature conditions, a 'pumping' action can transfer the fluids from the hazardous atmosphere through cables which are not substantially compact. Similarly cables with non filled interstices or with hygroscopic fillers (eg. fibre fillers), may transmit flammable fluids through the interstitial spaces of the cable under capillary or hygroscopic action with sufficient partial pressure to exit the cable termination at the extremities of the cable. Particular caution is drawn to the use of electro-pneumatic transducers and the like which employ natural gas as their pneumatic medium. When such cables link between a hazardous and non-hazardous area this may result in a flammable atmosphere being transported to the inside of, for example, control room equipment. The situation is likely to be most acute with equipment installed in a zone 0 or zone 1 location (where the presence of a hazardous atmosphere has a greater likelihood and duration). If these conditions are likely to apply, a cable sealing device (which seals between the inner sheath and the individual conductors) should be used. The application of a cable sealing device may only mitigate the rate of vapour transmission and additional attenuation measures may be necessary.

9.3.2 Cables supplying transportable and portable equipment

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 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.

9.3.3 Flexible connections for dust

For terminal 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 metallic 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

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

- ordinary tough rubber sheathed;
- ordinary polychloroprene sheathed;
- heavy tough rubber sheathed;
- heavy polychloroprene sheathed;
- plastic insulated and of equally robust construction to heavy tough rubber sheathed flexible cables.

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

9.3.5 Non-sheathed single cores

Non-sheathed single cores 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 communications services to equipment in a hazardous area, it shall be terminated in a non-hazardous area and the service continued into the hazardous area with cable or conduit.

NOTE Uninsulated conductors should not be installed above hazardous areas. 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 12.2.2.5 for intrinsically safe circuits).

Where exposure of this nature is unavoidable, protective measures, such as installation in 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 vibration, they shall be designed to withstand that vibration without damage.

NOTE 1 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 .

NOTE 2 Where cables are secured to equipment or cable trays the bend radius on the cable should be in compliance with the cable manufacturers 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. When high temperature cables are required, this information will be included in the certificate for the equipment or in the manufacturer's recommendations.

9.3.9 Flame propagation

Cables for fixed wiring external to equipment shall have flame propagation characteristics which enable them to withstand the tests according to IEC 60332-1-2, unless they are laid in earth, in sand-filled trenches/ducts or are otherwise protected against flame propagation.

NOTE 1 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 $0,5\text{ mm}^2$ 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 60332-2-2 is recommended.

NOTE 2 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, that 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 IEC 60332-3 series.

9.3.10 Connections of cables to equipment

The connection of cables to the electrical equipment shall maintain the explosion protection integrity of the relevant type of protection.

Where the certificate for the cable gland has an 'X' marking, this cable gland shall be only used for fixed installations. If an 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 and placed within 300 mm of the end of the cable gland.

Where the equipment is portable only glands without 'X' marking shall be used.

Cable glands and/or cables shall be selected to reduce the effects of 'coldflow characteristic' of the cable.

NOTE 1 Cables employ materials which may 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. Low smoke and/or fire resistant cables usually exhibit significant cold flow characteristics. Cold flow could give rise to a reduction in the insulation resistance of the cable and, where reasonably practical, efforts should be made to prevent this by selection of suitable cable glands.

Cable glands with tapered threads shall not be used in enclosures having gland plates with unthreaded entries.

NOTE 2 Tapered threads include NPT threads.

9.4 Conduit systems

National or other standards should be followed for conduit systems.

NOTE IEC standards for conduit systems are currently under consideration.

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 areas 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, conduit shall be provided with a conduit sealing device adjacent to the enclosure.

The conduit shall be wrenchtight 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 wiring enclosures 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).

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

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

9.5 Cable and conduit systems

9.5.1 EPL 'Ga'

Additional requirements for cables in an 'ia' type of protection installation are defined in Clause 12. Additional requirements for cables and conduits used with other types of protection according to IEC 60079-26 shall comply with the relevant protection concepts identified in the documentation.

9.5.2 EPL 'Da'

The requirements for cables for use in intrinsically safe systems are defined in IEC 61241-11.

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

9.5.3 Cable and conduit systems for EPL 'Gb', 'Gc', 'Db' and 'Dc'

Additional requirements for cable and conduit systems are given in clauses 10 to 18 for the appropriate type of protection.

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 Protection of stranded ends

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 requirements of this clause do not apply to intrinsic safety and energy-limited circuits (see 12.2.2.5.3).

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.

9.6.4 Unused openings

Unused openings for cable glands or conduit entries in electrical equipment shall be closed with blanking elements suitable for the relevant type of protection. Blanking elements shall comply with IEC 60079-0, and be of a type that can only be removed with the aid of tools.

NOTE For blanking element used in intrinsic safety circuits, see IEC 60079-11

9.6.5 Fortuitous contact

Except for trace-heating, fortuitous contact between the metallic armouring/sheathing of cables and pipework or equipment containing flammable gases, vapours or liquids shall be

avoided. The insulation provided by a non-metallic outer sheath on a cable will usually be sufficient to avoid this.

9.6.6 Jointing

Cable runs in hazardous areas should, where practicable, be uninterrupted. Where discontinuities cannot be avoided, the joint, in addition to being mechanically, electrically and environmentally suitable for the situation, shall be

- made in an enclosure with a type of protection appropriate to the EPL requirements for the location, or
- providing the joint is not subject to mechanical stress, be 'epoxy' filled, compound-filled or sleeved with heat-shrunk tubing or cold-shrunk tubing, in accordance with the manufacturer's instructions.

Conductor connections, with the exception of those in flameproof conduit systems, intrinsically safe circuits and energy-limited circuits, shall be made only by means of compression connectors, secured screw connectors, welding or brazing. Soldering is permissible if the conductors being connected are held together by suitable mechanical means and then soldered, so there is no stress on the connection.

9.6.7 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.

9.6.8 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.

9.6.9 Static build-up for dust

Cable routing should 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.

9.6.10 Accumulation of combustible 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 combustible 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. Any wiring system subject to dust layers shall comply with the temperature requirements of 5.6.3.4.

10 Additional requirements for type of protection 'd' – Flameproof enclosures

10.1 General

Flameproof enclosures, with only an Ex component enclosure certificate (marked with a 'U'), shall not be installed. They shall always have an equipment certificate for the complete assembly.

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 apparatus group plus a specific gas, and used in that specific gas atmosphere shall be installed in accordance with the requirements for the apparatus 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.

10.2 Solid obstacles

When installing equipment, care shall be exercised to prevent the flameproof flange joint approaching nearer than the distance specified in Table 6 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 6 – 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

10.3 Protection of flameproof joints

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

Flameproof joints shall not be painted.

Painting (by the user) of the enclosure after complete assembly is permitted. The application of grease to the flameproof joint faces will reduce, but not eliminate, the quantity of paint penetrating the gap. Where the manufacturer's documentation does not address joint protection, then only non-setting grease or anti-corrosive agents without evaporating solvents shall be used.

NOTE 1 Silicone based greases are often suitable for this purpose but care needs to be taken concerning use with gas detectors. It cannot be too strongly emphasized that extreme care should be exercised in the selection and application of these substances to ensure the retention of the non-setting characteristics and to allow subsequent separation of the joint surfaces.

NOTE 2 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;
- where the enclosure is used in conjunction with gases allocated to group IIC, the tape should not be applied.

10.4 Cable entry systems

10.4.1 General

It is essential that cable entry systems comply with all the requirements referred to in the equipment standard and documentation. Cable glands shall:

- be appropriate to the type of cable employed;
- maintain the type of protection; and
- be in accordance with 9.3.10

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 part of the bushings are within a terminal compartment which may either be another flameproof enclosure or will be protected by type of protection 'e'. Where the terminal compartment is Ex 'd', then the cable system shall comply with 10.4.2. Where the terminal compartment is Ex 'e', then the cable system shall comply with 11.2.

Where cables enter into flameproof equipment directly, the cable system shall comply with 10.4.2.

NOTE 1 The use of 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.

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 providing 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.

Additional holes shall not be made into flameproof enclosures.

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.

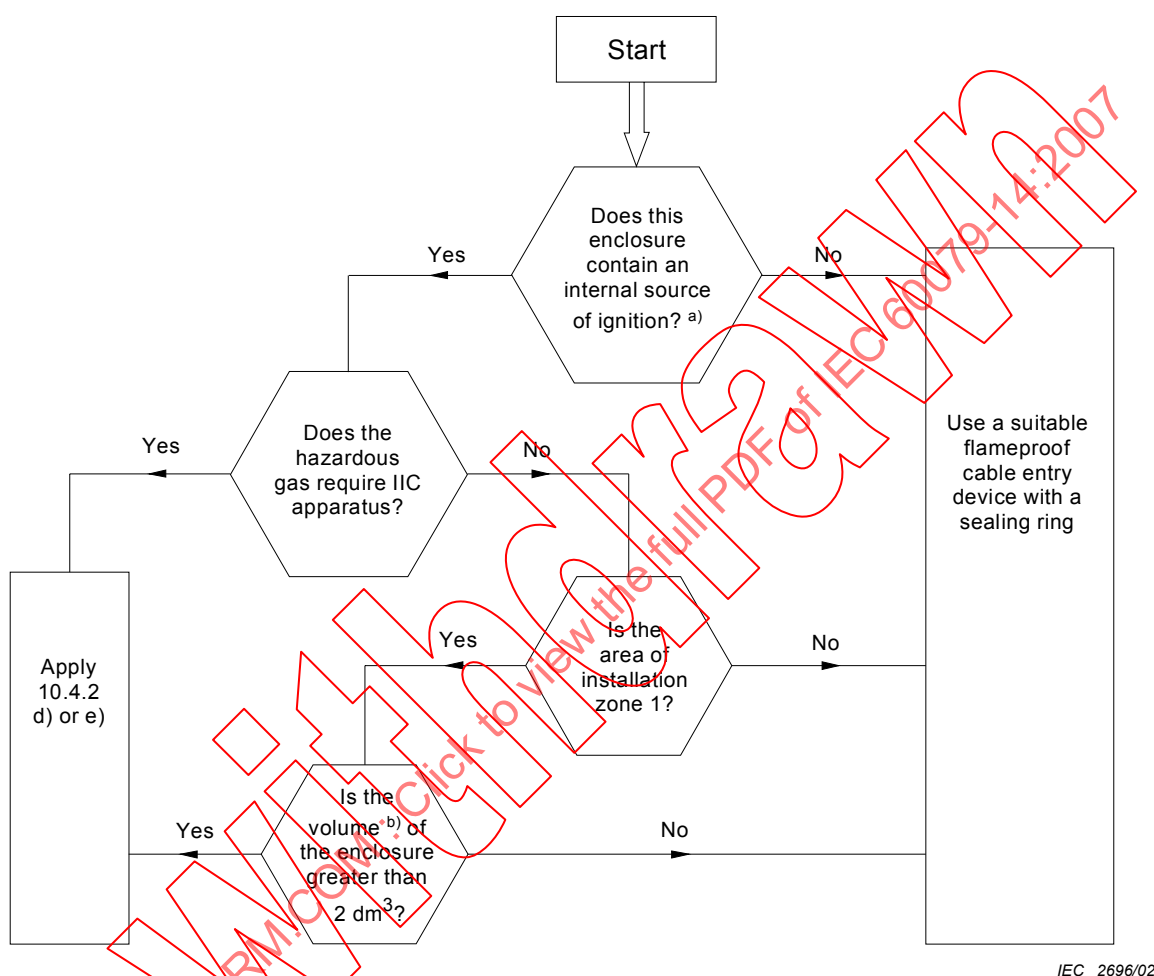
NOTE 2 Gas or vapour migration and propagation of flame may occur through the interstices between the strands of standard stranded conductors, or between individual cores of a cable. Special cable construction can be employed as means of reducing migration and preventing the propagation of flame. Examples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

10.4.2 Selection of cable glands

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

- a) cable glands in compliance with IEC 60079-1 and certified as part of the equipment when tested with a sample of the particular type of cable;
- b) where a cable, in compliance with 9.3.1(a) is substantially compact; a flameproof cable gland, in compliance with IEC 60079-1, may be utilized, providing this incorporates a sealing ring and is selected in accordance with Figure 2.

Compliance with Figure 1 is not necessary if the cable gland complies with IEC 60079-1 and has been tested with a sample of specific cable to repeated ignitions of the flammable gas inside an enclosure and shows no ignition outside the enclosure.



^a Internal sources of ignition include sparks or equipment temperatures occurring in normal operation which can cause ignition. An enclosure containing terminals only or an indirect entry enclosure (see 10.4.1) is considered not to constitute an internal source of ignition.

^b The term 'volume' is defined in IEC 60079-1.

Figure 2 – Selection chart for cable entry devices into flameproof enclosures for cables complying with item b) of 10.4.2

- c) mineral-insulated metal-sheathed cable with or without plastic outer covering with appropriate flameproof cable gland complying with IEC 60079-1;
- d) 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;
- e) flameproof cable gland, specified in the equipment documentation or complying with IEC 60079-1, incorporating compound filled seals or elastomeric seals that seal around the individual cores or other equivalent sealing arrangements;

10.5 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.

Conduit sealing devices, having parallel threads may be fitted with a sealing washer between the device and the flameproof enclosure providing 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.

NOTE 1 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.

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.

10.6 Motors

10.6.1 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) the motor has not been type-tested for this duty as a unit in association with the converter. In this case, 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 7.2 a)) is not to be regarded as an 'other effective measure'.

NOTE 3 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.

10.6.2 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require that either:

- a) the motor has been tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) the motor has not been tested as a unit in association with the soft start device. In this case, means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation, 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

NOTE 2 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 Additional requirements for type of protection 'e' – Increased safety

Increased safety enclosures, with only an Ex component enclosure certificate (marked with a 'U'), shall not be installed. They shall always have an equipment certificate for the complete assembly.

11.1 Degree of ingress protection of enclosures (IEC 60034-5 and IEC 60529)

Enclosures containing bare live parts shall have a degree of ingress protection of at least IP54, whereas enclosures containing insulated parts shall only have a degree of ingress protection of at least IP44. Rotating electrical machinery (except for terminal boxes and bare conducting parts) installed in clean environments and regularly supervised by trained personnel shall be protected by an enclosure with a degree of ingress protection of at least IP20. The restriction of application shall be marked on the machine.

11.2 Wiring systems

11.2.1 General

Cables and conduits shall be installed in accordance with Clause 9 and the following additional requirements concerning cable entries and conductor terminations.

Additional cable entry holes may be made into the enclosure providing this is permitted by the manufacturers documentation.

NOTE 1 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.

NOTE 2 Taper threaded holes in plastic enclosures are not recommended because the high stresses created during sealing of these threads may fracture the enclosure wall.

11.2.2 Cable glands

The connection of cables to increased safety equipment shall be effected by means of cable glands appropriate to the type of cable used. They shall comply with the requirements of IEC 60079-0.

NOTE 1 To meet the ingress protection requirement it may also be necessary to seal between the cable glands 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 providing 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 an Ex 'e' mineral insulated cable sealing device.

Threaded adapters complying with IEC 60079-0 may be fitted into the cable entry holes to allow connection of the device or cable gland.

Unused entries in the enclosure shall be sealed by blanking elements, which comply with IEC 60079-0 and maintain the degree of ingress protection IP 54 or that required by the location, whichever is the higher.

11.2.3 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-sectional area 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.

NOTE 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.

11.2.4 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.

NOTE 1 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.

NOTE 2 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.

11.3 Cage induction motors

11.3.1 Mains-operated

In order to meet the requirements of item a) of 7.2, 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 ± 20 %.

The properties of delta wound machines in the case of the loss of one phase should be specifically addressed. Unlike star wound machines, 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 machine 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

machines, phase imbalance protection shall be provided which will detect machine 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 $1,7 t_E$.

NOTE 1 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.

NOTE 2 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.

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.

NOTE 3 Protection relay

The protection relay for machines in accordance with type of protection 'e' should, in addition to the requirements of Clause 7:

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

Inverse-time delay overload protection relays may be acceptable for machines 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 machine. Where the starting time exceeds $1,7 t_E$, an inverse-time relay would be expected to trip the machine during start-up.

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 7.2 b), winding temperature sensors associated with protective devices shall be adequate for the thermal protection of the machine even when the machine is stalled. The use of embedded temperature sensors to control the limiting temperature of the machine is only permitted if such use is specified in the machine documentation.

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

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 'Potential stator winding discharge risk assessment – Ignition risk factors' (see Annex E). If the total sum of the risk factors is greater than 6, then anti-condensation space heaters shall be employed, and 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 may include pre-start ventilation, the application of fixed gas detection inside the machine or other methods specified in manufacturer's instructions.

NOTE 3 In the table in Annex E, the reference to 'Time between detailed inspections' is intended to reflect the interval between cleaning of the stator windings. It should read 'Time between major overhauls (disassembly and cleaning where necessary)' as a detailed inspection in accordance with IEC 60079-17 would not normally require the stator winding to be examined.

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 as a unit in association with the converter and the protective device.

11.3.5 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require either:

- a) the motor has been tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) the motor has not been tested as a unit in association with the soft start device. In this case, means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation, 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 1 It is considered that soft starting is used for a short time period

NOTE 2 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 Luminaires

Luminaires with fluorescent lamps and electronic ballasts shall not be used where temperature class T5 or T6 is required or where the ambient temperature exceeds 60 °C.

NOTE This restriction minimizes the risk of End of Life (EOL) effects of the lamp.

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 This requirement is intended to apply to recently designed lamps where the pins or end caps may be plastic or ceramic with a conductive film coating.

12 Additional requirements for types of protection 'i' – Intrinsic safety

Additional requirements for 'iD' are under consideration.

12.1 Introductory remark

A fundamentally different type of protection philosophy has to be recognized in the installation of intrinsically safe circuits. In comparison with all other types of installations, where care is taken to confine electrical energy to the installed system as designed so that a hazardous environment cannot be ignited, 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.

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').

Energy-limited circuits 'nL' shall comply with all the requirements for intrinsically safe circuits 'ic'.

12.2 Installations to meet the requirements of EPL 'Gb' or 'Gc'

12.2.1 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'.

Simple apparatus need not be marked, but shall comply with the requirements of IEC 60079-0 and IEC 60079-11, in so far as intrinsic safety is dependent on them.

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 which is suitable for the ignition sources which the associated apparatus may present.

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 Vac or 120 Vdc, in an 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 IEC 60950, IEC 61010-1, or a technically equivalent standard, or
- fed directly from cells or batteries.

In order to protect against unauthorized interference and damage, the components and wiring of intrinsically safe apparatus and associated apparatus (e.g. barriers) shall be mounted in enclosures offering a degree of ingress protection of at least IP20 unless a higher degree of ingress protection is required by the apparatus documentation. Alternative methods of mounting may be used if they offer similar integrity against interference and damage (e.g. mounted in racks in a normally locked switch-room).

All apparatus forming part of an intrinsically safe system should, where reasonably practicable, be identifiable as being part of an intrinsically safe system. This recommendation may be met by conformity with 12.2.2.6.

12.2.2 Cables

12.2.2.1 General

Only insulated cables whose conductor-earth, conductor-screen and screen-earth test voltages are at least 500 V a.c. or 750 V d.c. shall be used in intrinsically safe circuits.

The diameter of individual conductors within the hazardous area shall be not less than 0,1 mm. This applies also to the individual strands of a finely stranded conductor.

12.2.2.2 Electrical parameters of cables

The electrical parameters (C_c and L_c) or (C_c and L_c/R_c) for all cables used (see 12.2.5) 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 C details a satisfactory method of determining the relevant parameters.

- c) 200 pF/m and either 1 μ H/m or 30 μ H/ Ω 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 60079-27.

12.2.2.3 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 incensive level of circulating current in the event that there are local differences in earth potential between one end of the circuit and the other.

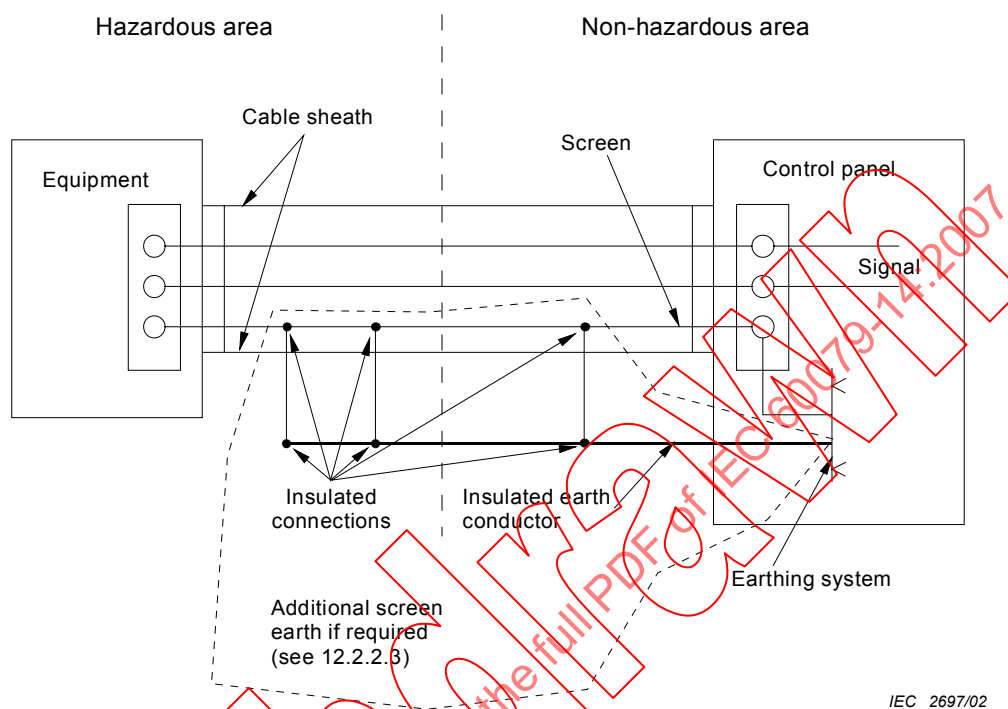
If an earthed intrinsically safe circuit is run in a screened cable, the screen for that circuit shall be earthed at the same point as the intrinsically safe circuit which it is screening.

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 3 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 is insulated to withstand a 500 V 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 12.2.5.

- 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 2697/02

Figure 3 – Earthing of conducting screens

12.2.2.4 Cable armour bonding

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'.

12.2.2.5 Installation of cables and wiring

12.2.2.5.1 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 overhead 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; or
- c) using cables which are armoured, metal sheathed or screened for specific types of circuits (e.g. all circuits which are not intrinsically safe are run in armoured cable or all intrinsically safe circuits are armoured).

12.2.2.5.2 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 12.4.

Conductors of intrinsically safe circuits, except as permitted in 12.2.2.7, 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.

12.2.2.5.3 Unused cores in multi-core cables

Each unused core in a multi-core 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 multicore 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.

12.2.2.6 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.

12.2.2.7 Multi-core cables containing more than one intrinsically safe circuit

The requirements of this subclause are in addition to those of 12.2.2.1 to 12.2.2.6.

Multi-core cables may contain more than one intrinsically safe circuit. Circuits which are not intrinsically safe shall not be carried in the same multi-core as intrinsically safe circuits except as noted in 12.4.

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 0,2 mm.

The conductor insulation shall be such that it will be capable of withstanding an r.m.s. a.c. test voltage of twice the nominal voltage of the intrinsically safe circuit with a minimum of 500 V.

Multi-core cables shall be of a type capable of withstanding a dielectric test of at least

- 500 V r.m.s. a.c. or 750 V d.c. applied between any armouring and/or screen(s) joined together and all the cores joined together;
- 1 000 V r.m.s. a.c. or 1 500 V d.c. applied between a bundle comprising one half of the cable cores joined together and a bundle comprising the other half of the cores joined together. This test is not applicable to multi-core cables with conducting screens for individual circuits.

The voltage 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 Clause 10 of IEC 60079-11.

12.2.2.8 Fault considerations in multi-core cables

The faults, if any, which shall be taken into consideration in multi-core cables used in intrinsically safe electrical systems depend upon the type of cable used.

- **Type A**

For cables complying with the requirements of 12.2.2.7 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 12.2.2.7 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.

- **Others**

For cables complying with the requirements of 12.2.2.7 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'.

12.2.3 Termination of intrinsically safe circuits

Terminals for intrinsically safe circuits shall be separated from terminals of circuits which are not intrinsically safe by one of the methods, a) or b), given below:

- a) When separation is accomplished by distance, then the clearance between terminals shall be at least 50 mm. Care shall be exercised in the layout of terminals and in the wiring method used so that contact between circuits is unlikely if a wire becomes dislodged.
- b) When separation is accomplished by use of an insulating partition or earthed metal partition, the partitions used shall extend to within 1,5 mm of the walls of the enclosure, or

alternatively provide a minimum measurement of 50 mm between the terminals when taken in any direction around the partition.

The minimum clearances between the bare conducting parts of external conductors connected to terminals and earthed metal or other conducting parts shall be 3 mm.

The clearance between the bare conducting parts of field wiring terminals of separate intrinsically safe circuits shall be such that there is at least 6 mm between the bare conducting parts of connected external conductors.

The terminals of the intrinsically safe circuits shall be marked as such.

NOTE 1 This marking may be by the use of colour, in which case it shall be light blue.

Plugs and sockets used for 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 (see 12.4).

NOTE 2 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.

12.2.4 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 subcircuits, 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 MΩ 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 and in any case should not be used for circuits without galvanic isolation entering an locations requiring EPL 'Ga'. 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 terminations which, with the exception of the IP rating, conform to the requirements of type of protection 'e'.

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.

NOTE 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.

12.2.5 Verification of intrinsically safe circuits

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

12.2.5.1 General

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.

NOTE 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.

When installing intrinsically safe circuits, including cables, the maximum permissible inductance, capacitance 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.

12.2.5.2 Intrinsically safe circuits with only one associated apparatus

Where a circuit contains significant amounts of energy stored in both capacitance and inductance the capacitive stored energy may reinforce the effect of the power source feeding the inductor. The distributed inductance and capacitance of cables is known to be less inductive than that of an inductive or capacitive component. The following method of assessment of cable parameters, which is only applicable to linear (resistive current limited) circuits, takes these factors into account

Determine the output voltage [U_o], output current [I_o], maximum external capacitance [C_o], maximum external inductance [L_o], and the maximum external inductance to resistance ratio [L_o/R_o] of the power source from the label or documentation of that source.

Determine the effective total inductance and capacitance of all the apparatus connected in the circuit by adding together the input capacitances [C_i] and input inductances [L_i] of the connected apparatus plus the total capacitance and inductance of any simple apparatus included in the system.

Where either or both the effective total inductance and capacitance is not greater than 1% of L_o and C_o respectively then the permitted inductance or capacitance of the interconnected cable is determined by subtracting these effective values from the C_o and L_o of the source of power. The use of the L_o/R_o ratio as a cable parameter is permitted, provided that the effective total capacitance is greater than or equal to 1% of C_o . If the effective total inductance is greater than 1% of L_o then the permitted L/R ratio of the cable must be recalculated in accordance with IEC 60079-25. Where the use of the L_o/R_o ratio is permitted, then if the cable has an L/R ratio less than, or equal to the permitted value, it is not necessary to satisfy the L_o requirement.

Where both the total inductance and capacitance are greater than 1% of L_o and C_o respectively then the values of C_o and L_o should be divided by two. The cable inductance and capacitance should then be calculated by subtracting the effective total inductance and capacitance from these reduced values. The use of the L_o/R_o parameter for the cable is not permitted in these circumstances.

Guidance on the determination of cable parameters is given in 12.2.2.2.

NOTE Where the intrinsically safe apparatus contains effective inductance and the associated apparatus is marked with an inductance/resistance L/R value, reference should be made to IEC 60079-25, intrinsically safe systems, Annex D: Verification of inductive parameter.

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 values U_o , I_o and P_o respectively of the associated apparatus.

For simple apparatus the maximum temperature can be determined from the values of P_o of the associated apparatus to obtain the temperature class. The temperature class can be determined by

- a) reference to Table 7, or
- b) calculation using the formula:

$$T = P_o R_{th} + T_{amb}$$

where

- T is the surface temperature;
- P_o is the power marked on the associated apparatus;
- R_{th} is the thermal resistance (K/W) (as specified by the component manufacturer for the applicable mounting conditions);
- T_{amb} is the ambient temperature (normally 40 °C);

and reference to Table 4.

In addition, 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.

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

Table 7 – Assessment for T4 classification according to component size and ambient temperature

Total surface area excluding lead wires	Requirement for T4 classification (based on 40 °C ambient temperature)
<20 mm ²	Surface temperature ≤275 °C
≥20 mm ² ≤1000 mm ²	Surface temperature ≤200 °C
≥20 mm ²	Power not exceeding 1,3 W *
* Reduced to 1,2 W with 60 °C ambient temperature or 1,0 W with 80 °C ambient temperature.	

Junction boxes and switches in intrinsically safe circuits can be assumed to have a temperature classification of T6.

12.2.5.3 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_o and I_o of the other associated apparatus.

NOTE 1 For associated apparatus with linear current/voltage characteristics, the basis of calculation is given in annex A. For associated apparatus with non-linear current/voltage characteristics, the guidance in Annex C of IEC 60079-25 can be used and/or expert advice should be sought.

NOTE 2 If the internal resistances $R_i = U_o/I_o$ of the associated apparatus are known for intrinsically safe circuits under consideration (output characteristic according to Figure C.1a of the standard IEC 60079-25: Intrinsically safe systems), then the method given in Annex B of IEC 60079-25 can be used as an alternative.

12.3 Installations to meet the requirements of EPL 'Ga'

Intrinsically safe circuits shall be installed in accordance with 12.2 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 components, simple electrical apparatus, intrinsically safe apparatus, associated apparatus and the maximum allowable electrical parameters of inter-connecting cables) shall be of 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 12.2.4 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.

NOTE 1 If the intrinsically safe circuit is divided into sub-circuits, the locations requiring EPL 'Ga' sub-circuit(s) including the galvanically isolating elements should be level of protection 'ia' but sub-circuits not in locations requiring EPL 'Ga' need only be level of protection 'ib' or 'ic'.

NOTE 2 Galvanic isolation may be achieved via the associated apparatus or via galvanically isolating apparatus within an intrinsically safe circuit in EPL 'Gb', 'Gc' or non-hazardous locations.

Simple apparatus even if installed outside the locations requiring EPL 'Ga' shall be referred to in the system documentation and shall comply with the requirements of IEC 60079-11, level of protection 'ia'.

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

NOTE 3 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' such that the equipment and the associated equipment are at risk of developing hazardous potential differences within the locations requiring EPL 'Ga', 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'. 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.

NOTE 4 The use of one or more low voltage surge protection devices in an intrinsically safe modifies the way in which that circuit is considered to be earthed. This must be taken into account in the design of the intrinsically safe system. 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' and the surge protection device shall be installed such that it is protected from lightning.

12.4 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.

13 Additional requirements for pressurized enclosures

Pressurized enclosures, with only an Ex component enclosure certificate (marked with a 'U'), shall not be installed. They shall always have an equipment certificate for the complete assembly.

13.1 Type of protection 'p'

13.1.1 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 level of protection 'x', 'y' or 'z' is determined by the EPL requirement for the location and whether the enclosure contains an ignition-capable source of ignition in accordance with Table 8.

**Table 8 – Determination of type of protection
(with no flammable release within the enclosure)**

EPL	Enclosure contains ignition-capable equipment	Enclosure does not contain ignition-capable equipment
'Gb'	Type px	Type py
'Gc'	Type px or pz	No pressurization required
NOTE IEC 60079-2 requires that type 'py' equipment will only contain equipment to type of protection 'd', 'e', 'i', 'm', 'nA', 'nC', 'o' or 'q'.		

The fitting of a pressurization control system with certificate onto a pressurized enclosure without certificate does not confer the certificate on the pressurized enclosure or its contents.

13.1.2 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 9.

NOTE During the purge period a small hazardous area may exist at the duct outlet.

Table 9 – 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, that 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.

13.1.3 Action to be taken on failure of pressurization

13.1.3.1 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.

NOTE 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.

13.1.3.2 Equipment without an internal source of release

An installation comprising electrical equipment without an internal source of release shall comply with Table 10 when the pressurization with the protective gas fails.

NOTE 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 10 – Action to be taken when the pressurization with the protective gas fails for electrical equipment 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	Alarm ^b
'Gc'	Alarm ^b	No action
NOTE 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 an 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.		

13.1.3.3 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:

- the manufacturer's recommendations;
- the nature of the release from the containment system (e.g. 'none', 'limited' or 'unlimited');
- the constituents of the internal release, e.g. liquid or gas, and their flammability limits;
- whether or not the flammable substance supply is automatically shut off upon pressure/flow failure;
- the nature of the equipment inside the enclosure, e.g. incandive, suitable for locations requiring EPL 'Gb' or 'Gc', and its proximity to the source of release;
- the external EPL requirements, e.g. 'Gb' or 'Gc';

- 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;
- 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.

13.1.4 Multiple pressurized enclosures with a common safety device

Requirements for the use of a common safety device with more than one pressurized enclosure are given in IEC 60079-2.

13.1.5 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.

13.1.6 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 MAY BE A DANGER OF SUFFOCATION. THIS ENCLOSURE ALSO CONTAINS A FLAMMABLE SUBSTANCE THAT MAY BE WITHIN THE FLAMMABLE LIMITS WHEN EXPOSED TO AIR'

13.1.7 Wiring systems

Where necessary, to prevent the ingress of combustible gas or vapour by diffusion, or to prevent leakage of protective gas, wiring systems shall be sealed.

NOTE 1 This does not preclude a cable duct or a conduit being purged with the equipment.

Cabling and cable glands shall comply with the requirements of Clause 9 and be in accordance with the manufacturer's equipment documentation.

NOTE 2 Compact cables, barrier glands and/or conduit seals should be considered as sealing methods.

13.2 Motors

13.2.1 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) the motor has not been type-tested for this duty as a unit in association with the converter. In this case, 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 7.2 a) is not to be regarded as an 'other effective measure'.

NOTE 3 For motors with type of protection 'e' or 'n' 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.

13.2.2 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require that either:

- a) the motor has been tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) the motor has not been tested as a unit in association with the soft start device. In this case, means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation, 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

NOTE 2 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.

13.3 Type of protection 'pD'

13.3.1 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.

Table 11 – Summary of protection requirements for enclosures

Area classification	Type of equipment in the enclosure	
	Ignition capable equipment	Equipment with no sources of ignition in normal operation
Zone 20	"pD" not applicable	"pD" not applicable
Zone 21	Apply 13.3.2	Apply 13.3.3
Zone 22	Apply 13.3.3	"pD" not required

If any of the equipment inside the enclosure is not suitable for a combustible dust atmosphere, upon loss of pressure, the requirements of Table 11 shall be implemented.

13.3.2 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.

13.3.3 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.

13.3.4 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

13.3.5 Switching on electrical supply

- 1) Before switching on the electrical supply to the equipment on start-up or after shutdown, it is the responsibility of the operator to be satisfied that dust has not penetrated the enclosure or associated ducts in such a concentration that is likely to create a potential dust hazard. The operator shall take into account in making such an assessment
 - i) the need for a substantial safety margin, and
 - ii) the level of concentration in air of the applicable explosive dust required for a hazard to exist, and, if applicable,

- iii) the thickness of dust layers where there is a potential for combustion to occur due to heating.
- 2) 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.

13.3.6 Motors with a converter supply

Ex pD motors supplied at varying frequency and voltages shall meet the requirements of either item a) or item b), as follows:

- a) There shall be means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor manufacturer's documentation or other effective measures for limiting the surface temperature of the motor housing. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected. The motor and convertor combined need not be tested together.
- b) The motor shall be type-tested for this duty as a unit in association with the convertor specified in the descriptive documents and with the protective device provided.

13.4 Rooms for explosive gas atmosphere

13.4.1 Pressurized rooms and analyser houses

13.4.1.1 Pressurized rooms

Requirements for electrical installations in pressurized rooms are given in IEC 60079-13.

13.4.1.2 Analyser houses

Requirements for electrical installations in analyser houses are given in IEC 60079-16 and IEC 61285.

14 Additional requirements for type of protection 'n'

14.1 General

Type of protection 'n' enclosures, with only an Ex component enclosure certificate (marked with a 'U'), shall not be installed. They shall always have an equipment certificate for the complete assembly.

Type of protection 'n' is divided into 4 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;
- 'nL' energy limited apparatus (see Clause 12).

The energy-limited apparatus 'nL' and the energy-limited parts of associated energy-limited apparatus, shall comply with IEC 60079-15.

Equipment for connection into energy-limited (nL) circuits should be installed in accordance with the requirements of equipment to type of protection 'ic', as specified in Clause 12.

Equipment to type of protection 'nL' may be used in an intrinsically safe 'ic' circuit in accordance with Clause 12.

Equipment which contains energy-limited circuits shall be terminated in accordance with the requirements of the type of protection of the terminal enclosure (e.g. Ex'nA', Ex'd', Ex'e').

14.2 Degree of ingress protection of enclosures (IEC 60034-5 and IEC 60529)

Enclosures containing bare live parts and enclosures containing only insulated parts require a degree of ingress protection of at least IP54 and IP44, respectively.

When used in locations providing adequate protection against the entry of solid foreign bodies or liquids capable of impairing safety (for example indoors), enclosures containing bare live parts and enclosures containing only insulated parts require a degree of ingress protection of IP4X and IP2X, respectively.

Equipment which would not be impaired by contact with solid foreign bodies or liquids (for example strain gauges, resistance thermometers, thermocouples, energy-limited apparatus, etc.) need not comply with the above requirements.

14.3 Wiring systems

14.3.1 General

Cables and conduits shall be installed in accordance with Clause 9, with the following additional requirements concerning cable entries and conductor terminations.

Additional cable entry holes may be made into the enclosure providing this is permitted by the manufacturer's documentation.

NOTE 1 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). Faces with angles do not allow the gland and associated fittings inserted in the hole to fit square to the face, resulting in ineffective sealing.

NOTE 2 Taper threaded holes in plastic enclosures are not recommended because the high stresses created during sealing of these threads may fracture the enclosure wall.

14.3.2 Cable glands

14.3.2.1 General

The connection of cables to equipment with type of protection 'n' shall be effected by means of cable glands appropriate to the type of cable used. They shall comply with the requirements of IEC 60079-0.

NOTE 1 To meet the ingress protection requirement it may also be necessary to seal between the cable glands 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 providing 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 an mineral insulated cable sealing device complying with IEC 60079-0.

Threaded adapters complying with IEC 60079-0 may be fitted into the cable entry holes to allow connection of the device or cable gland.

Unused entries in the enclosure shall be sealed by blanking elements, which comply with IEC 60079-0 and maintain the degree of ingress protection IP54 or that required by the location, whichever is the higher.

14.3.2.2 Cable glands for 'nR' equipment

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

NOTE 1 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.

NOTE 2 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).

14.3.3 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.

NOTE 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.

14.4 Motors

14.4.1 Machines with rated voltage greater than 1 kV

Machines with a rated voltage exceeding 1 kV and duties other than S1 or S2 shall be selected taking into account the 'Potential stator winding discharge risk assessment – Ignition risk factors' (see Annex E). If the total sum of the risk factors is greater than 6, then anti-condensation space heaters shall be employed, and 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 shall have the symbol 'X' in accordance with IEC 60079-0.

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

14.4.2 Motors with converter supply

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

- a) the motor has been 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) the motor has not been type-tested for this duty as a unit in association with the converter. In this case, 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 has had its temperature class determined by calculation in accordance with IEC 60079-15.

14.4.3 Reduced-voltage starting (soft starting)

Motors with a soft start supply require either:

- a) the motor has been tested as a unit in association with the soft start device specified in the descriptive documents and with the protective device provided, or
- b) the motor has not been tested as a unit in association with the soft start device. In this case, means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor documentation, 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.

14.5 Luminaires

Luminaires with fluorescent lamps and electronic ballasts 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.

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 requirement is intended to apply to recently designed lamps where the pins or end caps may be plastic or ceramic with a conductive film coating.

15 Additional requirements for type of protection 'o' – Oil immersion

Oil immersed equipment shall be installed in accordance with manufacturer's documentation.

16 Additional requirements for type of protection 'q' – Powder filling

Powder filled equipment shall be installed in accordance with manufacturer's documentation.

17 Additional requirements for type of protection 'm' – Encapsulation

Encapsulated equipment shall be installed in accordance with manufacturer's documentation.

18 Additional requirements for type of protection 'tD' – Protection by enclosure

18.1 Practices A and B

Two different types of practice for protection by enclosure are specified in this standard, both intended to provide an equivalent level of protection against ignition.

18.2 Practice A

In addition to the requirements of 5.6.3.2.1, the following design details and test methods apply.

- the construction of the enclosure shall meet the general requirements as specified in IEC 61241-1:

Table 12 – Dust tightness practice A

Zone 20 Zone 21 Zone 22 with conductive dust	Zone 22 with non-conductive dust
IP 6X	IP 5X

18.3 Practice B

In addition to the requirements of 5.6.3.2.2, the following design details and test methods apply.

- the construction of the enclosure shall meet the general requirements as specified in IEC 61241-1:

Table 13 – Dust tightness practice B

Zone 20	Zone 21 Zone 22 with conductive dust	Zone 22 with non-conductive dust
Dust-tight as specified in 8.2.1.4 of IEC 61241-1 Additional requirements as specified in Clause 7 of IEC 61241-1	Dust-tight as specified in 8.2.1.4 of IEC 61241-1 Additional requirements as specified in Clause 7 of IEC 61241-1	Dust protected as specified in 8.2.1.5 of IEC 61241-1. Clause 7 of IEC 61241-1 is not applicable

18.4 Motors supplied at varying frequency and voltages

Ex tD motors supplied at varying frequency and voltages shall meet the requirements of either item a) or item b), as follows:

- There shall be means (or equipment) for direct temperature control by embedded temperature sensors specified in the motor manufacturer's documentation or other effective measures for limiting the surface temperature of the motor housing. The action of the protective device shall be to cause the motor to be disconnected. The motor and converter combined need not be tested together.
- The motor shall be type-tested for this duty as a unit in association with the converter specified in the descriptive documents and with the protective device provided.

Annex A (normative)

Verification of intrinsically safe circuits with more than one associated apparatus with linear current/voltage characteristics

A.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.

A.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 B).
- 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 12.2.5.2.
- f) Check that U_o , I_o and P_o (where $P_o = I_o U_o / 4$) conform to the requirements of 12.2.5.2.
- g) Determine the apparatus group of the system, in accordance with 12.2.5.2, taking into account the apparatus group of the ignition curves used.
- h) Determine the temperature class of the system in accordance with 12.2.5.2 (where $P_o = I_o U_o / 4$).

A.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 B

(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 A)

B.1 Intrinsically safe circuits

In the case of two or more associated apparatus in an intrinsically safe circuit (see 12.2.5.3), 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.

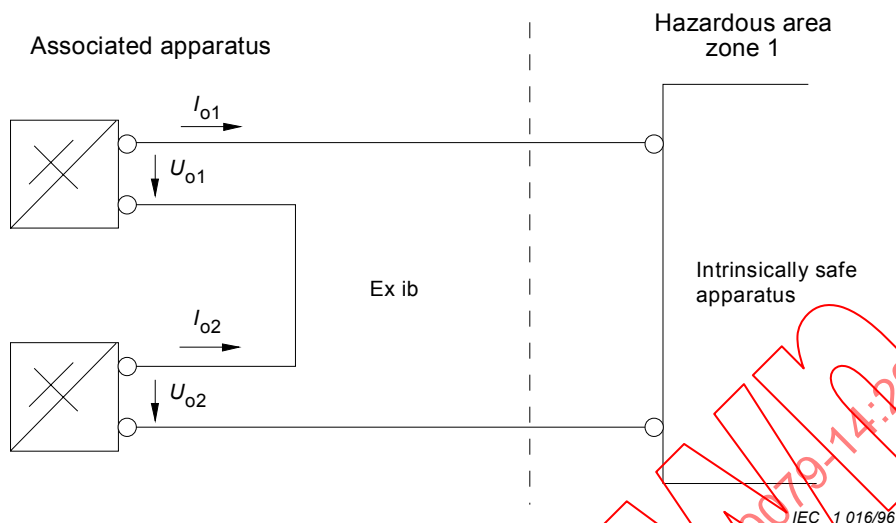
Dependent on the interconnection of the intrinsically safe terminals of the associated apparatus, the values of U_o and I_o should be determined, in the case of normal operation and also under fault conditions, taking into account

- 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 B.1) only the summation of voltages is possible, irrespective of the polarity of the circuits.

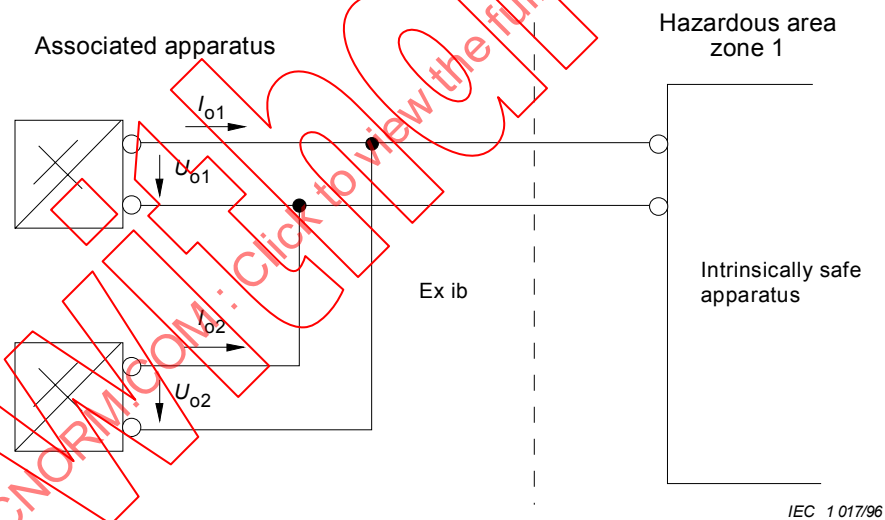
In the case of parallel connection of both poles of the sources (see Figure B.2) only the summation of currents is necessary.

In all other cases, where any interconnection of the poles of the sources is possible (see Figure B.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.



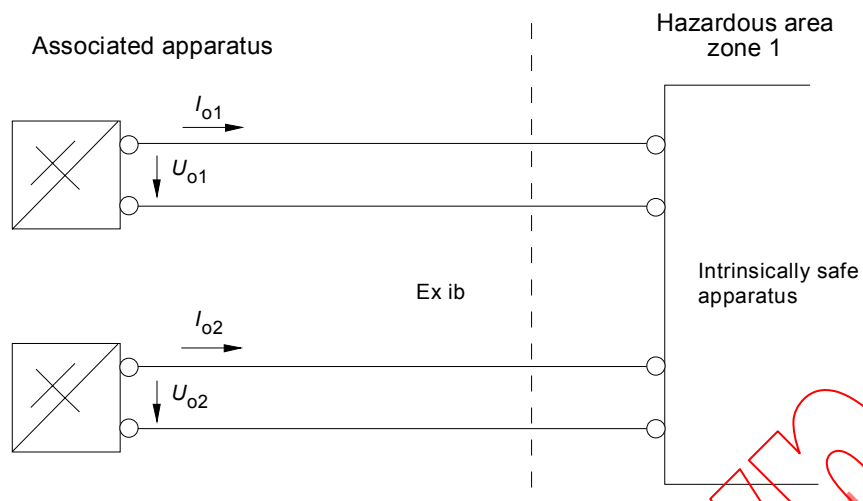
New maximum system values:
$$U_o = \sum U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$$
$$I_o = \max. (I_{oi})$$

Figure B.1 – Series connection – Summation of voltage



New maximum system values:
$$U_o = \max. (U_{oi})$$
$$I_o = \sum I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$$

Figure B.2 – Parallel connection – Summation of currents



New maximum system values: $U_o = \sum U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$ $U_o = \max. (U_{oi})$
 or $I_o = \max. (I_{oi})$ $I_o = \sum I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$

Figure B.3 – Series and parallel connections – Summations of voltages and summations of currents

Annex C (informative)

Determination of cable parameters

C.1 Measurements

The inductance and capacitance of a cable should be measured using equipment operating at a frequency of $1\text{ kHz} \pm 0,1\text{ kHz}$ and an accuracy of $\pm 1\%$. The resistance of the cable should be measured using d.c. equipment with an accuracy of $\pm 1\%$. 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 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

NOTE 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.

C.2 Multi-core cables

Where the conductors utilized by a particular intrinsically safe or energy-limited circuit are readily identifiable within a multi-core, only the cable parameters related to those specific conductors should be considered.

C.2.1 Type A multi-core 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.

C.2.2 Type B multi-core 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.

C.2.3 Other multi-core 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.

C.3 FISCO

The effective capacitance of the bus cable results from the capacitance per meter C' for the capacitance between the two conductors and, 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 D (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. In the absence of relevant IEC standards, national codes should be referenced.

Annex E
(normative)
**Potential stator winding discharge risk assessment –
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 F (normative)

Knowledge, skills and competencies of responsible persons, operatives and designers

F.1 Scope

This annex specifies the knowledge, skills and competencies of persons referred to in this standard.

F.2 Knowledge and skills

F.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 F.2.2 below.

F.2.2 Operatives (selection and erection)

Operatives 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.

F.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.

F.3 Competencies

F.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.

F.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 F.2.1 relevant to the types of protection and/or types of equipment involved.

F.3.3 Operatives

Operatives shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in F.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:

- use and availability of documentation specified in 4.2;
- production of job reports to the user as specified in 4.2;
- practical skills necessary for the preparation and installation of relevant concepts of protection;
- use and production of installation records as specified in 4.2.

F.3.4 Designers

Designers shall be able to demonstrate their competency and provide evidence of attaining the knowledge and skill requirements specified in F.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:

- production of documentation specified in 4.2;
- production of Designers certificates to the user as specified in 4.2;
- practical skills necessary for the preparation and compilation of relevant design details for the concepts of protection and systems involved;
- updated and production of installation records as specified in 4.2.

F.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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-14:2007

Withdrawn

Annex G
(informative)

Examples of dust layers of excessive thickness

This annex provides four examples of excessively thick dust layers (see Figures G.1a to G.1d).

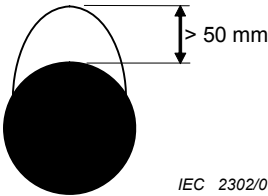
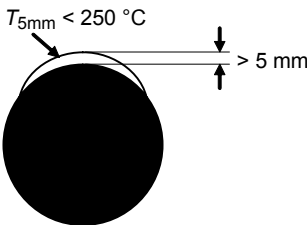
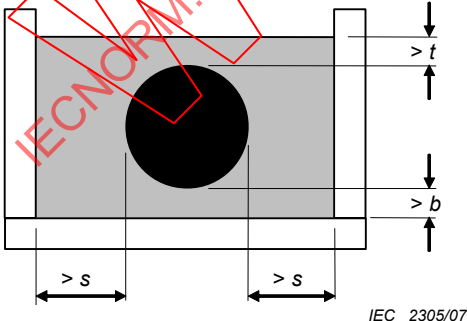
 IEC 2302/07	Figure G.1a – Excessive layer on top of equipment
 IEC 2303/07	Figure G.1b – Excessive layer on top of equipment due to low ignition temperature of the dust
 IEC 2304/07	Figure G.1c – Excessive layer at the sides of equipment
 IEC 2305/07	Figure G.1d – Completely submerged equipment Dimensions <i>b</i>, <i>s</i> and <i>t</i> to be limited by laboratory investigation

Figure G.1 – Examples for dust layers of excessive thickness with the requirement of laboratory investigation

Annex H (normative)

Frictional sparking risks with light metals and their alloys

H.1 General

Incendive frictional sparking can occur in circumstances where light metals or their alloys are brought into suitable contact with other materials, particularly when the other material is an oxygen carrier such as rust. Suitable safeguards shall therefore be taken to prevent the occurrence of such frictional contact in circumstances where an explosive atmosphere may be present, because the simultaneous occurrence of the two sets of circumstances could lead to ignition.

Explosive atmospheres shall be avoided and the equipment, whenever practicable, shall be sited in locations where such atmospheres are not likely to occur.

H.2 Rigidly mounted equipment

For rigidly mounted electrical equipment with light metal enclosures, and also for aluminium armoured or sheathed cable sited in zone 22 areas, the frictional sparking risk may be disregarded except in those particular circumstances where heavy impact might also initiate the release of flammable material. This also applies in zone 21 areas, unless the impact risk is high, in which case the use of light metal enclosures or aluminium protected cables shall be avoided. Such equipment and cables shall not be used in zone 20 areas.

H.3 Portable and transportable equipment

Portable and transportable equipment with light metal or light alloy enclosures, which are otherwise unprotected against frictional contact, shall not be taken into hazardous areas unless special precautions are taken to ensure safety. Such precautions may include a special permit to work in the assured absence of an explosive atmosphere, though more satisfactory safeguards may be taken, e.g. coating the equipment with a suitable abrasion-resistant material.

Where coatings are used, they shall be subject to regular and careful inspection. Use of the equipment shall not be permitted if inspection reveals that the protective material has become damaged to the extent that the underlying protected metal is visible.

Precautions shall be adopted even for equipment intended for use in zone 22 areas only, since it might be difficult in practice to prevent the transfer of unprotected portable equipment to an area of greater risk.

H.4 Fans

Provided that the protective cowls for light metal fans, e.g. on motors, are designed so that they are not readily deformed, such fans may be used in zone 21 and zone 22 areas since other modes of failure, e.g. bearing failure, are more likely to create a source of ignition. If plastic fans or cowls are used as alternatives, they shall be of anti-static material.

Annex I (informative)

Introduction of an alternative risk assessment method encompassing “equipment protection levels” for Ex equipment

I.1 Introduction

This annex provides an explanation of the concept of a risk assessment method encompassing equipment protection levels (EPLs). These EPLs are introduced to enable an alternative approach to current methods of selecting Ex equipment.

I.2 Historical background

Historically, it has been acknowledged that not all types of protection provide the same level of assurance against the possibility of an incendive condition occurring. The Installation Standard, IEC 60079-14, allocates specific types of protection to specific zones, on the statistical basis that the more likely or frequent the occurrence of an explosive atmosphere, the greater the level of security required against the possibility of an ignition source being active.

Hazardous areas (with the normal exception of coal mining) are divided into zones, according to the degree of hazard. The degree of hazard is defined according to the probability of the occurrence of explosive atmospheres. Generally, no account is taken of the potential consequences of an explosion, nor of other factors such as the toxicity of materials. A true risk assessment would consider all factors.

Acceptance of equipment into each zone is historically based on the type of protection. In some cases the type of protection may be divided into different levels of protection which again historically correlate to zones. For example, intrinsic safety is divided into levels of protection ia and ib. The encapsulation ‘m’ standard includes two levels of protection ‘ma’ and ‘mb’.

In the past, the equipment selection standard has provided a solid link between the type of protection for the equipment and the zone in which the equipment can be used. As noted earlier, nowhere in the IEC system of explosion protection is there any account taken of the potential consequences of an explosion, should it occur.

However, plant operators often make intuitive decisions on extending (or restricting) their zones in order to compensate for this omission. A typical example is the installation of ‘zone 1 type’ navigation equipment in zone 2 areas of offshore oil production platforms, so that the navigation equipment can remain functional even in the presence of a totally unexpected prolonged gas release. In the other direction, it is reasonable for the owner of a remote, well secured, small pumping station to drive the pump with a ‘zone 2 type’ motor, even in zone 1, if the total amount of gas available to explode is small and the risk to life and property from such an explosion can be discounted.

The situation became more complex with the introduction of the first edition of IEC 60079-26 which introduced additional requirements to be applied for equipment intended to be used in zone 0. Prior to this, Ex ia was considered to be the only technique acceptable in zone 0.

It has been recognized that it is beneficial to identify and mark all products according to their inherent ignition risk. This would make equipment selection easier and provide the ability to better apply a risk assessment approach, where appropriate.

I.3 General

A risk assessment approach for the acceptance of Ex equipment has been introduced as an alternative method to the current prescriptive and relatively inflexible approach linking equipment to zones. To facilitate this, a system of equipment protection levels has been introduced to clearly indicate the inherent ignition risk of equipment, no matter what type of protection is used.

The system of designating these equipment protection levels is as follows.

I.3.1 Mines susceptible to firedamp (Group I)

I.3.1.1 EPL Ma

Equipment for installation in a mine susceptible to firedamp, having a 'very high' level of protection, which has sufficient security that it is unlikely to become an ignition source, even when left energised in the presence of an outbreak of gas.

NOTE Typically communications circuits and gas detection equipment will be constructed to meet the Ma requirements, for example an Ex ia telephone circuit.

I.3.1.2 EPL Mb

Equipment for installation in a mine susceptible to firedamp, having a 'high' level of protection, which has sufficient security that it is unlikely to become a source of ignition in the time span between there being an outbreak of gas and the equipment being de-energised.

NOTE Typically Group I equipment will be constructed to meet the Mb requirements, for example Ex d motors and switchgear.

I.3.2 Gases (Group II)

I.3.2.1 EPL Ga

Equipment for explosive gas atmospheres, having a 'very high' level of protection, which is not a source of ignition in normal operation, expected faults or when subject to rare faults.

I.3.2.2 EPL Gb

Equipment for explosive gas atmospheres, having a 'high' level of protection, which is not a source of ignition in normal operation or when subject to faults that may be expected, though not necessarily on a regular basis.

NOTE The majority of the standard protection concepts bring equipment within this equipment protection level.

I.3.2.3 EPL Gc

Equipment for explosive gas atmospheres, having a 'enhanced' level of protection, which is not a source of ignition in normal operation and which may have some additional protection to ensure that it remains inactive as an ignition source in the case of regular expected occurrences (for example failure of a lamp).

NOTE Typically this will be Ex n equipment.

I.3.3 Dusts (Group III)

I.3.3.1 EPL Da

Equipment for combustible dust atmospheres, having a 'very high' level of protection, which is not a source of ignition in normal operation or when subject to rare faults.

I.3.3.2 EPL Db

Equipment for combustible dust atmospheres, having a 'high' level of protection, which is not a source of ignition in normal operation or when subject to faults that may be expected, though not necessarily on a regular basis.

I.3.3.3 EPL Dc

Equipment for combustible dust atmospheres, having an 'enhanced' level of protection, which is not a source of ignition in normal operation and which may have some additional protection to ensure that it remains inactive as an ignition source in the case of regular expected occurrences.

For the majority of situations, with typical potential consequences from a resultant explosion, it is intended that the following would apply for use of the equipment in zones (this is not directly applicable for coal mining, as the zone concept does not generally apply). See Table I.1.

**Table I.1 – Traditional relationship of EPLs to zones
(no additional risk assessment)**

Equipment protection level	Zone
Ga	0
Gb	1
Gc	2
Da	20
Db	21
Dc	22

I.4 Risk of ignition protection afforded

The various levels of protection of equipment must be capable of functioning in conformity with the operational parameters established by the manufacturer to that level of protection. See Table I.2.

Table I.2 – Description of risk of ignition protection provided

Protection afforded	Equipment protection level Group	Performance of protection	Conditions of operation
Very high	Ma ----- Group I	Two independent means of protection or safe even when two faults occur independently of each other	Equipment remains functioning when explosive atmosphere present
Very high	Ga ----- Group II	Two independent means of protection or safe even when two faults occur independently of each other	Equipment remains functioning in zones 0, 1 and 2
Very high	Da ----- Group III	Two independent means of protection or safe even when two faults occur independently of each other	Equipment remains functioning in zones 20, 21 and 22
High	Mb ----- Group I	Suitable for normal operation and severe operating conditions	Equipment de-energized when explosive atmosphere present
High	Gb ----- Group II	Suitable for normal operation and frequently occurring disturbances or equipment where faults are normally taken into account	Equipment remains functioning in zones 1 and 2
High	Db ----- Group III	Suitable for normal operation and frequently occurring disturbances or equipment where faults are normally taken into account	Equipment remains functioning in zones 21 and 22
Enhanced	Gc ----- Group II	Suitable for normal operation	Equipment remains functioning in zone 2
Enhanced	Dc ----- Group III	Suitable for normal operation	Equipment remains functioning in zone 22

I.5 Implementation

The 4th edition of IEC 60079-14 (encompassing the former requirements of IEC 61241-14) will introduce the EPLs to allow a system of 'risk assessment' as an alternative method for the selection of equipment. Reference will also be included in the classification standards IEC 60079-10 and IEC 61241-10.

The additional marking and the correlation of the existing types of protection are being introduced into the revisions to the following IEC standards:

- IEC 60079-0 (encompassing the former requirements of IEC 61241-0)
- IEC 60079-1
- IEC 60079-2 (encompassing the former requirements of IEC 61241-4)
- IEC 60079-5
- IEC 60079-6
- IEC 60079-7
- IEC 60079-11 (encompassing the former requirements of IEC 61241-11)
- IEC 60079-15

- IEC 60079-18 (encompassing the former requirements of IEC 61241-18)
- IEC 60079-26
- IEC 60079-28

For the types of protection for explosive gas atmospheres the EPLs require additional marking. For explosive dust atmospheres the present system of marking the zones on equipment is being replaced by marking the EPLs.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-14:2007

Withdrawn

Bibliography

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: Guide for design and performance of a.c. motors specifically designed for convertor supply*

IEC 60050(426), *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 426: Electrical equipment for explosive atmospheres*

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 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*

CENELEC/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*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of EC 60079-14:2007

Withdrawn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	102
INTRODUCTION	104
1 Domaine d'application	107
2 Références normatives	107
3 Termes et définitions	110
3.1 Généralités	110
3.2 Emplacements dangereux	110
3.3 Enveloppes antidéflagrantes	112
3.4 Sécurité augmentée	112
3.5 Sécurité intrinsèque – Généralités	112
3.6 Paramètres de sécurité intrinsèque	113
3.7 Suppression	113
3.8 Mode de protection « n »	114
3.13 Systèmes d'alimentation électrique	115
3.14 Matériel	115
4 Généralités	116
4.1 Exigences générales	116
4.2 Documentation	117
4.3 Assurance de la conformité du matériel	118
4.3.1 Matériel certifié par rapport aux normes CEI	118
4.3.2 Matériel non certifié par rapport aux normes CEI	118
4.3.3 Sélection d'un matériel réparé, de seconde main ou existant	118
4.4 Qualifications du personnel	118
5 Sélection du matériel électrique (à l'exception des câbles et des conduits)	119
5.1 Exigences relatives aux informations	119
5.2 Zones	119
5.3 Relation entre le niveau de protection du matériel (EPL) et les zones	119
5.4 Sélection du matériel selon les EPL	120
5.4.1 Relation entre les EPL et les modes de protection	120
5.4.2 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL « Ga » ou « Da »	122
5.4.3 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL « Gb » ou « Db »	122
5.4.4 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL « Gc » ou « Dc »	122
5.5 Sélection en fonction du groupe du matériel	122
5.6 Sélection en fonction de la température d'inflammation du gaz, de la vapeur ou de la poussière et de la température ambiante	123
5.6.1 Généralités	123
5.6.2 Gaz ou vapeur	123
5.6.3 Poussière	123
5.7 Sélection de matériels rayonnant pour la poussière	126
5.7.1 Processus d'inflammation	126
5.7.2 Mesures de sécurité en Zones 20 ou 21	127
5.7.3 Mesures de sécurité en Zone 22	127
5.8 Sélection de matériel à ultrason pour la poussière	127

5.8.1	Processus d'inflammation	127
5.8.2	Mesures de sécurité	127
5.9	Influences externes	128
5.10	Alliages légers en tant que matériaux de construction	129
5.10.1	Gaz ou vapeur	129
5.10.2	Poussière	129
5.11	Matériel transportable, portable et personnel	129
5.11.1	Généralités	129
5.11.2	Matériel transportable et portable - Gaz	129
5.11.3	Matériel personnel - Gaz	130
5.11.4	Poussière	130
5.12	Sélection des machines électriques tournantes	130
5.12.1	Généralités	130
5.12.2	Moteurs alimentés par un convertisseur de tension	130
5.13	Luminaires	131
5.14	Prises de courant pour la poussière	131
5.14.1	Généralités	131
5.14.2	Montage	131
5.14.3	Emplacement	131
6	Protection contre les étincelles dangereuses (susceptibles de constituer une source d'inflammation)	131
6.1	Danger lié aux parties actives	131
6.2	Danger lié aux masses et éléments conducteurs extérieurs	131
6.2.1	Schéma de liaison à la terre TN	132
6.2.2	Schéma de liaison à la terre TT	132
6.2.3	Schéma de liaison à la terre IT	132
6.2.4	Systèmes TBTS et TBTP	132
6.2.5	Séparation électrique	132
6.2.6	Au dessus des emplacements dangereux	132
6.3	Egalisation de potentiel	133
6.3.1	Généralités	133
6.3.2	Liaison temporaire	133
6.4	Electricité statique	134
6.4.1	Gaz	134
6.4.2	Poussière	135
6.5	Protection contre la foudre	135
6.6	Rayonnements électromagnétiques	135
6.7	Protection cathodique des parties métalliques	135
6.8	Inflammation par rayonnement optique	135
7	Protection électrique	136
7.1	Généralités	136
7.2	Machines électriques tournantes	136
7.3	Transformateurs	136
7.4	Dispositifs de chauffage par résistance	136
8	Coupures d'urgence et sectionnement	137
8.1	Coupure d'urgence	137
8.2	Sectionnement	137
9	Systèmes de câblage	138
9.1	Généralités	138

9.2	Conducteurs en aluminium	138
9.3	Câbles.....	138
9.3.1	Câbles pour câblages fixes.....	138
9.3.2	Câbles alimentant des matériels transportables et portables.....	138
9.3.3	Raccordement souple pour la poussière	139
9.3.4	Câbles flexibles	139
9.3.5	Câbles mono-conducteurs non gainés	139
9.3.6	Lignes aériennes	139
9.3.7	Protection contre les dommages.....	140
9.3.8	Température de surface des câbles	140
9.3.9	Propagation des flammes	140
9.3.10	Connexion des câbles au matériel	141
9.4	Systèmes de conduits	141
9.5	Câbles et systèmes de conduits	142
9.5.1	EPL « Ga ».....	142
9.5.2	EPL « Da »	142
9.5.3	Câbles et systèmes de conduits pour EPL « Gb », « Gc », « Db » et « Dc »	142
9.6	Exigences d'installation	142
9.6.1	Circuits traversant un emplacement dangereux	142
9.6.2	Protection des extrémités toronnées.....	142
9.6.3	Conducteurs inutilisés	143
9.6.4	Ouvertures inutilisées.....	143
9.6.5	Contacts fortuits	143
9.6.6	Jonctions.....	143
9.6.7	Ouvertures dans les parois.....	143
9.6.8	Passage et accumulation d'agents inflammables	143
9.6.9	Accumulation de charges électrostatiques par la poussière	144
9.6.10	Accumulation de poussière combustible	144
10	Exigences supplémentaires relatives au mode de protection « d » – Enveloppes antidéflagrantes.....	144
10.1	Généralités.....	144
10.2	Obstacles solides	144
10.3	Protection des joints antidéflagrants.....	145
10.4	Systèmes d'entrée de câble	145
10.4.1	Généralités.....	145
10.4.2	Sélection des entrées de câble	146
10.5	Systèmes de conduits	147
10.6	Moteurs	148
10.6.1	Moteurs avec alimentation par convertisseur	148
10.6.2	Démarrage à tension réduite (démarrage progressif).....	148
11	Exigences supplémentaires pour le mode de protection « e » – Sécurité augmentée	149
11.1	Degré de protection des enveloppes (CEI 60034-5 et CEI 60529)	149
11.2	Systèmes de câblage	149
11.2.1	Généralités.....	149
11.2.2	Entrées de câble	149
11.2.3	Extrémités des conducteurs.....	150
11.2.4	Combinaisons des bornes et des conducteurs pour raccordement et des boîtes de jonction.....	150

11.3	Moteur à induction à cage	150
11.3.1	Alimenté par le réseau.....	150
11.3.2	Capteurs de température de l'enroulement	151
11.3.3	Machines ayant une tension assignée supérieure à 1 kV	152
11.3.4	Moteurs avec alimentation par convertisseur	152
11.3.5	Démarrage à tension réduite (démarrage progressif).....	152
11.4	Luminaires	152
12	Exigences supplémentaires relatives au mode de protection « i » –Sécurité intrinsèque	153
12.1	Remarque introductive	153
12.2	Installations devant répondre aux exigences des EPL « Gb » ou « Gc ».....	153
12.2.1	Matériel	153
12.2.2	Câbles	154
12.2.3	Extrémités des circuits de sécurité intrinsèque	159
12.2.4	Mise à la terre des circuits de sécurité intrinsèque	159
12.2.5	Vérification des circuits de sécurité intrinsèque	160
12.3	Installations répondant aux exigences d'EPL « Ga »	163
12.4	Applications spéciales	164
13	Exigences complémentaires pour les enveloppes à surpression interne	164
13.1	mode de protection « p »	164
13.1.1	Généralités.....	164
13.1.2	Conduites	165
13.1.3	Actions à entreprendre en cas de panne de la surpression	166
13.1.4	multiples enveloppes à surpression interne avec dispositif de sécurité commun	167
13.1.5	Balayage	168
13.1.6	Gaz de protection	168
13.1.7	Systèmes de câblage	168
13.2	Moteurs.....	169
13.2.1	Moteurs avec alimentation par convertisseur	169
13.2.2	Démarrage à tension réduite (démarrage progressif).....	169
13.3	mode de protection « pD »	169
13.3.1	Sources de gaz de protection	169
13.3.2	Arrêt automatique	170
13.3.3	Alarme.....	170
13.3.4	Sources commune de gaz de protection	170
13.3.5	Mise en route de l'alimentation électrique	170
13.3.6	Moteurs avec alimentation par convertisseur	171
13.4	Salles pour atmosphère explosive gazeuse	171
13.4.1	Salles à surpression interne et bâtiments pour analyseurs.....	171
14	Exigences supplémentaires pour le mode de protection « n ».....	171
14.1	Généralités.....	171
14.2	Degré de protection des enveloppes (CEI 60034-5 et CEI 60529)	172
14.3	Systèmes de câblage	172
14.3.1	Généralités.....	172
14.3.2	Entrées de câble	172
14.3.3	Extrémités des conducteurs.....	173
14.4	Moteurs.....	173
14.4.1	Machines ayant une tension assignée supérieure à 1 kV	173

14.4.2 Moteurs avec alimentation par convertisseur	174
14.4.3 Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)	174
14.5 Luminaires	174
15 Exigences supplémentaires relatives au mode de protection «o» – Immersion dans l'huile	174
16 Exigences supplémentaires relatives au mode de protection «q» –Remplissage pulvérulent	175
17 Exigences supplémentaires pour le mode de protection « m » - Encapsulage.....	175
18 Exigences complémentaires pour le mode de protection « tD » - Protection par enveloppe	175
18.1 Méthodes A et B.....	175
18.2 Méthode A.....	175
18.3 Méthode B.....	175
18.4 Moteurs alimenté à une fréquence et des tensions variables	176
Annexe A (normative) Vérification des circuits de sécurité intrinsèque possédant plus d'un matériel associé avec des caractéristiques courant/tension linéaires.....	177
Annexe B (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 linéaires de courant/tension (comme exigé à l'annexe A).....	178
Annexe C (informative) Détermination des paramètres des câbles.....	181
Annexe D (informative) Recommandations pour une procédure de travail en sécurité pour les atmosphères explosives gazeuses	183
Annexe E (normative) Evaluation du risque de décharge potentielle de l'enroulement du stator – Facteurs de risque d'inflammation	184
Annexe F (normative) Connaissances, compétences et qualifications des personnes responsables, des opérateurs et des concepteurs.....	185
Annexe G (informative) Exemples de couches de poussières d'épaisseur excessive.....	188
Annexe H (normative) Risques de formation d'étincelles par friction avec les métaux légers et leurs alliages	189
Annexe I (informative) Introduction à une méthode alternative d'évaluation des risques incluant les « niveaux de protection du matériel » pour les matériels Ex	191
Bibliographie.....	196
Figure 1 – Corrélation entre la température maximale de surface admissible et l'épaisseur des couches de poussière.....	125
Figure 2 – Diagramme de sélection des dispositifs d'entrée de câbles utilisés en conjonction avec les enveloppes antidéflagrantes, pour câbles conformes au point b) de 10.4.2	147
Figure 3 – Mise à la terre des écrans conducteurs	156
Figure B.1 – Connexion série – Somme des tensions.....	179
Figure B.2 – Connexion parallèle – Somme des courants	179
Figure B.3 – Connexions série et parallèle – Somme des tensions et somme des courants	180
Figure G.1a – Couche excessive sur le haut du matériel	188
Figure G.1b – Couche excessive sur le haut du matériel en raison d'une faible température	188

Figure G.1c – Couche excessive sur les côtés du matériel	188
Figure G.1d – Matériel entièrement submergé de poussières	188
Figure G.1 – Exemples de couches de poussières d'épaisseur excessive avec exigence de contrôle en laboratoire	188
Tableau 1 – Niveaux de protection du matériel (EPL) quand seules les zones sont assignées	119
Tableau 2 – Relation entre les modes de protection et les EPL	121
Tableau 3 – Relation entre la subdivision de gaz/vapeur ou poussière et le sous-groupe de matériel	122
Tableau 4 – Relation entre les classes de température, les températures de surface et les températures d'inflammation	123
Tableau 5 – Limitation des surfaces	134
Tableau 6 – Distance minimale d'obstruction concernant la bride antidéflagrante, suivant les sous-groupes de gaz présents dans l'emplacement dangereux	145
Tableau 7 – Evaluation de la classe T4 selon la taille du composant et la température ambiante	162
Tableau 8 – Détermination du mode de protection (avec un dégagement ininflammable dans l'enveloppe)	164
Tableau 9 – Utilisation de barrières contre les étincelles et les particules	165
Tableau 10 – Action à entreprendre lorsque la surpression à l'aide du gaz de protection est défaillante sur un matériel électrique sans source de dégagement interne	166
Tableau 11 – Résumé des exigences de protection des enveloppes	170
Tableau 12 – Méthode A, étanchéité à la poussière	175
Tableau 13 – Méthode B, étanchéité à la poussière	175
Tableau I.1 – Relation traditionnelle entre EPLs et Zones (sans évaluation de risque complémentaire)	193
Tableau I.2 – Description de la protection contre le risque d'inflammabilité fournie	194

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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La 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: Equipement pour atmosphères explosives.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition publiée en 2002. Elle constitue une révision technique pour ce qui concerne les gaz et vapeurs et les exigences pour les poussières, de la CEI 61241-14 (2004), y ont été introduites. Cette introduction des exigences pour les poussières n'implique pas de modifications techniques dans le domaine des atmosphères de poussière combustible.

Les modifications techniques significatives par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- La connaissance et les compétences des personnes responsables, des opérateurs et des concepteurs sont expliquées dans l'Annexe F.

- Les niveaux de protection de matériel (EPLs pour « Equipment Protection Levels ») ont été introduits et ils sont expliqués dans une nouvelle Annexe I.
- Les exigences pour les poussières issues de la CEI 61241-14, ed.1.0.

NOTE Les exigences pour les poussières sont incluses dans une présentation temporaire pour cette édition et elles seront redéfinies dans la prochaine édition avec d'autres modifications techniques.

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

FDIS	Rapport de vote
31J/150/FDIS	31J/152/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60079, 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 maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

Les mesures préventives pour réduire le risque d'explosion lié à des matières inflammables sont basées sur trois principes, qui peuvent être 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 font partie du processus de classification 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.

NOTE 2 Les points ci-dessus font partie des suites données à une gestion des risques.

Une fois que les principes de substitution et de maîtrise (points a) à e)) ont été appliqués, les emplacements dangereux persistant doivent être classés en zones selon la probabilité de la présence d'une atmosphère explosive (voir la CEI 60079-10 ou la CEI 61241-10). 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 à spécifier en chaque emplacement.

Pour qu'une explosion se produise, une atmosphère explosive et une source d'inflammation doivent coexister. 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 pas dangereux.

Quand un matériel électrique doit être installé dans des emplacements où des concentrations dangereuses et des quantités de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières inflammables sont 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 défauts.

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 combustibles sont présentes et des précautions adaptées doivent donc être mises en place pour que ces matériels soient 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 aux frictions.

Les emplacements où les poussières, les particules en suspension et les fibres sont contenues dans l'air en quantités dangereuses sont classés et répartis en trois zones selon le niveau de risque.

Les poussières combustibles 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 commutateurs, des contacts, 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 friction provenant du matériel.

Afin d'éviter les dangers résultant de l'inflammation de poussières, il est nécessaire 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 que 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 combustible ;
- 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.

La présente norme est fondée sur l'hypothèse que le matériel électrique est correctement installé, éprouvé, maintenu et utilisé, conformément à ses caractéristiques spécifiées.

Les aspects relatifs à l'inspection, la maintenance et la réparation jouent 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 et la CEI 60079-19 apportent d'autres informations concernant ces aspects.

Dans toute installation industrielle, quelque 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, mais des recommandations dans ce domaine sont hors du domaine d'application de la présente norme.

Dans la CEI 61241-1, deux types de méthodes opératoires, A et B, pour la protection par enveloppe « tD », sont spécifiées et elles sont prévues pour apporter un niveau de protection équivalent.

Ces deux méthodes opératoires sont d'un usage courant et il convient que les exigences de chacune soient suivies sans combiner les exigences pour le matériel ou les exigences de sélection/installation des deux méthodes. Elles suivent une méthodologie différente avec des différences de base qui sont:

Méthode A	Méthode B
Ecrite principalement comme des exigences basées sur l'aptitude à la fonction	Ecrite principalement comme des exigences basées sur l'aptitude à la fonction et sur des exigences
La température maximale de surface est déterminée avec une couche de poussière de 5 mm et les règles d'installation exigent une marge de 75 °C entre la température de surface et la température d'inflammation de la poussière considérée	La température maximale de surface est déterminée avec une couche de poussière de 12,5 mm et les règles d'installation exigent une marge de 25 °C entre la température de surface et la température d'inflammation de la poussière considérée
Une méthode pour obtenir la protection requise contre la pénétration de poussières en utilisant des garnitures élastiques sur les joints, et des garnitures glissantes sur les arbres en rotation ou en mouvement et les tiges de commande, et par la détermination de la pénétration de poussières conformément à la CEI 60529 - Codes IP	Une méthode pour obtenir la protection requise contre la pénétration de poussières au moyen de largeurs et distances spécifiées entre les faces en regard des joints, et dans le cas des arbres en rotation ou en mouvement et des tiges de commande, par des distances longitudinales et diamétrales entre les parties mobiles et fixes, et par la détermination de la pénétration de poussières conformément aux essais de cycles de température

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079 établit les exigences particulières de conception, de sélection et de montage applicables aux installations électriques situées dans des emplacements dangereux en relation avec des atmosphères explosives.

Lorsqu'il est exigé que le matériel soit conforme à d'autres conditions environnementales, par exemple la protection contre la pénétration de l'eau et la résistance à la corrosion, des méthodes complémentaires de protection peuvent être nécessaires. Il convient que la méthode utilisée ne dégrade pas l'intégrité de l'enveloppe.

Les exigences de la présente norme s'appliquent uniquement à l'utilisation de matériels dans des conditions atmosphériques normales ou proches de la normale. Pour d'autres conditions, des précautions complémentaires peuvent être nécessaires. Par exemple, la plupart des matières inflammables et beaucoup de matières qui sont normalement considérées comme ininflammables peuvent brûler violemment dans des conditions enrichies en oxygène. D'autres précautions peuvent aussi être nécessaires dans l'utilisation de matériels sous des conditions de température et de pression extrêmes. De telles précautions sont hors du domaine d'application de la présente norme.

Ces exigences complètent celles relatives aux installations dans les emplacements non dangereux.

La présente norme est applicable à tout matériel électrique fixe, portable, transportable et personnel et aux installations permanentes ou temporaires.

Elle s'applique à toutes les installations, quelque soit la tension utilisée.

La présente norme ne s'applique pas

- aux installations électriques situées dans des mines grisouteuses;

NOTE Cette norme peut s'appliquer aux installations électriques situées dans des mines générant 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 des substances explosives ou pyrophoriques (par exemple la fabrication et le traitement d'explosifs) ;
- aux salles utilisées à des fins médicales ;
- aux installations électriques dans des emplacements où le danger résulte de mélanges hybrides de poussières combustibles et de gaz, de vapeurs ou brouillards explosifs.

La présente norme ne prend pas en compte les risques liés à une émission de gaz inflammable ou toxique provenant de la poussière.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références

non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60034-1: *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

CEI 60050-826, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 826: Installations électriques*

CEI 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

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 60079-2, *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 60079-6, *Atmosphères explosives – Partie 6: Protection du matériel par immersion dans l'huile «o»*

CEI 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection du matériel par sécurité augmentée «e»*

CEI 60079-11, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque «i»*

CEI/TR 60079-13, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 13: Construction et exploitation de salles ou bâtiments protégés par surpression interne*

CEI 60079-14, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 14: Installations électriques dans les emplacements dangereux (autres que les mines)*

CEI 60079-15, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 15: Construction, essais et marquage des matériels électriques du mode de protection «n»*

CEI 60079-16, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 16: Ventilation artificielle pour la protection des bâtiments pour analyseur(s)*

CEI 60079-18, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 18: Construction, essais et marquage des matériels électriques du type de protection par encapsulage «m»*

CEI 60079-19, *Atmosphères explosives – Partie 19: Réparation, révision et remise en état du matériel*

CEI 60079-25, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 25: Systèmes de sécurité intrinsèque*

CEI 60079-26, *Atmosphères explosives – Partie 26 : Matériel d'un niveau de protection du matériel (EPL) Ga*

CEI 60079-27, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 27: Concept de réseau de terrain de sécurité intrinsèque (FISCO) et concept de réseau de terrain non incendiaire (FNICO)*

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 60079-29-2, *Atmosphères explosives – Partie 29-2: Détecteurs de gaz – Sélection, installation, utilisation et maintenance des détecteurs de gaz inflammables et d'oxygène*

CEI 60079-31, *Atmosphères explosives – Partie 31 :Protection du matériel contre l'inflammation des poussières par enveloppe « tD »¹*

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 du câble isolé – Procédure pour flamme à pré-mélange de 1 kW*

CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

CEI 60364-4-41, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité - Protection contre les chocs électriques*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60950 (toutes les parties), *Matériels de traitement de l'information – Sécurité*

CEI 61010-1, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 61241 (toutes les parties), *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles*

CEI 61241-0, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles – Partie 0: Exigences générales*

CEI 61241-1, *Matériels électriques pour utilisation 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: Type de protection «pD»*

¹ A publier.

CEI 61241-10, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles*
– *Partie 10: Classification des emplacements où des poussières combustibles sont ou peuvent être présentes*

CEI 61241-11, *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles*
– *Partie 11: Protection par sécurité intrinsèque «iD»*

CEI 61285, *Commande des processus industriels – Sécurité des bâtiments pour analyseurs*

CEI 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2-6: Règles particulières pour les transformateurs de sécurité pour usage général*

CEI 62305-3, *Protection contre la foudre – Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains*

ISO 10807, *Tuyauteries – Tuyauteries métalliques flexibles onduleuses destinées à la protection de câbles électriques dans les atmosphères explosives*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60079-0 ainsi que ceux qui suivent sont applicables.

NOTE Des définitions complémentaires applicables aux atmosphères explosives sont données 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 exigés par les aspects de sécurité

3.1.2

dossier de vérification

ensemble de documents montrant la conformité du matériel électrique et des installations

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 Pour l'application de cette 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 destiné à être utilisé

NOTE Les matériels électriques destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives sont répartis en trois groupes:

- Groupe I: matériels électriques pour des mines et susceptibles d'être exposés au grisou;
- Groupe II (qui peut être divisé en sous-groupes): matériel électrique pour emplacements avec une atmosphère explosive gazeuse, autres que les mines grisouteuses (voir 5.5) ;
- Groupe III (qui peut être divisé en sous-groupes): matériels électriques pour des emplacements avec une atmosphère de poussière explosive (voir 5.5).

3.2.4

température maximale de surface admissible

température la plus élevée que la surface d'un matériel électrique est autorisée à atteindre en service normal pour éviter une inflammation

NOTE La température maximale de surface autorisée dépend du type de poussière, de sa forme en nuage ou en couche, de l'épaisseur de la couche et de l'application d'un facteur de sécurité. Pour plus de détails, voir 5.6.3.

3.2.5

zones

les emplacements dangereux sont classés en zones basées sur la fréquence d'apparition et la durée de persistance d'une atmosphère explosive

3.2.6

zone 0

emplacement dans lequel une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz, vapeur ou brouillard est présente continuellement ou pour de longues périodes ou fréquemment

3.2.7

zone 1

emplacement dans lequel une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz, vapeur ou brouillard est susceptible d'apparaître occasionnellement en fonctionnement normal

3.2.8

zone 2

emplacement dans lequel une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air et de substances inflammables sous forme de gaz, vapeur ou brouillard n'est pas susceptible d'apparaître en fonctionnement normal, mais où si néanmoins cette atmosphère apparaît, ce ne sera que pour une courte période

3.2.9

zone 20

emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous la forme d'un nuage de poussières combustibles dans l'air est présente continuellement ou pour de longues périodes ou fréquemment

3.2.10

zone 21

emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous la forme d'un nuage de poussières combustibles est susceptible d'apparaître occasionnellement en fonctionnement normal

3.2.11

zone 22

emplacement dans lequel une atmosphère explosive sous la forme d'un nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible d'apparaître en fonctionnement normal, mais où si néanmoins cette atmosphère apparaît, ce ne sera que pour une courte période

3.3 Enveloppes antidéflagrantes

3.3.1

enveloppes antidéflagrantes «d»

mode de protection dans lequel les parties pouvant enflammer une atmosphère explosive 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 pré-compression

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 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 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 sous 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 bloqué dans son armature dans la position d'entrefer maximale, 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 – Généralités

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 pouvant être la cause d'une inflammation tant par étincelle que par effet thermique

NOTE Compte tenu de la manière dont la sécurité intrinsèque est réalisée, il est nécessaire de s'assurer que non seulement le matériel électrique exposé à une atmosphère explosive mais également les autres matériels électriques qui sont interconnectés avec lui, sont construits de manière appropriée.

3.5.2

matériel de sécurité intrinsèque

matériel électrique dans lequel tous les circuits sont de sécurité intrinsèque

NOTE Il convient que le matériel de sécurité intrinsèque soit conforme à la CEI 60079-11, niveau de protection « ia », « ib » ou « ic ».

3.5.3

isolation galvanique

dispositif à l'intérieur d'un matériel de sécurité intrinsèque ou d'un matériel associé qui permet le transfert du signal ou de l'alimentation entre deux circuits sans aucune connexion électrique directe entre les deux circuits

NOTE L'isolation galvanique utilise souvent, soit le magnétisme (transformateur ou relais), soit des opto-coupleurs.

3.5.4

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 énergie limitée du circuit dans lequel il est utilisé

NOTE Sont considérés comme matériels simples, les matériels suivants:

- a) des composants passifs, par exemple, des interrupteurs, des boîtiers de jonction, des résistances et des dispositifs semiconducteurs simples ;
- b) des sources d'énergie stockée impliquant des paramètres bien définis, par exemple, des condensateurs ou des bobines d'inductance dont les valeurs sont prises en compte quand on détermine la sécurité globale du système ;
- c) des sources générant une énergie, par exemple, des couples thermoélectriques et des cellules photoélectriques qui ne produisent pas plus de 1,5V, 100 mA et 25 mW. Tout condensateur ou bobine d'inductance présent dans ces sources d'énergie est pris en compte comme spécifié au b) ci-dessus.

3.5.5

circuit de sécurité intrinsèque

circuit dans lequel tout le matériel est, soit un matériel de sécurité intrinsèque, soit un matériel simple

NOTE Le circuit peut aussi comprendre du matériel associé.

3.5.6

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

3.5.7

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_0/R_0)

rapport entre l'inductance (L_0) et la résistance (R_0) de tout circuit externe branché aux éléments de raccordement du matériel électrique sans invalider la sécurité intrinsèque

3.7 Suppression

3.7.1

suppression « 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

NOTE Il est recommandé que la surpression soit conforme à la CEI 60079-2 « px », « py » ou « pz ».

3.7.2

dilution continue (débit)

alimentation permanente en gaz de protection, après balayage, afin de maintenir à l'intérieur de l'enveloppe la concentration des substances inflammables 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 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 des fuites

alimentation en gaz de protection suffisante pour compenser toute fuite de l'enveloppe et de ses canalisations

3.7.4

surpression statique

maintien d'une surpression dans l'enveloppe 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 Il convient que le mode de protection soit conforme à la CEI 60079-15 « nA », « nC » ou « nR ».

NOTE 2 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 3 Comme exemple d'une condition anormale spécifiée, on peut citer un luminaire avec une ampoule cassée.

3.8.2

matériel à énergie 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 énergie limitée

matériel électrique qui contient à la fois des circuits à énergie limitée et des circuits qui ne sont pas à énergie limitée et qui est construit de telle sorte que les circuits qui ne sont pas à énergie limitée ne peuvent pas affecter la sécurité des circuits à énergie limitée

3.9

immersion dans l'huile « o »

mode de protection dans lequel le matériel ou les composants du matériel électrique sont immergés dans un liquide de protection de telle sorte qu'une atmosphère explosive gazeuse 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 sont en position fixe et sont complètement noyées dans un matériau de remplissage de telle sorte que l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante soit empêchée

NOTE Le mode de protection peut ne pas empêcher la pénétration de l'atmosphère explosive environnante dans le matériel et les composants et l'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 se propagerait à travers les cheminements dans le matériau de remplissage, une explosion externe est empêchée.

3.11

encapsulation « 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

NOTE Il convient que l'encapsulation soit conforme à la CEI 60079-18 « ma », « mb » ou « mc ».

3.12

mode de protection contre l'inflammation de poussières « tD »

mode de protection dans lequel tout le matériel électrique est protégé par une enveloppe pour empêcher l'inflammation d'une couche de poussière ou d'un nuage de poussière

3.13 Systèmes d'alimentation électrique

3.13.1

très basse tension fonctionnelle (TBTP)

système électrique dans lequel la tension ne peut pas dépasser la valeur de très basse tension

- dans des conditions normales, et
- dans des conditions de défaut unique, à l'exception des défauts de mise à la terre d'autres circuits électriques

[VEI 826-12-32]

3.13.2

très basse tension de sécurité (TBTS)

système électrique dans lequel la tension ne peut pas dépasser la valeur de très basse tension

- dans des conditions normales et
- dans des conditions de défaut unique, y compris des défauts de mise à la terre d'autres circuits électriques

[IEV 826-12-31]

3.14 Matériel

3.14.1

fixe

matériel fixé à un support ou attaché autrement dans un emplacement spécifique

[VEI 826-07-07]

3.14.2

transportable

matériel qui n'est pas destiné à être porté par une personne ni prévu pour une installation fixe

3.14.3

portable

matériel destiné à être porté par une personne

3.14.4

personnel

matériel destiné à être porté par une personne pendant son utilisation normale

4 Généralités

4.1 Exigences générales

Les emplacements dangereux sont classés en zones 0, 1 et 2 pour les gaz, vapeurs et brouillards conformément à la CEI 60079-10 et en zones 20, 21 et 22 pour les poussières combustibles conformément à la CEI 61241-10, 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. Quand cela n'est pas possible, il y a lieu qu'il soit situé dans un emplacement ayant des exigences les moins élevées.

Les installations électriques situées dans les emplacements dangereux doivent satisfaire également aux exigences 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.

Les appareils et matériels électriques doivent être installés et utilisés à l'intérieur de leur domaine 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 être portée à ce 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 sur des bases correctes de tension, de fréquence, et des autres paramètres.

Tous les matériels et dispositifs de câblage électriques utilisés dans des emplacements dangereux doivent être sélectionnés en conformité avec les dispositions des Articles 5 à 9 inclus et en conformité avec les exigences supplémentaires concernant le mode de protection concerné (Articles 10 à 18).

Le matériel doit être installé en conformité avec les spécifications indiquées dans sa documentation. Il doit être garanti que les éléments remplaçables sont de type et de caractéristiques assignées corrects. Au terme du montage, on doit procéder à une inspection initiale du matériel et de l'installation conformément à la CEI 60079-17.

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).

Les matériels et les systèmes utilisés dans des circonstances exceptionnelles, par exemple, pour des opérations de recherche, de développement, dans des sites pilotes où l'équipement pour la protection contre l'explosion n'est pas disponible, n'ont pas nécessairement besoin de répondre 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 assurer le débranchement du matériel lors de la survenue d'une atmosphère explosive, auquel cas l'inflammation consécutive au débranchement, par exemple en raison d'éléments surchauffés, doit également être empêchée, ou
- prise de mesures visant à assurer que les personnes et l'environnement ne sont pas soumis à des risques d'incendie ou d'explosion sur le site expérimental.

En outre, les mesures à prendre sont définies par écrit par un organisme compétent qui

- est familiarisé avec les exigences applicables à ce type d'application, et avec toute autre norme et code de pratique approprié concernant l'utilisation de matériels et de systèmes électriques destinés à être employés dans des emplacements dangereux,
- a accès à toutes les informations nécessaires pour procéder à l'évaluation.

4.2 Documentation

Il est nécessaire de garantir que toute installation est conforme aux certificats appropriés ainsi qu'à la présente norme et à toute autre exigence spécifique 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 gardé dans les locaux, soit stocké en un autre endroit. Dans ce dernier cas, un document doit être disponible dans les locaux, indiquant qui est le propriétaire et où l'information est gardée, afin que si cela est nécessaire, des copies puissent être obtenues.

Pour installer ou étendre correctement une installation existante, il est nécessaire, lorsque cela est applicable, de disposer, en plus de celles exigées dans des emplacements non dangereux, des informations suivantes:

- documents de classement de l'emplacement (voir la CEI 60079-10 et la CEI 61241-10) avec des plans montrant le classement et l'extension des emplacements dangereux, ainsi que les zones (et pour les couches de poussières, l'épaisseur maximale admissible si le risque est lié aux poussières combustibles) ;
- évaluation optionnelle des conséquences de l'inflammation (voir 5.1.3) ;
- instructions de montage et de raccordement ;
- documents relatifs aux matériels électriques impliquant des conditions particulières, par exemple, aux matériels possédant des numéros de certificat comportant le suffixe «X» ;
- document descriptif relatif au système de sécurité intrinsèque (voir 12.2.5) ;
- déclaration du constructeur et/ou d'une personne qualifiée ;

NOTE La déclaration du constructeur et/ou d'une personne qualifiée s'applique lorsque des matériels non certifiés (autres que des matériels simples dans des circuits de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée) sont utilisés.

- l'information nécessaire à une installation correcte des matériels, fournie dans une forme compréhensible par le personnel responsable de cette activité (voir les instructions de la CEI 60079-0) ;
- l'information nécessaire à l'inspection, par exemple: liste et emplacement des pièces de rechange et informations techniques (voir la CEI 60079-17) ;
- détail des calculs appropriés, par exemple: débits de balayage pour les instruments ou les bâtiments d'analyseurs ;
- si des réparations doivent être effectuées par l'utilisateur ou un réparateur, les informations nécessaires à la réparation du matériel électrique (voir la CEI 60079-19) ;
- lorsque cela est applicable, le classement du gaz ou de la vapeur 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 ;
- les influences externes et la température ambiante.

Des exigences complémentaires dans le cas des poussières:

- documentation relative à l'adéquation du matériel pour l'emplacement et l'environnement auxquels il sera exposé, par exemple les températures assignées, le mode de protection, le degré IP, la résistance à la corrosion ;
- les caractéristiques des matériaux y compris la résistivité électrique, la température minimale d'inflammation du nuage de poussière combustible, la température minimale d'inflammation de la couche de poussière combustible et l'énergie minimale d'inflammation du nuage de poussière combustible, doivent être enregistrées ;
- les plans montrant les types et les détails des systèmes de câblage ;
- l'enregistrement des critères de sélection des systèmes d'entrée de câble pour la conformité aux exigences applicables au mode particulier de protection ;

- plans et tables relatifs à l'identification des circuits.

NOTE Le dossier de vérification peut être maintenu sous la forme d'une copie papier ou sous forme électronique. Les méthodes acceptées par la législation de chaque pays peuvent différencier la forme sous laquelle la documentation sera acceptée légalement.

4.3 Assurance de la conformité du matériel

4.3.1 Matériel certifié par rapport aux normes CEI

Le matériel certifié conforme à la série CEI 60079, à la CEI 60079-29-1, à la CEI 60079-29-2 ou à la série CEI 61241 répond aux exigences des emplacements dangereux quand il est sélectionné et installé conformément à la présente norme.

4.3.2 Matériel non certifié par rapport aux normes CEI

Hormis le matériel simple utilisé dans un circuit de sécurité intrinsèque, l'utilisation de matériel pour emplacement dangereux, qui soit n'est pas certifié du tout, soit est certifié mais pas pour une des normes mentionnées en 4.3.1, doit être restreinte aux cas où un matériel adapté et certifié ne peut 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 cette norme peuvent ne pas être applicables.

4.3.3 Sélection d'un matériel réparé, de seconde main ou existant

Lorsqu'il est prévu qu'un matériel de seconde main ou réparé soit installé dans une nouvelle installation, ce matériel n'est réutilisable que:

- a) si il peut être vérifié que le matériel n'a pas été modifié et qu'il est dans un état qui est conforme au contenu de la certification originale (y compris toute réparation ou entretien) et
- b) si toute modification des normes de matériel pertinentes pour l'objet considéré n'exige pas de précautions de sécurité supplémentaire.

NOTE 1 Le fait d'introduire 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.

NOTE 2 Dans le cas où 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. A différents concepts de protection correspondent différentes exigences de maintenance. Dans l'exemple ci-dessus, le matériel initialement installé en tant qu'antidéflagrant ne peut être utilisé uniquement qu'en tant qu'antidéflagrant sauf s'il a été vérifié que les circuits de sécurité intrinsèque n'ont pas été dégradés, par exemple par une surtension sur une borne d'alimentation, ou inversement s'il a été installé en tant que matériel de sécurité intrinsèque, il ne peut être utilisé en tant qu'antidéflagrant que s'il a été vérifié que ses caractéristiques de sécurité de matériel antidéflagrant n'ont été dégradées.

4.4 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 inclus une instruction sur les différents modes de protection et pratiques d'installation, sur les règles pertinentes et réglementations applicables et sur les principes généraux du classement en zones. La compétence du personnel doit être pertinente pour le type de travail à entreprendre (voir Annexe F).

Une formation régulière et continue appropriée doit être apportée au personnel.

NOTE La compétence peut être démontrée conformément à une formation et à un programme d'évaluation répondant aux réglementations nationales, aux normes, ou aux exigences de l'utilisateur.

5 Sélection du matériel électrique (à l'exception des câbles et des conduits)

5.1 Exigences relatives aux informations

Pour sélectionner le matériel électrique approprié aux emplacements dangereux, il est nécessaire de disposer des informations suivantes:

- classement de l'emplacement dangereux en y incluant le cas échéant, les exigences de niveau de protection du matériel ;
- lorsque cela est applicable, 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 ;
- la température minimale d'inflammation du nuage de poussière combustible, la température minimale d'inflammation de la couche de poussière combustible et l'énergie minimale d'inflammation du nuage de poussière ;
- les influences externes et la température ambiante.

Il est recommandé d'enregistrer les exigences des niveaux de protection du matériel (EPL) sur le plan de classement de zone. Il convient d'appliquer ceci même si les conséquences ne sont pas sujettes à une évaluation de risque (voir 5.3 et Annexe I).

5.2 Zones

Les emplacements dangereux sont classés en zones. Le classement en zone ne tient pas compte des conséquences d'une explosion.

NOTE Les précédentes éditions de la présente norme affectaient des concepts de protection à des zones, sur la base statistique que plus fréquente est l'apparition d'une atmosphère explosive, plus élevé est le niveau de sécurité requis vis-à-vis de la possibilité d'une source d'inflammation.

5.3 Relation entre le niveau de protection du matériel (EPL) et les zones

Lorsque que dans la documentation de classement de l'emplacement, uniquement les zones sont identifiées, la relation entre les EPL et les zones du Tableau 1 doit être suivie.

**Tableau 1 – Niveaux de protection du matériel (EPL)
quand seules les zones sont assignées**

Zone	Niveau 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 de l'emplacement, ces exigences pour la sélection du matériel doivent être suivies.

NOTE Comme alternative à la relation entre les EPL et les zones donnée dans le Tableau 1, les EPL peuvent être déterminés en fonction du risque en tenant compte des conséquences d'une inflammation. Dans certaines circonstances, ceci peut exiger un EPL plus élevé ou autoriser un EPL plus bas que celui défini dans le Tableau 1.

5.4 Sélection du matériel selon les EPL

5.4.1 Relation entre les EPL et les modes de protection

Les modes de protection conformes aux normes CEI ont été alloués aux EPL en accord avec le Tableau 2.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-14:2007

Tableau 2 – Relation 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 étant conforme à l' EPL « Gb »		CEI 60079-26
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant des rayonnements optiques		CEI 60079-28
«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
	Enveloppe à surpression interne	« p », « px » ou « py »	CEI 60079-2
	Remplissage pulvérulent	« q »	CEI 60079-5
	Concept de réseau de terrain de sécurité intrinsèque (FISCO)		CEI 60079-27
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant des rayonnements optiques		CEI 60079-28
«Gc»	Sécurité intrinsèque	« ic »	CEI 60079-11
	Encapsulage	« mc »	CEI 60079-18
	Non producteur d'étincelles	« 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
	Enveloppe à surpression interne	« pz »	CEI 60079-2
	Concept de bus de terrain non incendiaire (FNICO)		CEI 60079-27
	Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant des rayonnements optiques		CEI 60079-28
«Da»	Sécurité intrinsèque	« iD »	CEI 60079-11
	Encapsulage	« mD »	CEI 60079-18
	Protection par enveloppe	« tD »	CEI 60079-31
«Db»	Sécurité intrinsèque	« iD »	CEI 60079-11
	Encapsulage	« mD »	CEI 60079-18
	Protection par enveloppe	« tD »	CEI 60079-31
	Enveloppe à surpression interne	« pD »	CEI 61241-4
«Dc»	Sécurité intrinsèque	« iD »	CEI 60079-11
	Encapsulage	« mD »	CEI 60079-18
	Protection par enveloppe	« tD »	CEI 60079-31
	Enveloppe à surpression interne	« pD »	CEI 61241-4

5.4.2 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 respectivement comme étant d'EPL « Ga » ou « Da », ou bien s'ils utilisent un mode de protection listé dans le Tableau 2 comme étant conforme respectivement à l'EPL « Ga » ou « Da ». L'installation doit être conforme 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 être à la fois conforme aux exigences de la présente norme pour les modes de protection employés.

5.4.3 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL « Gb » ou « Db »

Le matériel électrique peut être utilisé dans des emplacements exigeant l'EPL « Gb » ou « Db » s'il est marqué comme étant respectivement d'EPL « Ga » ou « Gb » et « Da » ou « Db » ou bien s'il utilise un mode de protection listé dans le Tableau 2 comme étant conforme respectivement à l'EPL « Ga » ou « Gb » et « Db » ou « Db ». L'installation doit être conforme aux exigences de la présente norme en ce qui concerne le mode de protection employé.

Lorsque le matériel conforme aux exigences d'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 des exigences additionnelles pour les techniques de protection individuelles.

5.4.4 Matériel pour une utilisation dans des emplacements exigeant l'EPL « Gc » ou « Dc »

Le matériel électrique peut être utilisé dans des emplacements exigeant l'EPL « Gc » ou « Dc » s'il est marqué comme étant respectivement d'EPL « Ga » ou « Gb », ou « Da » ou « Db » ou « Dc » ou bien s'il utilise un mode de protection listé dans le Tableau 2. L'installation doit être conforme aux exigences de la présente norme pour les modes de protection employés.

Lorsque le matériel conforme aux exigences d'EPL « Ga » ou « Gb » et « Da » ou « Db » 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 des 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 sous-groupe de matériel

Subdivision 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

Quand le marquage d'un matériel électrique indique qu'il a été soumis aux essais pertinents pour les gaz ou vapeurs spécifiques, le matériel ne doit pas être utilisé avec d'autres gaz ou vapeurs sans une évaluation minutieuse menée par un organisme compétent et que les résultats de l'évaluation aient montré 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, vapeur ou poussière pouvant être présent.

Si le marquage du matériel électrique ne comprend pas une gamme de températures ambiantes, le matériel est conçu pour une utilisation dans la gamme -20 °C à $+40\text{ °C}$. Si le marquage du matériel électrique comprend une gamme de températures ambiantes, le matériel est conçu pour une utilisation dans cette gamme.

Si la température ambiante est hors de la gamme 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 doivent être documentées.

NOTE Les entrées de câble n'ont normalement pas de marquage de classe de température ou de température ambiante de fonctionnement. Elles doivent avoir une température de service assignée et si celle-ci n'est pas marquée, la température de service est par défaut dans la gamme -20 °C à $+80\text{ °C}$. Si différentes températures de service sont requises, 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 classe de température marqués sur le matériel électrique ont la signification indiquée dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Relation entre les classes de température, les températures de surface et les températures d'inflammation

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 autorisées
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

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. Cette dernière définit des nuages de poussières et des

couches de poussières d'une épaisseur allant jusqu'à 5 mm, pour le mode de protection «tD», méthode A et tous les autres modes de protection, et d'une épaisseur de 12,5 mm pour le mode de protection «tD», méthode B.

Pour les installations où l'épaisseur de la couche est supérieure aux valeurs spécifiées ci-dessus, 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 d'épaisseur excessive peuvent être trouvés à l'Annexe G.

5.6.3.1 Limitations de température due à la présence de nuages de poussières

La température maximale de surface du matériel ne doit pas être supérieure aux deux tiers de la température minimale d'inflammation exprimées en degrés Celsius du mélange air/poussière concerné:

$$T_{\max} = 2/3 T_{CL}$$

où T_{CL} est la température minimale d'inflammation du nuage de poussière.

5.6.3.2 Limitation en température due à la présence de couches de poussière

5.6.3.2.1 Enveloppes pour le matériel soumis à la méthode A et pour tout autre matériel pour les couches de poussière

- Jusqu'à 5 mm d'épaisseur:

Lorsque le matériel est soumis à la méthode d'essai sans poussière selon 23.4.4.1 de la CEI 61241-0, 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:

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

où $T_{5\text{ mm}}$ est la température minimale d'inflammation de la couche de poussière de 5 mm d'épaisseur.

- 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 soumis à la méthode A, la température maximale admissible de surface doit être réduite. À titre de recommandation, des exemples de réduction de la température maximale admissible de surface du matériel utilisé en présence de poussières ayant des températures minimales d'inflammation supérieures à 250 °C pour une couche de 5 mm, sont donnés par le graphique ci-dessous (Figure 1) pour des épaisseurs de couche croissantes.

- Pour des couches d'épaisseur supérieure à 50 mm, voir 5.6.3.3.

NOTE Avant d'appliquer les informations données par ce graphique, il convient de se référer à la CEI 61241-2-1.

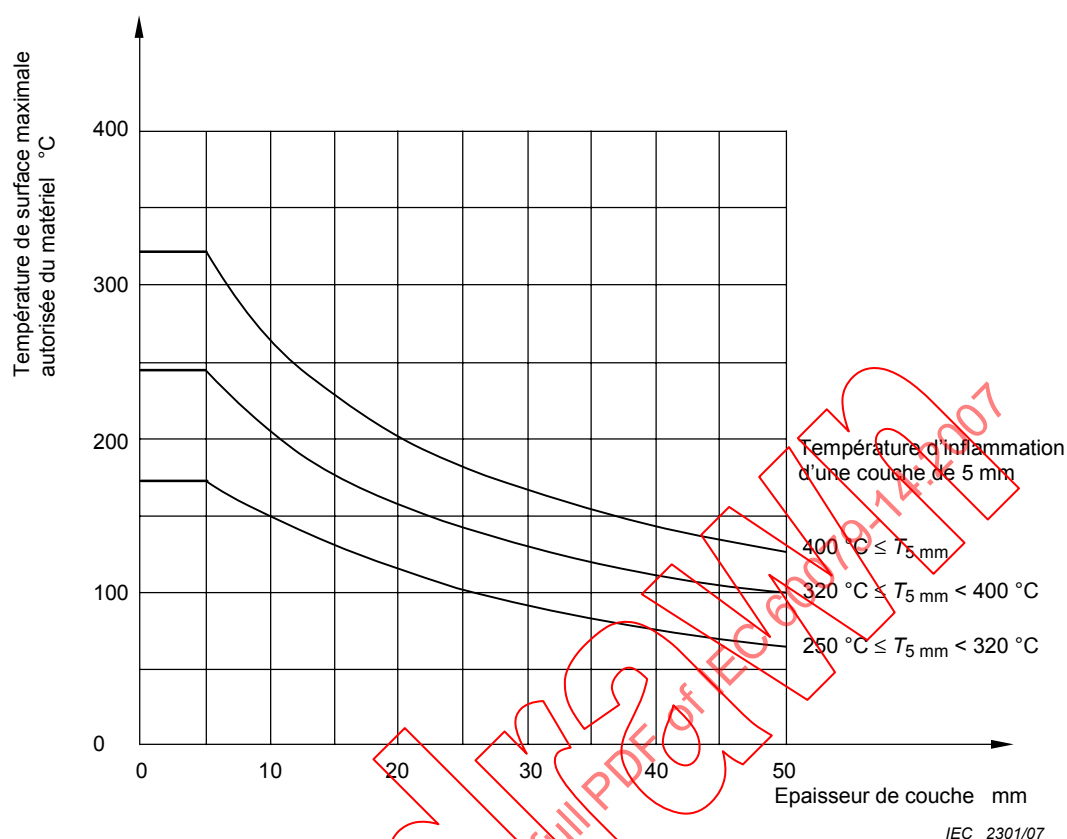


Figure 1 – Corrélation entre la température maximale de surface admissible et l'épaisseur des couches de poussière

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 bien s'il existe un doute quelconque concernant l'application du graphique. Voir 5.6.3.3.

5.6.3.2.2 Enveloppes pour les matériaux soumis à la méthode B uniquement et pour les couches de poussière jusqu'à 12,5 mm d'épaisseur

Lorsque le matériel est soumis à la méthode d'essai de la couche de poussière selon 8.2.2.2 de la CEI 61241-1, la température maximale de surface du matériel ne doit pas dépasser la température minimale d'inflammation de la couche de poussière considérée de 12,5 mm d'épaisseur, diminuée de 25 °C :

$$T_{\max} = T_{12,5 \text{ mm}} - 25 \text{ °C}$$

où $T_{12,5 \text{ mm}}$ est la température d'inflammation de la couche de poussière d'épaisseur 12,5 mm.

NOTE $T_{\max}$ obtenue à partir de ce paragraphe et $T_{\max}$ issue de 5.6.3.2.1 sont considérées offrir une sécurité équivalente.

5.6.3.3 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 lorsque le matériel est entièrement submergé de poussière, une température de surface sensiblement inférieure peut s'avérer nécessaire en raison de l'effet isolant. Cette exigence particulière peut être satisfaite par un système de limitation de puissance avec ou sans régulation de température intégrée, qui doit être déterminé en accord avec la CEI 61241-0.

Pour les installations où l'épaisseur de la couche est supérieure à 50 mm pour les enveloppes des matériels soumis à la méthode A et tous les autres matériels, ou bien de 12,5 mm pour les enveloppes des matériels soumis à la méthode B uniquement, la température maximale de surface du matériel peut être identifiée par la température maximale de surface T_L comme référence, pour 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 , à l'épaisseur de couche L , doit être inférieure d'au moins 75 °C à la température d'inflammation des poussières combustibles. Des exemples de couches de poussières excessives peuvent être trouvés à l'Annexe G.

5.6.3.4 Température maximale de surface admissible

La plus faible des valeurs obtenues en 5.6.3.2 et 5.6.3.2.1 pour la méthode A et en 5.6.3.2 et 5.6.3.2.2 pour la méthode B, déterminera la température maximale de surface à utiliser pour le matériel.

Si le matériel doit être utilisé dans des conditions couvertes par 5.6.3.3, alors ces plus faibles valeurs doivent être appliquées.

5.7 Sélection de matériels rayonnant pour la poussière

Pour le matériel émettant dans le domaine spectral visible et qui doit être installé dans un emplacement dangereux, toutes les exigences pertinentes de la présente norme, y compris le présent article, sont applicables.

Pour le matériel installé hors d'un emplacement dangereux mais émettant un rayonnement dans un emplacement dangereux, seules les exigences du présent paragraphe sont applicables.

5.7.1 Processus d'inflammation

Les rayonnements dans le domaine spectral visible, particulièrement en cas de focalisation, peuvent devenir une source d'inflammation pour les nuages de poussière et les couches de poussière.

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, est dans certaines circonstances si fortement absorbé par des particules de poussière que celles-ci deviennent une source d'inflammation pour des nuages de poussières ou des couches de poussière.

Dans le cas des rayonnements laser (par exemple, de signaux, de télémètres, de surveillance), 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 de poussière 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 portée 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.

5.7.2 Mesures de sécurité en zones 20 ou 21

Le matériel électrique générant un rayonnement peut être utilisé s'il est essayé et certifié conformément aux exigences des zones 20 et 21. Indépendamment de ce fait, il doit être garanti que la puissance de rayonnement ou le rayonnement qui peuvent pénétrer ou apparaître en zone 20 ou 21, même dans le cas de rares perturbations dans la totalité du processus de rayonnement en zone 20 ou 21, et en tout point de la section du rayonnement, ne doivent pas être supérieurs aux valeurs suivantes:

- 5 mW/mm² ou 35 mW pour les lasers à onde continue ou les autres sources d'onde continue ; et
- 0,1 mJ/mm² pour les lasers pulsés ou autres sources d'impulsions lumineuses ayant des intervalles entre impulsions d'au moins 5 s.

Les sources de rayonnement ayant des intervalles entre impulsions inférieurs à 5 s sont considérées de ce point de vue comme des sources de lumière continue.

5.7.3 Mesures de sécurité en zone 22

Le matériel produisant un rayonnement peut être utilisé. L'intensité de rayonnement ou le rayonnement ne doit pas être supérieur à 10 mW/mm² ou 35 mW continu et à 0,5 mJ/mm² en impulsion en fonctionnement normal.

5.8 Sélection de matériel à ultrason pour la poussière

Pour les matériels installés hors de l'emplacement dangereux mais à l'origine de rayonnements atteignant cet emplacement dangereux, seules les exigences de ce paragraphe doivent être appliquées.

Pour les matériels émettant des ultrasons, à installer dans un emplacement dangereux, toutes les exigences correspondantes de la présente norme, y compris celles de ce paragraphe, doivent être appliquées.

5.8.1 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 d'inflammation.

5.8.2 Mesures de sécurité

Les remarques suivantes font uniquement référence au risque d'inflammation engendré par la puissance acoustique. En termes de sécurité, il doit être considéré, entre autres choses, que les charges électriques provenant des céramiques piézoélectriques (fréquemment utilisées comme transducteurs dans les matériels à ultrasons) ont été éliminées en toute sécurité, au moyen de composants de circuits prévus à cet effet.

5.8.2.1 Mesures de sécurité en zones 20 ou 21

Dans les zones 20 ou 21, les ultrasons ne peuvent être utilisés que si le mode de travail est reconnu comme parfaitement adapté à l'utilisation dans la zone correspondante, en raison de la faible puissance acoustique disponible qui ne doit pas dépasser une densité de puissance dans le champ acoustique de 0,1 W/cm² et une fréquence de 10 MHz pour des sources continues, et 2 mJ/cm² pour des sources d'impulsions. La densité de puissance moyenne ne doit pas dépasser 0,1 W/cm².

5.8.2.2 Mesures de sécurité en zone 22

Dans la zone 22 et dans le cas de processus de travail utilisant des dispositifs à ultrasons courants (par exemple des appareils d'ultrasonothérapie, des appareils de diagnostic et des dispositifs d'essais de puces, aucune mesure de sécurité particulière contre le risque d'inflammation engendré par l'utilisation des ultrasons eux-mêmes n'est nécessaire, à condition que la densité de puissance dans le champ acoustique généré ne dépasse pas 0,1 W/cm² et une fréquence établie de 10 MHz.

5.9 Influences externes

Le matériel électrique doit être choisi et installé de manière à être protégé contre les influences externes susceptibles de contrecarrer la protection contre les explosions (par exemple: chimiques, mécaniques, vibratoires, thermiques, électriques, humidité, corrosion). 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 Il y a lieu de porter attention aux risques qui peuvent survenir quand le matériel est soumis à une humidité prolongée et à de grandes variations de température. Dans certaines conditions, il y a lieu que le matériel soit fourni avec des dispositifs appropriés assurant une protection satisfaisante 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 ventilations 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).

NOTE 2 Il y a lieu de faire attention aux risques pouvant survenir lorsque des fluides utilisés dans le processus de fabrication pénètrent dans le matériel (par exemple: manoccontacts ou pompes dont le moteur électrique est placé dans une enveloppe étanche). En cas de défaillance, par exemple: rupture du diaphragme ou de la boîte, le fluide peut pénétrer dans le matériel sous forte pression ce qui peut avoir une des conséquences suivantes, voire toutes:

- rupture de l'enveloppe du matériel;
- risque immédiat d'inflammation;
- écoulement du fluide le long du câble ou du conduit.

Il convient que ce matériel soit sélectionné de façon que le fluide 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). Quand 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 que le système de câblage soit obturé pour prévenir l'écoulement de tout fluide. La défaillance de l'étanchéité primaire peut aussi être annoncée, par exemple par une fuite visible, 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, ou une entrée de câble incorporant un scellement autour des conducteurs individuels ou une longueur de câble armé métallique avec isolant minéral (MIMS) ou un joint époxy introduit 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 y a lieu que le système de ventilation soit fait 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, des normes nationales ou autres applicables comme la CEI 61010-1 peuvent être suivies. La CEI 61010-1 donne des informations relatives aux connexions de processus.

NOTE 3 Lorsque le constructeur a réalisé les essais de l'enveloppe à 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 sévère), l'assignation d'IP de l'enveloppe peut être maintenue à l'exigence d'assignation d'IP de l'emplacement ou à celle exigée par le mode de protection, la valeur la plus haute étant retenue. Lorsque l'IP assigné au matériel n'est pas maintenu, il convient que ceci soit identifié dans le dossier de vérification.

5.10 Alliages légers en tant que matériaux de construction

Une attention particulière doit être portée à la localisation des éléments présentant des parties en alliage léger à l'extérieur; il a en effet été bien établi qu'un tel matériel donne naissance à des étincelles dangereuses en cas de contact avec friction.

5.10.1 Gaz ou vapeur

Les accessoires d'installation (par exemple, les supports de câbles, les plaques de montage, les protections contre la pluie) ne doivent pas contenir en masse, plus de:

- pour les emplacements exigeant l'EPL « Ga »
10 % au total, en aluminium, magnésium, titane et zirconium, ou
7,5 % au total, en magnésium, titane et zirconium ;
- pour les emplacements exigeant l'EPL « Gb »
7,5 % en magnésium et titane ;
- pour les emplacements exigeant l'EPL « Gc »
aucune exigence.

NOTE Les exigences ci-dessus sont compatibles avec celles de la CEI 60079-0 pour le matériel.

5.10.2 Poussière

Voir Annexe H.

5.11 Matériel transportable, portable et personnel

5.11.1 Généralités

Pour répondre à la demande des applications et d'amélioration de la flexibilité d'utilisation, le matériel transportable, portable ou personnel peut être nécessaire pour une utilisation dans divers emplacements. Cependant, en pratique, une telle limitation peut être difficile à appliquer, particulièrement avec un matériel portable. Il est donc recommandé que tout matériel réponde aux exigences de l'emplacement dans lequel le matériel sera exposé, qui exige l'EPL le plus élevé. De même, le groupe de matériel et la classification en température doivent être 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.

5.11.2 Matériel transportable et portable - Gaz

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 être 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, certains types de matériel d'essai et d'inspection.

Le matériel qui peut être transporté dans un emplacement dangereux doit être de l'EPL approprié. Lorsqu'un matériel transportable ou portable doit être utilisé dans un emplacement dangereux pour lequel il n'est pas possible qu'il ait l'EPL exigé, un programme documenté de gestion du risque doit être mis en oeuvre. Ce programme doit inclure une formation appropriée, des procédures et des contrôles. Une instruction de travail en sécurité doit être émise et elle doit être appropriée au risque potentiel d'inflammation résultant de l'utilisation du matériel (voir Annexe D).

Si des prises de courant sont présentes dans un emplacement dangereux, elles doivent posséder l'EPL exigé pour cet emplacement. Sinon, elles ne doivent être mise sous tension ou raccordées qu'en accord avec une instruction de travail en sécurité (voir Annexe D).

5.11.3 Matériel personnel - Gaz

Les matériels personnels qui fonctionnent sur piles/batterie ou sur cellules solaires sont souvent 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 à l'expérience et aussi aux EPL actuels.

Tous les autres matériels personnels alimentés par batterie ou par cellule solaire (y compris les montres bracelets incorporant une calculatrice) doivent:

- a) être conformes à un mode de protection adapté aux exigences des EPL, des groupes de gaz et des classes de température ou
- b) être soumis à une évaluation de risque, ou
- c) être introduits dans un emplacement dangereux selon une procédure de travail en sécurité.

NOTE Les piles au lithium qui peuvent alimenter les matériels électroniques personnels présentent un risque accru et il convient que leur utilisation fasse l'objet d'une étude comme indiqué dans cet article.

5.11.4 Poussière

Il convient que les matériels portables industriels ordinaires ne soient pas utilisés dans un emplacement dangereux, sauf si cet emplacement particulier a été expertisé pour s'assurer de l'absence de poussières potentiellement combustibles pendant la période d'utilisation (situation «sans poussière»). Si des prises de courant sont présentes dans un emplacement dangereux, il convient qu'elles soient adaptées à l'utilisation dans cette zone particulière et qu'elles aient un système de verrouillage mécanique et/ou électrique pour éviter qu'une source d'inflammation n'apparaisse lors de l'insertion ou du retrait de la prise. Si cela n'est pas possible, il convient qu'elles ne soient mises sous tension que dans une situation «sans poussière».

5.12 Sélection des machines électriques tournantes

5.12.1 Généralités

Les machines électriques tournantes sont classées conformément à la CEI 60034-1 pour des cycles de charge de S1 à S10.

Lors de la sélection des machines tournantes, ce qui suit constitue le minimum à prendre en considération:

- le cycle de charge
- la tension d'alimentation et la gamme de fréquences
- le transfert de chaleur du matériel piloté (par exemple, une pompe)
- la durée de vie des roulements et des lubrifiants
- la classe d'isolation

5.12.2 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 doit prendre en compte les points qui peuvent réduire la tension aux bornes du moteur. Les autres risques doivent aussi être pris en compte.

NOTE 1 Un filtre à la sortie du convertisseur peut provoquer une chute de tension aux bornes de la machine. 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 peut être plus notable dans les conditions de charge assignée.

NOTE 2 Des informations supplémentaires sur l'application des moteurs alimentés par un convertisseur sont disponibles dans la CEI/TS 60034-17 et dans la CEI/TS 60034-25. Les problèmes majeurs sont entre autres, 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.

5.13 Luminaires

La sélection des luminaires doit prendre en compte les EPL, le groupe de matériel et la possibilité de changement de la classe de température, si des lampes de différentes puissances peuvent être utilisées.

NOTE Il convient que les lampes à vapeur de sodium basse pression ne soient pas transportées dans un emplacement dangereux ou installées au-dessus d'un emplacement dangereux où il y a un risque d'inflammation du sodium libéré par une lampe cassée.

5.14 Prises de courant pour la poussière

Les prises de courant ne sont pas autorisées dans les emplacements exigeant l'EPL « Da ».

Dans les emplacements exigeant l'EPL « Db » et l'EPL « Dc », elles doivent être conformes à la CEI 61241-0 et les exigences suivantes sont applicables.

NOTE Les connecteurs utilisés pour la protection « Ex iD » ne sont pas classés comme des prises de courant.

5.14.1 Généralités

Les prises de courant doivent être utilisées en association avec une forme convenable de raccordement souple comme cela est présenté en 9.3.3.

5.14.2 Montage

Les socles des prises de courant 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 à 60° par rapport à la verticale et l'ouverture dirigée vers le bas.

5.14.3 Emplacement

Les socles de prises de courant doivent être installés à des emplacements tels que le cordon souple nécessaire au raccordement du matériel soit aussi court que possible.

6 Protection contre les étincelles dangereuses (susceptibles de constituer une source d'inflammation)

6.1 Danger lié aux parties actives

Pour éviter la formation d'étincelles susceptibles d'enflammer l'atmosphère explosive, tout contact avec les parties actives nues autres que les parties de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée doit être empêché.

6.2 Danger lié aux masses et éléments conducteurs extérieurs

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 énergie limitée, de tension jusqu'à 1 000 V alternatif efficace/1 500 V continu.

6.2.1 Schéma de liaison à la terre TN

Si le schéma de liaison à la terre TN est utilisé, il doit être de schéma 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 être ni 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.

6.2.2 Schéma de liaison à la terre TT

Si le schéma de liaison à la terre TT (terres distinctes pour le système d'alimentation électrique et les masses) est utilisé, il doit 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.

6.2.3 Schéma de liaison à la terre IT

Si le schéma de liaison à la terre IT (conducteur neutre isolé de la terre ou mis à la terre par le biais d'une haute impédance suffisante) 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 ne sera pas détecté, pouvant ainsi conduire à une situation dangereuse.

NOTE 2 Une liaison locale, appelée liaison équipotentielle supplémentaire, peut se révéler nécessaire (voir CEI 60364-4-41).

6.2.4 Systèmes TBTS et TBTP

Les systèmes à très basse tension de sécurité (TBTS) doivent être conformes à 414 de la CEI 60364-4-41. 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 systèmes à très basse tension fonctionnelle TBTP doivent être conformes à 414 de la CEI 60364-4-41. Les circuits TBTP doivent être 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.

6.2.5 Séparation électrique

La séparation électrique doit être conforme à 413 de la CEI 60364-4-41 pour l'alimentation de chaque matériel.

6.2.6 Au-dessus des emplacements dangereux

Le matériel pouvant générer des particules chaudes ou avoir des surfaces chaudes situées à moins de 3,5 m au-dessus d'un emplacement dangereux doit soit être totalement encapsulé, soit être fourni avec des barrières ou des écrans adaptés pour empêcher que toute source d'inflammation puisse tomber dans l'emplacement dangereux.

NOTE De tels dispositifs peuvent être:

- des fusibles qui peuvent produire des arcs, des étincelles ou des particules chaudes ;
- des commutateurs 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 éléments chauffants ou d'autres équipements qui peuvent produire des arcs, des étincelles ou des particules chaudes ;
- des matériels auxiliaires comme des ballasts, des condensateurs et des commutateurs de démarrage pour tout type de luminaire à décharge ;
- toutes les lampes.

Las lampes à vapeur de sodium basse pression ne doivent pas être installées au-dessus d'un emplacement dangereux.

6.3 Egalisation de potentiel

6.3.1 Généralités

L'égalisation des potentiels est prescrite pour les installations situées dans des emplacements dangereux. Dans le cas des schémas TN, TT et IT, tous les éléments conducteurs et masses doivent être raccordés 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 conducteur neutre. Les connexions doivent être fixées de telle sorte qu'elles ne se desserrent pas d'elles-mêmes et le risque de corrosion pouvant mener à une dégradation de la connexion doit être réduit.

Si l'armure ou l'écran des câbles est uniquement mis à la terre hors de l'emplacement dangereux (par exemple dans la salle de commande), alors ce point de mise à la terre doit être incorporé au système d'égalisation de potentiel de l'emplacement dangereux.

NOTE Si l'armure est mise à la terre dans un schéma TT uniquement à l'extérieur de l'emplacement dangereux, il y a la possibilité que des étincelles dangereuses soient créées à l'extrémité de l'armure dans l'emplacement dangereux et il convient donc que l'armure ou l'écran soit traité comme des conducteurs (isolés) (voir 9.6.3).

Les parties conductrices nues n'ont pas besoin d'être raccordées séparément au système de liaison équipotentielle 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 eux. Les éléments conducteurs qui ne font pas partie de la structure ou de l'installation électrique, par exemple, les cadres de portes ou de fenêtres n'ont pas besoin d'être raccordés au système de liaison équipotentielle s'il n'existe pas de risque de transfert de potentiel.

Les entrées de câbles qui ont un dispositif d'amarrage qui maintient la tresse ou l'armure du câble peuvent être utilisées pour fournir la liaison équipotentielle.

Pour plus d'informations, voir 411.3 de la CEI 60364-4-41.

Les enveloppes métalliques des matériels de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée n'ont pas besoin d'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.

NOTE L'égalisation des potentiels entre des véhicules et des installations fixes peut nécessiter des arrangements spéciaux, par exemple, lorsque des brides isolées sont utilisées pour raccorder des canalisations.

6.3.2 Liaison temporaire

Une liaison temporaire inclut des connexions de mise à la terre qui sont faites 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 potentiels.

Il est recommandé que la connexion finale d'une liaison temporaire soit réalisée soit:

- a) dans un emplacement non dangereux, ou
- b) en utilisant une connexion qui répond aux exigences de l'EPL de l'emplacement, ou
- c) en suivant une procédure documentée qui réduit le risque d'étincelles à un niveau acceptable.

6.3.2.1 Gaz

Pour les liaisons temporaires, la résistance entre les parties métalliques doit être inférieure à 1 MΩ. Les conducteurs et les connexions doivent être durables, flexibles et d'une tenue mécanique suffisante pour résister aux mouvements lors du service.

NOTE En l'absence de normes CEI, il convient de se conformer aux normes nationales ou autres.

6.3.2.2 Poussière

Pour les liaisons temporaires, la résistance entre les parties métalliques peut être supérieure à celle correspondant à une surface de section droite de 10 mm² de cuivre.

NOTE Des exemples de liaisons provisoires comprennent celles qui sont faites pour un tambour mobile ou un véhicule.

6.4 Electricité statique

6.4.1 Gaz

Lors de la conception d'installations électriques, on doit prendre des dispositions pour réduire à un niveau sûr les effets dus à l'électricité statique.

NOTE Des informations détaillées sur le diamètre ou la largeur des pièces longues et sur la limitation de l'épaisseur des couches non métalliques sont données en 7.4 de la CEI 60079-0.

Les câbles sont exemptés de cet article.

Le risque d'étincelle incendiaire à partir de matières non métalliques d'installation (par exemple, des chemins de câbles recouverts de plastique, les plaques de montage en plastique, les protections atmosphérique en plastique) doit être prévenu par:

- a) une sélection adéquate de la matière de sorte que la résistance d'isolation du dispositif ne dépasse pas 1 GΩ, ou
- b) la limitation de la surface des parties non métalliques comme indiqué au Tableau 5. La surface est définie comme suit:
 - pour les matériaux sous forme de feuille (chargeable) ;
 - pour les objets de forme incurvée, la surface doit être la projection de l'objet donnant la valeur maximale ;
 - pour les parties métalliques individuelles, la surface doit être évaluée indépendamment si les parties sont séparées par des cadres conducteurs mis à la terre.

Tableau 5 – Limitation des surfaces

EPL exigé dans l'emplacement	Surface maximale, mm ²		
	Emplacement de Groupe IIA	Emplacement de Groupe IIB	Emplacement de Groupe IIC
« Ga »	5 000	2 500	400
« Gb »	10 000	10 000	2 000
« Gc »	10 000	10 000	2 000

NOTE Les valeurs de surface peuvent être augmentées par un facteur 4 si la surface exposée de matière non métallique est entourée d'un cadre conducteur mis à la terre.

6.4.2 Poussière

Les matériels en matériaux plastiques doivent être conçus de manière à ce que dans des conditions normales d'utilisation, le danger d'inflammation dû à la propagation des décharges en aigrettes soit évité. Cela peut être réalisé en utilisant du plastique qui ne soit pas renforcé/chargé avec un matériau conducteur. Si cependant tel est le cas, il doit avoir une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- a) résistance de surface $\leq 10^9 \Omega$ testée conformément à la CEI 60079-0 ;
- b) une tension de claquage ≤ 4 kV (mesurée à travers l'épaisseur du matériau isolant conformément à la méthode décrite dans la CEI 60243-1) ;
- c) une épaisseur ≥ 8 mm d'isolation externe sur les parties métalliques.

NOTE Une isolation externe de 8 mm ou plus sur les parties métalliques telles que des sondes de mesure ou des composants similaires rend peu probable la propagation des décharges en aigrettes. Lors de l'évaluation de l'épaisseur minimale de l'isolation à utiliser ou à spécifier, il est nécessaire de permettre tout habillage prévu dans une utilisation normale.

- d) par la limitation du transfert de charge en utilisant la méthode d'essai décrite dans la CEI 60079-0 ;
- e) par l'incapacité à stocker une charge dangereuse par la mesure de la capacité testée conformément à la méthode d'essai de la CEI 60079-0.

6.5 Protection contre la foudre

Lors de la conception d'installations électriques, on doit prendre des dispositions pour réduire à un niveau sûr les effets dus à la foudre (voir l'Annexe D de la CEI 62305-3).

Le paragraphe 12.3 fournit des détails sur les exigences de protection contre la foudre applicables au matériel Ex «ia» installé dans un emplacement exigeant l'EPL « Ga ».

6.6 Rayonnements électromagnétiques

Lors de la conception d'installations électriques, on doit prendre des dispositions pour réduire à un niveau sûr les effets dus au rayonnement électromagnétique (voir la CEI 60079-0).

6.7 Protection cathodique des parties métalliques

Les parties métalliques avec protection cathodique situées dans des emplacements dangereux sont des parties conductrices actives étrangères à l'installation, qui doivent être considérées comme potentiellement dangereuses (surtout si elle fonctionne avec le système du courant imposé) et ce en dépit de leur potentiel négatif peu élevé. Aucune protection cathodique ne doit être prévue pour les parties métalliques utilisées en emplacement 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 parties isolantes nécessaires pour la protection cathodique, par exemple, les parties isolantes des tuyaux et des rails.

NOTE En l'absence de normes CEI sur la protection cathodique, il convient de se conformer aux normes nationales ou autres.

6.8 Inflammation par rayonnement optique

Lors de la conception d'installations électriques, on doit prendre des dispositions pour réduire à un niveau sûr les effets dus aux rayonnements optiques conformément à la CEI 60079-28. Pour les mesures de sécurité requise pour les poussières combustibles, voir 5.7.

NOTE Le matériel optique tel que lampes, lasers, LED, 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 radiance 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 peut influencer significativement l'inflammation.

7 Protection électrique

Les exigences du présent article ne sont pas applicables aux circuits de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée.

7.1 Généralités

Les canalisations doivent être protégées contre les surcharges et contre les effets nuisibles des courts-circuits et des défauts à la terre.

Tous les matériels électriques doivent être protégés contre les effets nuisibles des courts-circuits et des défauts à la terre.

Les dispositifs de protection contre les courts-circuits et les défauts à la terre doivent être tels que le ré-enclenchement automatique soit empêché tant que le défaut subsiste.

Des précautions visant à empêcher le fonctionnement d'un matériel électrique multiphasé (par exemple moteurs triphasés), doivent être prises lorsque la perte d'une ou plusieurs phases peut entraîner un échauffement. Dans les cas où la déconnexion automatique du matériel électrique peut générer un risque plus dangereux que le risque d'inflammation lui-même, il est possible d'utiliser un ou plusieurs dispositifs avertisseurs plutôt qu'un dispositif de coupure automatique, à condition que le fonctionnement d'un ou des dispositifs d'avertissement soit immédiatement apparent, de manière à permettre une intervention corrective rapide.

7.2 Machines électriques tournantes

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, fonction du courant, réglé, au plus, sur le courant assigné de la machine, déclenchant après 2 h ou moins à 1,20 fois le courant de réglage et ne déclenchant 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.

7.3 Transformateurs

Les transformateurs doivent en outre être protégés contre les surcharges, sauf s'ils peuvent supporter en continu le courant secondaire en court-circuit à la tension et à la fréquence primaires assignées sans surchauffe inadmissible, ou lorsque aucune surcharge n'est susceptible d'être générée par les charges raccordées.

7.4 Dispositifs de chauffage par résistance

Outre la protection contre les surintensités, et de manière à limiter l'effet d'échauffement dû aux défauts de mise à la terre et aux courants de fuite anormaux, la protection supplémentaire suivante doit être installée:

- a) dans un schéma de schéma TT ou TN, on doit utiliser un dispositif de protection à courant différentiel résiduel ayant un courant différentiel de fonctionnement assigné ne dépassant pas 100 mA. Il convient d'accorder la préférence aux dispositifs de protection ayant un courant différentiel de fonctionnement assigné égal à 30 mA.

NOTE 1 Des informations supplémentaires concernant les dispositifs de courant résiduel sont données dans la CEI 61008-1.

- b) dans un schéma IT, on doit utiliser un contrôleur d'isolement coupant l'alimentation pour une résistance d'isolement inférieure à 50 Ω par volt de tension assignée.

NOTE 2 La protection supplémentaire ci-dessus n'est pas requise si le dispositif de chauffage par résistance (par exemple, un radiateur anticondensation dans un moteur électrique) est prévu pour être protégé par la manière dont il est installé dans le matériel électrique.

Le cas échéant, les dispositifs à résistance chauffante doivent être protégés contre les températures excessives de surface. Quand des mesures de protections sont spécifiées, elles doivent être appliquées conformément aux exigences du constructeur et selon la documentation applicable. Quand la protection est obtenue par détection, elle doit être soit:

- sur la température du dispositif à résistance chauffante ou le cas échéant de son environnement immédiat, ou
- sur la température environnante et un ou plusieurs autres paramètres, ou
- sur deux paramètres ou plus, autres que la température.

NOTE 3 Des exemples de paramètres sont: le niveau, le flux, le courant, la puissance consommée.

Tout dispositif de protection de température exigé doit être indépendant du dispositif de commande de la température de fonctionnement et doit couper l'alimentation du dispositif à résistance chauffante directement ou indirectement. Les dispositifs de protection doivent être uniquement ré-armable manuellement.

8 Coupures d'urgence et sectionnement

Les exigences du présent article ne sont pas applicables aux circuits de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée.

8.1 Coupure d'urgence

Dans les cas d'urgence, il doit exister au niveau d'un ou de plusieurs points appropriés situés à l'extérieur de l'emplacement dangereux, des moyens permettant la mise hors tension des alimentations électriques de l'emplacement dangereux.

Le matériel électrique qui doit continuer à fonctionner pour empêcher un danger supplémentaire ne doit pas être inclus dans le circuit de coupure d'urgence; il doit être placé sur un circuit distinct.

NOTE 1 Les dispositifs de commutation installés dans le commutateur général sont normalement adaptés aux installations de coupure d'urgence.

NOTE 2 Il convient que la coupure d'urgence concerne le sectionnement de tous les conducteurs des circuits d'alimentation, y compris le neutre.

NOTE 3 Il y a lieu que des points de coupure d'urgence pertinents soient évalués par rapport à la distribution du site, au personnel sur le site et à la nature des opérations sur le site.

8.2 Sectionnement

Pour permettre un travail en toute sécurité, des moyens de sectionnement appropriés doivent être fournis (par exemple, sectionneurs, fusibles et barrettes) pour chaque circuit ou groupe de circuits, incluant tous les conducteurs de circuit, y compris le neutre.

Un étiquetage doit être prévu aux abords immédiats de chaque moyen de séparation de manière à permettre une identification rapide du circuit ou du groupe de circuits contrôlé.

NOTE Il est recommandé de disposer de mesures ou de procédures efficaces permettant d'empêcher le rétablissement de l'alimentation du matériel tant que persiste le risque d'exposition à une atmosphère explosive gazeuse de conducteurs actifs non protégés.

9 Systèmes de câblage

9.1 Généralités

Les systèmes de câblage et de conduits doivent être entièrement conformes aux exigences correspondantes du présent article, sauf pour les installations de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée qui n'ont pas besoin d'être conformes à 9.3.1 à 9.3.6 inclus.

9.2 Conducteurs en aluminium

A l'exception des installations de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée, lorsque le matériau utilisé pour les conducteurs des câbles est de l'aluminium, il doit être utilisé uniquement avec des connexions appropriées et une section d'au moins 16 mm².

Les connexions doivent garantir que les lignes de fuite et les distances d'isolement ne seront pas réduites par les moyens supplémentaires exigés pour les connecter aux conducteurs en aluminium.

NOTE 1 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.

NOTE 2 Il convient de considérer des précautions spécifiques à la corrosion électrolytique.

9.3 Câbles

Les câbles 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.

9.3.1 Câbles pour câblages fixes

Les câbles utilisés pour le câblage fixe dans les emplacements dangereux doivent être appropriés aux conditions de service. Les câbles doivent être:

- a) gainés dans des matières thermoplastiques, thermodurcissables ou élastomères. Ils doivent être circulaires, compacts, avoir le cas échéant un matelas et un bourrage extrudés, ne pas être hygroscopiques ; ou
- b) avoir une gaine métallique isolée avec un minéral ; ou
- c) être spéciaux, par exemple des câbles plats avec des entrées de câbles appropriées.

NOTE Lorsque des enveloppes seront probablement soumises à de grandes variations de température ambiante et/ou de service, un phénomène de pompage peut transporter les fluides de l'atmosphère explosive dans les câbles qui ne sont pas suffisamment resserrés. De même, des câbles dont les interstices ne sont pas remplis ou bien le sont avec des matériaux de remplissage hygroscopiques (des fibres par exemple) peuvent permettre la propagation de fluides inflammables dans les interstices du câble sous l'effet de la capillarité ou de l'hygroscopie et cela avec une pression partielle suffisante pour atteindre les extrémités du câble et en sortir. Une attention particulière est portée aux transducteurs électro-pneumatiques qui emploient le gaz naturel comme milieu pneumatique. Quand de tels câbles reposent à la fois dans un emplacement dangereux et dans un emplacement non dangereux, il peut en résulter un transfert d'atmosphère explosive vers, par exemple, un matériel de salle de commande. La situation est probablement plus critique avec un équipement installé dans une zone 0 ou une zone 1 (où la présence d'une atmosphère dangereuse est plus fréquente et pour des durées plus longues). Si cette situation est probable, il y a lieu qu'un dispositif d'obturation de câble (qui agit entre la gaine intérieure et les conducteurs individuels) soit utilisé. La mise en place d'un dispositif d'étanchéité de câble peut seulement atténuer le débit de la transmission de vapeur et des mesures supplémentaires peuvent être nécessaires.

9.3.2 Câbles alimentant des matériels transportables et portables

Les matériels transportables et portables doivent être équipés de câbles à gaine en polychloroprène haute résistance ou en un autre élastomère synthétique équivalent, de câbles à gaine en caoutchouc à haute résistance ou de câbles de construction tout aussi robuste. Les conducteurs 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 convient qu'il soit isolé séparément d'une manière similaire aux autres conducteurs, et qu'il soit 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, il ne doit pas être utilisé 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. Lorsque le matériel doit être mis à la terre, le câble peut comprendre un écran métallique flexible de mise 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,
- de câbles à gaine en caoutchouc de résistance ordinaire, ou
- de câbles 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 commutateurs de type pédale, les pompes électriques portables, etc.

9.3.3 Raccordement souple pour la poussière

Pour les raccordements des bornes des matériels fixes qui peuvent nécessiter de temps à autre un déplacement sur une faible distance (par exemple, moteurs sur glissières de guidage), il convient que les câbles soient agencés de manière à permettre le déplacement requis 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 conviendrait pour permettre le déplacement requis. Si des conduits métalliques 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, le conduit souple n'étant 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 flexibles

Les câbles souples utilisés dans des emplacements dangereux doivent être sélectionnés parmi les types de câbles suivants:

- ordinaire sous gaine de caoutchouc ;
- ordinaire sous gaine de polychloroprène ;
- sous gaine de caoutchouc à haute résistance ;
- gaine en polychloroprène de haute résistance;
- câbles isolés en matière plastique de construction tout aussi robuste que celle des câbles flexibles gainés de caoutchouc de haute résistance.

NOTE En l'absence de normes CEI sur les câbles, il convient de se référer aux normes nationales ou autres.

9.3.5 Câbles mono-conducteurs non gainés

Les câbles mono-conducteurs non gainés 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

Lorsqu'une ligne aérienne à conducteurs non isolés alimente en énergie ou en télécommunication, un matériel dans un emplacement dangereux, elle doit s'arrêter dans un

emplacement non dangereux et l'alimentation dans un emplacement dangereux doit être poursuivie par un câble ou conduit.

NOTE Il convient que des conducteurs non isolés ne soient pas installés au-dessus d'emplacements dangereux. Les conducteurs non isolés incluent les dispositifs 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 du possible, il convient d'installer les canalisations et les accessoires de façon qu'ils ne soient pas exposés aux dommages mécaniques, aux influences corrosives ou chimiques (par exemple solvants), ainsi qu'aux effets de la chaleur et aux effets des rayonnements UV (mais voir aussi 12.2.2.5 pour les circuits de sécurité intrinsèque).

Lorsqu'une exposition de cette nature est inévitable, on doit prendre des mesures de protection pour l'installation en conduits ou sélectionner des câbles appropriés (par exemple, pour minimiser le risque de dommage mécanique, on peut utiliser des câbles armés, avec écran, sous gaine d'aluminium sans soudure, des câbles sous gaine à isolant minéral ou sous gaine métallique semi-rigide).

Lorsque des câbles sont sujets à des vibrations, ils doivent être conçus pour supporter ces vibrations sans dommage.

NOTE 1 Pour les câbles devant être installés à des températures inférieures à -5°C , il convient de prendre des précautions pour prévenir les dommages aux matériaux constituant l'isolation ou la gaine.

NOTE 2 Lorsque des câbles sont fixés au matériel ou à des chemins de câbles, il convient que le rayon de courbure du câble soit en conformité avec les données du fabricant de câbles ou soit égal à au moins 8 fois le diamètre du câble afin de ne pas endommager celui-ci. 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 pour avoir une température de fonctionnement élevée (par exemple 105°C), cette température est en relation avec la température du cuivre de câble et non celle de la gaine du câble. Du fait des pertes de chaleur, il est peu probable que la température du câble dépasse T6. Lorsque des câbles à haute température sont requis, cette information sera incluse dans le certificat du matériel ou dans les recommandations du constructeur.

9.3.9 Propagation des flammes

Les câbles utilisés pour les canalisations fixes extérieures au matériel doivent posséder des caractéristiques de propagation des flammes leur permettant de supporter les essais stipulés dans la CEI 60332-1-2, sauf s'ils sont posés en terre, dans des tranchées ou des conduites dotées d'un remplissage pulvérulent, ou protégés d'une autre manière contre la propagation des flammes.

NOTE 1 La CEI 60332-1-2 spécifie l'utilisation d'une flamme à prémélange de 1 KW et elle est pour une utilisation générale, sauf que la procédure spécifiée peut ne pas être pertinente pour les essais de petits conducteurs ou câbles isolés et uniques de moins de $0,5\text{mm}^2$ de section totale parce que le conducteur fond avant que l'essai soit terminé, et pour les essais de petits câbles de fibre optique parce que le câble est cassé avant que l'essai soit terminé. Dans ces cas là, la procédure de la CEI 60332-2-2 est recommandée.

NOTE 2 Du fait que l'utilisation d'un conducteur ou câble isolé qui retarde la propagation de la flamme et qui est conforme aux exigences 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 est recommandé que lorsque le risque de propagation est élevé, par exemple dans un long parcours vertical de câbles toronnés, des précautions spécifiques d'installation soient prises. On ne peut pas faire l'hypothèse que, parce que le câble est conforme 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.

9.3.10 Connexion des câbles au matériel

Le raccordement des câbles au matériel électrique doit maintenir l'intégrité de la protection contre l'explosion du mode de protection pertinent.

Quand le certificat du câble possède le marquage « X », cette entrée de câble doit uniquement être utilisée pour les installations fixes. Si un amarrage complémentaire est exigé pour empêcher la traction et la torsion du câble transmettant les forces aux terminaisons du conducteur dans l'enveloppe, un amarrage doit être fourni et placé dans les 300 mm de l'extrémité de l'entrée de câble.

Lorsque le matériel est portable, seules les entrées de câble sans le marquage « X » doivent être utilisées.

Les entrées de câbles et/ou les câbles doivent être sélectionnés pour réduire les effets de fluage du câble.

NOTE 1 Certains types de câbles emploient des matériaux pouvant présenter d'importantes 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 est supérieure à la résistance à la déformation de la gaine du câble. Les câbles résistants au feu et/ou ceux dégagant peu de fumée sont généralement sujets au fluage. Le fluage peut réduire la résistance d'isolation du câble et quand cela est raisonnablement possible, il convient de l'éviter par une sélection d'entrées de câbles adaptées.

Les entrées de câbles avec des vis coniques ne doivent pas être utilisées dans des enveloppes ayant des plaques entrées non filetées.

NOTE 2 Les vis coniques incluent les vis NPT.

9.4 Systèmes de conduits

Il convient d'appliquer les normes nationales ou autres pour les systèmes de conduits.

NOTE Des normes CEI relatives aux systèmes de conduits sont actuellement à l'étude.

Le conduit doit être fourni avec un dispositif d'étanchéité là où il entre et sort 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 quand le câble 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.

S'il est nécessaire de maintenir un degré de protection contre la pénétration (par exemple IP54) de l'enveloppe, le conduit doit être fourni avec un dispositif d'obturation du conduit, contigu à l'enveloppe.

Les conduits doivent être fortement serrés au niveau de tous les raccords filetés.

Lorsque le système de conduits est utilisé comme conducteur de mise à la terre de protection, les raccords filetés doivent assurer l'écoulement du courant de défaut susceptible de passer, le circuit étant protégé de façon appropriée par des fusibles ou 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 susceptibles de 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 présentée par les câbles, y compris leur isolation, ne doit pas être supérieure à 40 % de la section présentée par le conduit.

Les enveloppes des canalisations longues doivent être munies de dispositifs de drainage appropriés afin d'assurer une évacuation satisfaisante des condensats. Par ailleurs les isolants des câbles doivent avoir une résistance à l'eau suffisante.

Pour atteindre le degré de protection requis de l'enveloppe, en plus de l'utilisation de dispositifs d'obturation, une étanchéité entre le conduit et l'enveloppe peut être nécessaire (par exemple au moyen d'un joint d'étanchéité ou d'une graisse non durcissante).

NOTE Lorsque le conduit est l'unique moyen de continuité de terre, il convient que l'étanchéité ne réduise pas l'efficacité de la liaison à la terre.

Les conduits utilisés uniquement pour une protection mécanique (habituellement appelés systèmes de conduits « ouverts ») ne nécessitent pas de répondre aux exigences de cet article. Cependant des mesures de précaution doivent être prises pour empêcher le transfert d'atmosphère explosible dans le conduit, avec des dispositifs adaptés d'obturation de conduit là où le conduit entre ou sort de l'emplacement dangereux.

9.5 Câbles et systèmes de conduits

9.5.1 EPL « Ga »

Des exigences supplémentaires pour les câbles dans des installations de mode de protection « ia » sont définies dans l'Article 12. Des exigences supplémentaires pour les câbles et conduits utilisés avec d'autres modes de protection conformes à la CEI 60079-26 doivent aussi être conformes aux concepts de protection déclarés dans la documentation.

9.5.2 EPL « Da »

Les exigences pour les câbles utilisés dans des systèmes de sécurité intrinsèque sont définies dans la CEI 61241-11.

NOTE Les câbles dans des conduits métalliques et les montages pour la technique de protection appropriée à l'emplacement dans lequel ils seront installés sont soumis à une approbation au niveau national.

9.5.3 Câbles et systèmes de conduits pour EPL « Gb », « Gc », « Db » et « Dc »

Des exigences supplémentaires pour les câbles et les systèmes de conduits sont définies dans les Articles 10 à 18 pour le mode de protection approprié.

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, les canalisations utilisées dans l'emplacement dangereux doivent être appropriées aux exigences d'EPL sur le parcours.

9.6.2 Protection des extrémités toronnées

Si l'on utilise des conducteurs multi-toronnés et particulièrement, des conducteurs à brins fins, les extrémités doivent être protégées contre la séparation des brins, par exemple au moyen de cosses terminales ou de manchons pour torons, ou par le type de borne, mais non uniquement par soudage tendre.

Les lignes de fuite et les distances d'isolement, conformes au mode de protection du matériel, ne doivent pas être réduites par la méthode de raccordement des conducteurs aux bornes.

9.6.3 Conducteurs inutilisés

Les exigences du présent article ne sont pas applicables aux circuits de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée (voir 12.2.2.5.3).

L'extrémité dans l'emplacement dangereux de chaque brin inutilisé dans les câbles multibrins 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 admissible.

9.6.4 Ouvertures inutilisées

Les ouvertures non utilisées pour les entrées de câble ou de conduit prévues dans les matériels électriques doivent être fermées au moyen de pièces d'obturation appropriées pour le mode de protection correspondant. Les éléments d'obturation doivent être conformes à la CEI 60079-0 et être d'un type qui peut être retiré uniquement à l'aide d'outils.

NOTE Pour les éléments d'obturation utilisés dans les circuits de sécurité intrinsèque, voir la CEI 60079-11.

9.6.5 Contacts fortuits

A l'exception des câbles chauffants, on doit éviter le contact fortuit entre l'armure ou la gaine métallique des câbles et la tuyauterie ou l'équipement contenant des gaz, des vapeurs ou des liquides inflammables. L'isolation fournie par une gaine extérieure non métallique d'un câble sera généralement suffisante pour y parvenir.

9.6.6 Jonctions

Dans la mesure du possible, il convient d'installer des longueurs de câble ininterrompues dans l'emplacement dangereux. Lorsqu'il n'est pas possible d'éviter des discontinuités, en plus d'une adéquation de la jonction aux contraintes mécaniques, électriques et chimiques, la jonction doit être

- placée dans une enveloppe d'un mode de protection approprié aux exigences de l'EPL pour l'emplacement, ou
- si elle n'est pas soumise à des contraintes mécaniques, remplie d'époxy ou d'une matière de remplissage, ou recouverte d'une gaine thermorétractable, conformément aux instructions du constructeur.

Les raccordements des conducteurs, à l'exception de ceux qui sont situés dans des conduits reliés à des matériels antidéflagrants ou à des circuits de sécurité intrinsèque ou à énergie limitée, doivent être réalisés uniquement au moyen de connecteurs à compression, de connecteurs vissés, de soudage autogène ou de brasage. Le soudage tendre est admissible si les conducteurs à relier sont maintenus ensemble par des moyens mécaniques appropriés, avant d'être soudés de sorte qu'il n'y ait pas de contraintes sur la connexion.

9.6.7 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 de l'emplacement.

9.6.8 Passage et accumulation d'agents inflammables

Lorsque des travées, des conduites, des tubes ou des tranchées sont utilisés 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 travées, des conduites ou des tubes. Pour les tranchées, il est possible d'utiliser une ventilation adéquate ou un remplissage pulvérulent. En cas de besoin, les conduits et, le cas échéant, les câbles (par exemple lorsqu'il y a une différence de pression) doivent être obturés de manière à empêcher le passage de liquides ou de gaz.

9.6.9 Accumulation de charges électrostatiques par la poussière

Il convient que le cheminement des câbles soit 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.

9.6.10 Accumulation de poussière combustible

Il convient que le cheminement des câbles soit agencé de telle sorte que ces derniers recueillent le minimum de couches de poussière, 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 combustibles 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 de la capacité en courant des câbles doit être considérée, particulièrement si des poussières à faible température minimale d'inflammation sont présentes. Tout système de câblage soumis à des couches de poussière doit être conforme aux exigences de température de 5.6.3.4.

10 Exigences supplémentaires relatives au mode de protection «d» – Enveloppes antidéflagrantes

10.1 Généralités

Les enveloppes antidéflagrantes possédant uniquement un certificat de composant Ex pour l'enveloppe (marquées avec « U ») ne doivent pas être installées. Elles doivent toujours avoir un certificat de matériel pour l'assemblage complet.

La modification de composants internes au matériel n'est pas admissible sans une réévaluation du matériel, parce que des situations créées par inadvertance peuvent conduire à des phénomènes de pré-compression, des changements de classe de température, et autres dont les conséquences peuvent invalider le certificat.

Le matériel marqué pour un gaz spécifique, ou marqué pour un groupe de matériel plus un gaz spécifique, et utilisé pour cette atmosphère spécifique 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 ».

10.2 Obstacles solides

Lors de l'installation du matériel, on doit veiller à ce que le joint antidéflagrant plan soit écarté d'une distance supérieure ou égale à celle définie dans le Tableau 6, 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 essayé à une distance inférieure.

Tableau 6 – Distance minimale d'obstruction concernant la bride antidéflagrante, suivant les sous-groupes de gaz présents dans l'emplacement dangereux

Groupe gaz	Distance minimale mm
IIA	10
IIB	30
IIC	40

10.3 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 matériaux d'étanchéité est admissible uniquement lorsque cela est spécifié dans les documents descriptifs du constructeur.

Les joints antidéflagrants ne doivent pas être peints.

La mise en peinture (par l'utilisateur) des enveloppes après assemblage complet est admissible. L'application de lubrifiants sur les faces d'un joint antidéflagrant réduira la quantité de peinture pénétrant l'interstice mais ne l'éliminera pas. Lorsque la documentation du constructeur ne traite pas de la protection des joints, on utilisera uniquement des lubrifiants non durcissables ou des agents non corrosifs sans solvant volatil.

NOTE 1 Les lubrifiants à base de silicone sont souvent adaptés à cette fin, mais il est nécessaire de faire attention à leur utilisation avec des détecteurs de gaz. Il est nécessaire de mettre l'accent sur le fait qu'il convient d'opérer la sélection et l'application de ces substances avec un soin extrême, de manière à garantir la conservation des caractéristiques non durcissables, de sorte que la séparation ultérieure des surfaces des joints soit possible.

NOTE 2 Il est possible d'employer des bandes de textiles imprégnées de lubrifiant non durcissant en dehors du joint plat de la bride, dans les conditions suivantes.

- lorsqu'une enveloppe est utilisée conjointement avec un gaz du groupe IIA, il convient que la bande soit limitée à une couche entourant toutes les parties du joint à emboîtement avec un court recouvrement, une nouvelle bande pouvant être appliquée là où la bande existante est rompue ;
- lorsqu'une enveloppe est utilisée conjointement avec un gaz du groupe IIB, il convient que l'interstice entre les surfaces du joint n'excède pas 0,1 mm, quelque soit la largeur du joint. Il convient de limiter la bande à une couche entourant toutes les parties du joint à emboîtement avec un léger recouvrement. Il convient d'appliquer une nouvelle bande chaque fois que la bande existante est rompue ;
- lorsqu'une enveloppe est utilisée conjointement avec un gaz du groupe IIC, il convient de ne pas utiliser de bande.

10.4 Systèmes d'entrée de câble

10.4.1 Généralités

Il est essentiel que les systèmes d'entrée de câbles soient conformes à toutes les exigences auxquelles il est fait référence dans la norme applicable pour le matériel et dans la documentation. Les entrées de câble doivent:

- être appropriées au type de câble employé ;
- maintenir le mode de protection ; et
- être conforme à 9.3.10.

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, la partie exposée des traversées sera placée dans un logement de raccordement correspondant soit à une autre enveloppe antidéflagrante,

soit à un dispositif protégé par le mode de protection «e». Lorsque le logement de raccordement est de type Ex «d», le système de câbles doit être conforme à 10.4.2. Lorsque le logement de raccordement est de type Ex «e», le système de câbles doit être conforme à 11.2.

Lorsque des câbles pénètrent directement dans le matériel antidéflagrant, le système de câbles doit être conforme à 10.4.2.

NOTE 1 Il convient d'éviter l'utilisation de conducteurs en aluminium dans les enveloppes antidéflagrantes Ex «d» lorsqu'un défaut peut créer un arc important sur ces conducteurs à proximité d'un joint plan. Une protection adéquate par isolation des conducteurs et des bornes peut être nécessaire afin de prévenir le risque de défaut ou en utilisant des enveloppes avec des joints à emboîtement ou filetés.

Les entrées de câbles antidéflagrantes à filetage cylindrique, les adaptateurs ou les éléments d'obturation ayant des filetages cylindriques 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 des filets reste suffisant. L'engagement des filets 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 utilisées, la fixation doit être fortement serrée.

Aucun trou supplémentaire ne doit être réalisé dans les enveloppes antidéflagrantes.

Lorsque l'entrée vissée ou la taille de trou est différentes de l'entrée de câble, un adaptateur vissé antidéflagrant conforme à la CEI 60079-1 peut être monté s'il est conforme aux exigences d'engagement de filets détaillées ci-dessus. Les entrées de câbles non utilisées doivent être obturées avec un élément d'obturation antidéflagrant conforme à la CEI 60079-1.

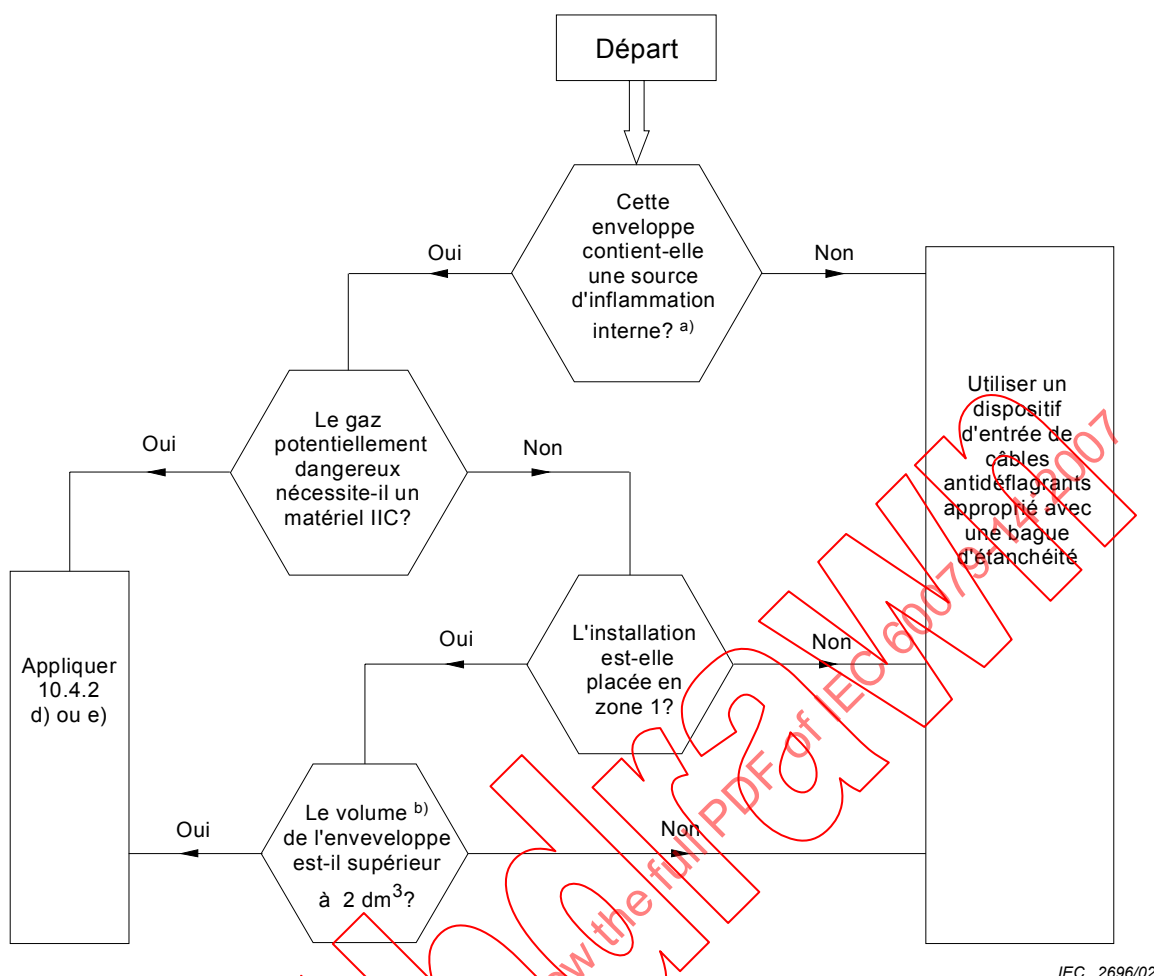
NOTE 2 Les migrations de gaz ou de vapeur et la propagation de flammes peuvent survenir dans les interstices entre les brins de conducteurs multibrins normalisés, ou entre les conducteurs individuels du câble. Des constructions spéciales peuvent être employées comme moyen de réduction des migrations et pour empêcher la propagation de flammes. Des exemples sont les brins resserrés, des obturations de brins individuels, et des matelas extrudés.

10.4.2 Sélection des entrées de câble

Le système d'entrée de câbles doit être conforme à l'une des possibilités suivantes:

- a) entrées de câble conformes à la CEI 60079-1 et certifiées comme partie du matériel lorsqu'elles sont soumises à essai avec un échantillon du type de câble particulier ;
- b) pour un câble conforme à 9.3.1 (a) significativement plein, une entrée de câble antidéflagrante conforme à la CEI 60079-1 peut être utilisée pourvu qu'elle possède une bague d'étanchéité et qu'elle soit sélectionnée conformément à la Figure 2.

La conformité à la Figure 1 n'est pas nécessaire si l'entrée de câble est conforme à la CEI 60079-1, si elle a été essayée avec un échantillon de câble spécifique pour des inflammations répétées de gaz inflammable dans une enveloppe et s'il n'y a pas eu d'inflammation hors de l'enveloppe.



IEC 2696/02

^a Les sources d'inflammations internes comprennent les étincelles et les températures susceptibles de survenir en service normal et pouvant générer une inflammation. Une enveloppe comportant uniquement des bornes ou une enveloppe impliquant une entrée indirecte (voir 10.4.1) n'est pas considérée comme comportant une source d'inflammation interne.

^b L'expression volume est définie par la CEI 60079-1.

Figure 2 – Diagramme de sélection des dispositifs d'entrée de câbles utilisés en conjonction avec les enveloppes antidéflagrantes, pour câbles conformes au point b) de 10.4.2

- c) câbles à gaine métallique et à isolant minéral avec ou sans revêtement externe en matière plastique, avec dispositif d'entrée de câbles antidéflagrant conforme à la CEI 60079-1 ;
- d) dispositifs d'obturation antidéflagrants (par exemple une chambre scellée) spécifiés dans la documentation du matériel ou conforme à la CEI 60079-1 et utilisant une entrée de câble adaptée au câble utilisé. Le dispositif d'obturation doit comporter un composé ou autre moyens d'obturation adapté qui permet de boucher les interstices autour des conducteurs. Les dispositifs d'obturation doivent être fixés sur le matériel au niveau du point d'entrée des câbles;
- e) les entrées de câble antidéflagrantes spécifiées dans la documentation du matériel et conformes à la CEI 60079-1, incorporant des composés d'obturation ou des élastomères qui bouchent les interstices autour des conducteurs individuels ou tout autre moyen équivalent d'obturation.

10.5 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 à l'entrée de l'enveloppe antidéflagrante en utilisant un minimum d'éléments.

Les dispositifs d'obturation des conduits ayant des filetages cylindriques peuvent être fixés avec une rondelle d'étanchéité-joint entre le dispositif d'entrée et l'enveloppe antidéflagrante à condition qu'après la mise en place de la rondelle, l'engagement du filetage respecte l'exigence applicable. 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.

NOTE 1 Un dispositif d'obturation est considéré comme fixé immédiatement à l'entrée de l'enveloppe antidéflagrante quand il est fixé à l'enveloppe, soit directement, soit par un accessoire nécessaire pour un accouplement conforme aux instructions du constructeur.

NOTE 2 Les migrations de gaz ou de vapeur et la propagation de flammes peuvent survenir dans les interstices entre les brins de conducteurs multibrins 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 brins resserrés, des obturations de brins individuels, et des matelas extrudés.

10.6 Moteurs

10.6.1 Moteurs avec alimentation par convertisseur

Les moteurs alimentés à fréquence et tension variables par un convertisseur doivent répondre à l'une ou l'autre des exigences suivantes:

- a) le moteur doit avoir fait l'objet d'un essai de type à cette fin en association avec le convertisseur spécifié dans les documents descriptifs conformément à la CEI 60079-0, et avec le dispositif de protection fourni ; ou
- b) le moteur n'a pas fait l'objet d'un essai de type à cette fin comme unité associée au convertisseur. Dans ce cas, les moyens (ou l'équipement) pour le contrôle direct de la température à l'aide des capteurs de température internes spécifiés dans la documentation du moteur ou d'autres moyens efficaces de limitation de la température de surface de l'enveloppe du moteur, doivent être fournis. L'efficacité du contrôle de la température doit prendre en compte la puissance, la gamme de la vitesse, le couple et la fréquence requis et elle doit être vérifiée et documentée. L'action de protection du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion électrique du moteur.

NOTE 1 Dans quelques cas, la température de surface la plus élevée apparaît sur l'arbre du moteur.

NOTE 2 Un dispositif de protection temporisé, fonction du courant (conforme à 7.2(a)) n'est pas considéré comme «autre moyen efficace».

NOTE 3 Pour les moteurs avec bornier de mode de protection «e» et en cas d'utilisation de convertisseurs présentant des impulsions haute fréquence à leur sortie, il convient de bien s'assurer que les surtensions brèves et les hautes températures qui peuvent être produites au bornier sont prises en compte.

10.6.2 Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)

Les moteurs possédant une alimentation pour un démarrage progressif exigent soit:

- a) que le moteur ait été soumis à essai comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif spécifié dans les documents descriptifs et avec le dispositif de protection fourni ; ou
- b) que dans le cas où le moteur n'a pas été soumis aux essais comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif, les moyens (ou équipements) pour le contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation, ou d'autres dispositions efficaces pour limiter la température de surface de l'enveloppe du moteur soient fournis, ou bien il faut que le dispositif de contrôle de la

vitesse assure que la température de surface spécifiée 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 de protection du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE 1 On ne considère pas que le démarrage progressif soit utilisé pour une courte durée.

NOTE 2 Pour les moteurs avec bornier de mode de protection «e» et en cas d'utilisation de dispositifs de démarrage progressif présentant des impulsions haute fréquence à la sortie, il convient de bien s'assurer que les surtensions brèves et les hautes températures qui peuvent être produites au bornier sont prises en compte.

11 Exigences supplémentaires pour le mode de protection « e » – Sécurité augmentée

Les enveloppes de sécurité augmentée possédant uniquement un certificat de composant Ex pour l'enveloppe (marquées avec « U ») ne doivent pas être installées. Elles doivent toujours avoir un certificat de matériel pour l'assemblage complet.

11.1 Degré de protection des enveloppes (CEI 60034-5 et CEI 60529)

Les enveloppes comportant des parties actives nues doivent avoir un degré de protection au moins égal à IP54 et les enveloppes comportant uniquement des parties isolées doivent avoir un degré de protection au moins égal IP44. Les machines électriques tournantes (à l'exception des borniers et des parties conductrices nues) installées dans des environnements propres et surveillées régulièrement par du personnel formé, nécessitent d'être protégées par des enveloppes dotées d'un degré de protection seulement égal à IP20. Les restrictions d'application doivent être marquées sur la machine.

11.2 Systèmes de câblage

11.2.1 Généralités

Les câbles et les conduits doivent être installés en conformité avec les dispositions de l'Article 9 et avec les exigences supplémentaires suivantes concernant les entrées de câbles et les extrémités des conducteurs.

Des trous supplémentaires d'entrée de câble peuvent être réalisés dans l'enveloppe à condition que ce soit autorisé par la documentation du constructeur.

NOTE 1 Les trous filetés dans les enveloppes en plastique doivent être perpendiculaires à la surface de l'enveloppe (du fait des procédés de moulage des enveloppes en plastique, la paroi de l'enveloppe peut avoir des angles de dépouille). Les surfaces avec des angles ne permettent pas de fixer l'entrée de câble ou l'insert dans le trou fileté perpendiculairement à la face, ce qui provoque une étanchéité inefficace.

NOTE 2 Les trous filetés coniques ne sont pas recommandés pour les enveloppes en plastique, parce que la contrainte mécanique élevée créée pendant l'obturation de ces trous peut fracturer la paroi de l'enveloppe.

11.2.2 Entrées de câble

Le raccordement des câbles à des matériels de sécurité augmentée doit être effectué au moyen de dispositifs d'entrée de câbles appropriés au type de câbles utilisé. Ils doivent être conformes aux exigences de la CEI 60079-0.

NOTE 1 Pour satisfaire à l'exigence relative à la protection contre la pénétration, il peut également être nécessaire de réaliser une étanchéité entre le dispositif d'entrée de câbles et l'enveloppe (par exemple, par le biais d'une bague d'étanchéité ou d'un joint fileté).

NOTE 2 Pour satisfaire à l'exigence de IP54 minimum, les dispositifs d'entrée de câbles filetés pour plaques d'entrée de câbles filetés ou pour enveloppes d'une épaisseur de 6 mm ou plus ne nécessitent aucune étanchéité supplémentaire entre le dispositif d'entrée de câbles et la plaque d'entrée de câbles ou l'enveloppe à condition que l'axe du dispositif d'entrée de câbles soit perpendiculaire à la surface externe de la plaque d'entrée de câbles ou à l'enveloppe.

Lorsqu'on utilise des câbles avec une gaine métallique et un isolant minéral, les exigences relatives aux lignes de fuite doivent être satisfaites en utilisant un dispositif d'étanchéité de câble à isolant minéral Ex « e ».

Des adaptateurs vissés conformes à la CEI 60079-0 peuvent être fixés dans les trous des entrées de câble pour permettre la connexion du dispositif ou de l'entrée de câble.

Les entrées inutilisées de l'enveloppe doivent être obturées avec des éléments d'obturation conformes à la CEI 60079-0 et qui maintiennent le degré de protection contre la pénétration IP54 ou ce qui est requis par l'emplacement, le plus haut degré des deux prévalant.

11.2.3 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 section différente ne doivent pas être raccordés à une même borne, sauf s'ils sont d'abord fixés au moyen d'un même manchon de compression ou toute autre méthode spécifiée par le constructeur.

Pour éviter le risque de court-circuit entre des conducteurs adjacents dans des borniers, l'isolement de chaque conducteur doit être maintenu jusqu'au métal de la borne.

NOTE Lorsqu'une simple vis de serrage à collerette est utilisée avec un conducteur unique, il convient que ce dernier soit enroulé en «U» autour de la vis, sauf si le serrage d'un conducteur sans «U» est autorisé dans la documentation fournie avec le matériel.

11.2.4 Combinaisons des bornes et des conducteurs pour raccordement et des boîtes de jonction

On doit veiller à ce que la chaleur dissipée dans l'enveloppe ne génère pas des températures supérieures à la classe de température requise pour le matériel. Pour ce faire, il est possible de

- a) suivre les directives fournies par le constructeur concernant le nombre de bornes admissibles, la taille des conducteurs et l'intensité maximale, 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.

NOTE 1 Il convient que la longueur des conducteurs dans l'enveloppe n'excède pas la longueur de la diagonale de l'enveloppe puisque c'est une base pour les calculs et pour les essais de type. Des longueurs supplémentaires de conducteurs dans l'enveloppe dans lesquels circule le courant maximum admissible peuvent apporter une augmentation de la température interne jusqu'à dépasser la classe de température.

NOTE 2 Le groupement de plus de 6 conducteurs peut aussi provoquer une augmentation de température qui peut dépasser T6 et/ou endommager l'isolation ; il convient donc qu'il soit évité.

11.3 Moteur à induction à cage

11.3.1 Alimenté par le réseau

Pour satisfaire aux exigences du point a) de 7.2, les dispositifs de protection contre les surcharges à retard inversement proportionnel doivent être tels que non seulement le courant du moteur est contrôlé, mais aussi que le moteur bloqué soit 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 initial et le courant doivent être détenues par l'utilisateur.

Les courbes indiqueront 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 d'intensité initiale (I_A/I_N) d'au

moins 3 à 8. La tolérance sur le temps de déclenchement des dispositifs de protection doit être de $\pm 20\%$.

Il convient de prendre spécialement en considération les propriétés des machines avec des enroulements raccordés en triangle en cas de perte d'une phase. Contrairement aux machines avec enroulement en étoile, la perte d'une phase peut ne pas être détectée notamment lorsqu'elle survient en cours de fonctionnement. La conséquence sera un déséquilibre des courants dans les conducteurs d'alimentation de la machine ainsi qu'un échauffement du moteur. Un moteur à enroulement en triangle avec un faible couple résistant au démarrage peut démarrer avec un tel défaut d'enroulement et de ce fait le défaut peut ne pas être détecté durant une longue période. Par conséquent, une protection de déséquilibre des phases doit être prévue sur les machines à enroulement en triangle pour détecter les déséquilibres de la machine avant l'apparition d'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 retard inversement proportionnel. Les moteurs conçus pour les conditions de démarrage difficiles ou devant être démarrés 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 retard inversement proportionnel, 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 $1,7 t_E$.

NOTE 1 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.

NOTE 2 Démarrage

Il est préférable que le temps de démarrage à branchement direct du moteur soit inférieur au temps t_E pour que le dispositif de protection du moteur ne soit pas déclenché pendant le démarrage. Lorsque le temps de démarrage dépasse 80% du temps t_E , il convient que les limitations associées au démarrage alors que le fonctionnement est conforme au manuel d'instruction de la machine fassent l'objet d'une détermination par le constructeur du moteur.

Comme la tension chute durant un démarrage à branchement direct, le courant de démarrage diminue et le temps de mise en vitesse augmente. Quoique ces effets puissent disparaître pour les faibles chutes de tension, il convient pour les tensions inférieures à 85% de U_N pendant le démarrage, que le constructeur du moteur déclare les limitations associées au démarrage.

Le constructeur peut limiter le nombre de tentatives de démarrages à un nombre défini.

NOTE 3 Relais de protection

Il convient que les relais de protection des machines protégées par le mode «e» respectent, en plus de celles de l'Article 7, les dispositions suivantes:

- a) surveillance du courant sur chaque phase ;
- b) fournir une protection précise contre les surcharges dans les conditions de pleine charge du moteur.

Des relais de protection contre les surcharges à retard inversement proportionnel peuvent être acceptables pour des machines 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 requis, il convient de choisir le dispositif de protection pour garantir que les températures limites ne soient pas dépassées avec les paramètres de fonctionnement déclarés de la machine. Lorsque le temps de démarrage dépasse $1,7 t_E$, il convient d'utiliser un relais à retard inversement proportionnel pour permettre à la machine de passer le temps de démarrage.

Dans certaines circonstances, par exemple pour des types de service autres que S1, le moteur peut être certifié avec les températures de détection et de protection. Dans ce cas, le temps t_E peut ne pas être identifié.

11.3.2 Capteurs de température de l'enroulement

Pour satisfaire aux exigences du point b) de 7.2, les détecteurs de température de l'enroulement associés aux dispositifs de protection doivent être appropriés à la protection

thermique de la machine même lorsque cette dernière est bloquée. L'utilisation de capteurs de température internes pour le contrôle de la température limite de la machine est admissible uniquement si cette utilisation est spécifiée dans la documentation de la machine.

NOTE Le type de capteur de température intégré et le dispositif de protection associé seront identifiés sur la machine.

11.3.3 Machines ayant une tension assignée supérieure à 1 kV

Les machines ayant une tension assignée supérieure à 1 kV doivent être sélectionnées en prenant en compte de l'« Evaluation des risques de décharge potentielle des enroulements de stator - Facteurs de risque d'inflammation » (voir Annexe E). Si le total de la somme des facteurs de risque est supérieur à 6, des réchauffeurs anticondensation doivent alors être utilisés et des dispositions spéciales sont employées pour assurer que l'enveloppe ne contient pas d'atmosphère explosive au moment du démarrage.

NOTE 1 Si la machine est destinée à fonctionner sous des « dispositions spéciales », le certificat aura 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 ou d'autres méthodes spécifiées dans les instructions du constructeur.

NOTE 3 Dans le tableau de l'Annexe E, la référence au « Temps entre les inspections de détail » reflète l'intervalle entre les nettoyages de l'enroulement du stator. Il convient de lire « Temps entre les révisions majeures (désassemblage et nettoyage si nécessaire) comme une inspection conforme à la CEI 60079-17 qui normalement n'exige pas que l'enroulement du stator soit examiné.

11.3.4 Moteurs avec alimentation par convertisseur

Les moteurs alimentés par un convertisseur à fréquence et à tension variables doivent avoir fait l'objet d'un essai pour cette fonction comme une unité en association avec le convertisseur spécifié et avec le dispositif de protection.

11.3.5 Démarrage à tension réduite (démarrage progressif)

Les moteurs possédant une alimentation pour un démarrage progressif exigent soit:

- a) d'avoir été soumis à essai comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif spécifié dans les documents descriptifs et avec le dispositif de protection fourni, ou
- b) que dans le cas où le moteur n'a pas été soumis aux essais comme une unité associée au dispositif de démarrage progressif, les moyens (ou équipements) pour le contrôle direct de la température à l'aide de capteurs de température intégrés, spécifiés dans la documentation, ou d'autres dispositions efficaces pour limiter la température de surface de l'enveloppe du moteur soient fournis, ou bien il faut que le dispositif de contrôle de la vitesse assure que la température de surface spécifiée 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 de protection du dispositif de protection doit provoquer la déconnexion du moteur.

NOTE 1 On considère que le démarrage progressif est utilisé pour une courte durée.

NOTE 2 Lorsque l'on utilise un dispositif de démarrage progressif présentant des impulsions haute fréquence en sortie, il convient de veiller à ce que les surtensions brèves et les plus hautes températures qui peuvent être produites au moteur ou à son bornier soient prises en compte.

11.4 Luminaires

Les luminaires à lampes fluorescentes et ballasts électroniques ne doivent pas être utilisés quand les classes de température T5 ou T6 sont exigées ou quand la température ambiante dépasse 60 °C.

NOTE Cette restriction minimise le risque des effets de la fin de vie (EOL) de la lampe.

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 Cette exigence est destinée aux lampes de conception récente où les plots où la terminaison du culot peuvent être en plastique ou en céramique avec un revêtement de film conducteur.

12 Exigences supplémentaires relatives au mode de protection «i» –Sécurité intrinsèque

Des exigences complémentaires pour « iD » sont à l'étude.

12.1 Remarque introductive

Il faut qu'une philosophie du mode de protection fondamentalement différente préside à l'installation des circuits de sécurité intrinsèque. Par rapport à tous les autres types d'installation, dans le cadre desquels on fait attention à confiner l'énergie électrique au système installé, conçus de telle sorte qu'un environnement potentiellement dangereux ne puisse pas s'enflammer, il faut protéger l'intégrité d'un circuit de sécurité intrinsèque contre l'intrusion d'énergie provenant d'autres sources électriques, de sorte que la limite de sécurité du circuit en terme d'énergie ne soit pas dépassée, même en cas d'ouverture du circuit, de court-circuit ou de mise à la terre.

En application de ce principe, l'objectif des exigences d'installation concernant les circuits de sécurité intrinsèque consiste à les maintenir séparés des autres circuits. Sauf avis contraire, les exigences pour les circuits de sécurité intrinsèque s'appliquent à tous les niveaux de protection (« ia », « ib » et « ic »).

Les circuits à énergie limitée « nL » doivent être conformes à toutes les exigences applicables aux circuits de sécurité intrinsèque « ic ».

12.2 Installations devant répondre aux exigences des EPL « Gb » ou « Gc »

12.2.1 Matériel

Dans les installations répondant 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, et au moins du niveau de protection « ib ».

Dans les installations répondant 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, et au moins du niveau de protection « ic ».

Il n'est pas nécessaire de marquer les matériels simples, mais ils doivent être conformes à la CEI 60079-0 et à la CEI 60079-11, dans la mesure où la sécurité intrinsèque repose sur eux.

Il convient que les matériels associés soient de préférence situés à l'extérieur de l'emplacement dangereux ou, si tel n'est pas le cas, ils doivent être protégés par un autre mode de protection approprié, conformément à l'Article 5 relatif aux sources d'inflammation possibles des matériels associés.

Les matériels électriques raccordés aux bornes d'un matériel associé qui ne sont pas de sécurité intrinsèque, ne doivent pas être alimentés sous une tension supérieure à U_m , indiquée sur l'étiquette du matériel associé. Le courant de court-circuit prévu pour l'alimentation ne doit pas être supérieur à 1 500 A.

La limitation du courant de court-circuit prévu là où sont les plus forts niveaux de défaut, peut être obtenue avec un élément de coupure à fusible en amont ou une protection.

Quand U_m marqué sur le matériel associé est inférieur à 250 V, le matériel doit être installé conformément à l'un des points suivants:

- a) dans un système TBTS ou TBTP quand U_m ne dépasse pas 50 Vca ou 120 Vcc, ou
- b) via un transformateur d'isolement de sécurité conforme aux exigences de la CEI 61558-2-6 ou à une norme techniquement équivalente, ou
- c) directement raccordée au matériel conforme à la CEI 60950, la CEI 61010-1, ou une norme techniquement équivalente, ou
- d) alimenté directement par des piles ou batteries.

Afin d'apporter une protection contre les interférences non autorisées et les dégradations, les composants et les enroulements des matériels de sécurité intrinsèque et des matériels associés (par exemple, les barrières) doivent être montés normalement dans une enveloppe offrant un degré de protection de IP20 ou plus, sauf si un degré de protection supérieur est exigé dans la documentation du matériel. Des méthodes alternatives de montage peuvent être utilisées si elles apportent une intégrité identique vis-à-vis des interférences et des dégradations (par exemple, montage dans une baie elle-même placée dans une baie de commutation verrouillée).

Quand cela est raisonnablement possible, tous les appareils faisant partie d'un système de sécurité intrinsèque doivent être identifiés en tant que tels. Cette recommandation peut être suivie en se conformant à 12.2.2.6.

12.2.2 Câbles

12.2.2.1 Généralités

Seuls les câbles isolés dont les tensions d'essais entre les conducteurs actifs et la terre, entre les conducteurs actifs et les écrans et entre les écrans et la terre sont au moins égales à 500 V en courant alternatif ou 750 V en courant continu, doivent être utilisés dans les circuits de sécurité intrinsèque.

Dans l'emplacement dangereux, le diamètre des conducteurs individuels ne doit pas être inférieur à 0,1 mm. Cela s'applique également à chaque brin d'un conducteur multibrins.

12.2.2.2 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 (voir 12.2.5) doivent être calculés conformément à a), b) ou c):

- a) les paramètres électriques les plus sévères fournis par le constructeur du câble ;
- b) les paramètres électriques déterminés par des mesures sur un échantillon ;

NOTE L'Annexe C donne le détail d'une méthode satisfaisante de détermination des paramètres essentiels.

- c) 200 pF/m et soit 1 μ H/m soit 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 60079-27.

12.2.2.3 Mise à la terre des écrans conducteurs

Lorsqu'il est nécessaire de recourir à un écran, 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 vise à empêcher l'éventualité de la circulation dans l'écran d'un courant susceptible d'être à l'origine d'une explosion, au cas où il existerait des différences locales de potentiel entre les terres des deux extrémités du circuit.

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, il convient de connecter en un point cet écran au système de liaison équipotentielle.

Cas spéciaux:

- a) S'il existe des raisons spéciales (par exemple, lorsque l'écran présente une résistance élevée, ou lorsqu'il est nécessaire de disposer d'un écran supplémentaire contre les interférences inductives) impliquant que l'écran possède des connexions électriques multiples sur toute sa longueur, il est possible d'utiliser l'installation représentée à la Figure 3, à condition que
- le conducteur de terre isolé soit de construction robuste (normalement, au moins 4 mm² mais 16 mm² peut s'avérer plus approprié pour les connexions de type amarrage) ;
 - l'ensemble du conducteur de terre isolé et de l'écran soit capable de supporter un essai d'isolement (mené à 500 V) par rapport à tous les autres conducteurs du câble y compris l'armure, le cas échéant ;
 - le conducteur de terre isolé et l'écran soient 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 sera normalement situé 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 soit déterminé et démontré conformément aux exigences de 12.2.5.
- b) Lorsque l'installation est établie et maintenue de telle sorte qu'un haut niveau de garantie d'égalisation des potentiels entre les deux extrémités du circuit existe (c'est-à-dire entre l'emplacement dangereux et l'emplacement non dangereux), les écrans des câbles peuvent être, si on le souhaite, raccordés à la terre aux deux extrémités du câble et, si nécessaire, à n'importe quel point intermédiaire.
- c) Il est acceptable de procéder à des mises à la terre multiples par le biais de petits condensateurs (par exemple, condensateurs céramique de 1 nF, 1 500 V), à condition que la capacité totale ne dépasse pas 10 nF.

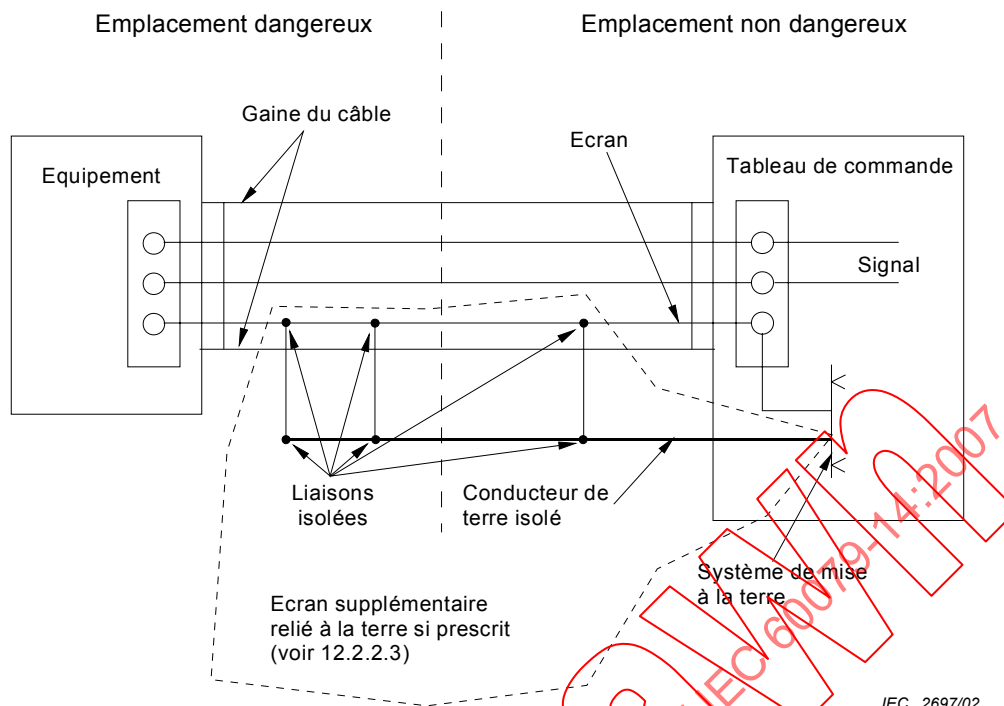


Figure 3 – Mise à la terre des écrans conducteurs

12.2.2.4 Liaison de l'armure du câble

L'armure doit être raccordée au système de liaison équipotentielle par le biais des dispositifs d'entrée de câbles ou de leurs équivalents à chaque extrémité du trajet des câbles. Lorsqu'il existe des boîtiers de jonction 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, la continuité électrique de l'armure d'un bout à l'autre du trajet des câbles doit être maintenue.

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, il convient de veiller à éviter toute différence de potentiel, susceptible de générer une étincelle dangereuse, pouvant survenir entre l'armure et le système de liaison équipotentielle. En tout 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 un emplacement d'EPL « Gc ».

12.2.2.5 Installation des câbles et câblage

12.2.2.5.1 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 mono-conducteurs à forte intensité présents dans les environs. 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 sorte que les câbles des circuits de sécurité intrinsèque ne puissent pas être raccordés par inadvertance à des câbles qui ne sont pas de sécurité intrinsèque. Pour ce faire, il est possible:

- a) de séparer les différents types de câbles de circuits ; ou
- b) de placer les câbles de sorte qu'ils soient protégés contre les dommages mécaniques ; ou
- c) d'utiliser des câbles qui sont armés, gainés avec du métal ou ayant un écran pour les types spécifiques de circuits (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.

12.2.2.5.2 Conducteurs

Les conducteurs des circuits de sécurité intrinsèque et ceux des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque ne doivent pas faire partie d'un même câble, sauf exception autorisée en 12.4.

Les conducteurs des circuits de sécurité intrinsèque, à l'exception de ceux admissibles par 12.2.2.7, et les conducteurs des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque qui sont dans le même faisceau ou dans la même conduite doivent être 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.

12.2.2.5.3 Conducteurs inutilisés dans les câbles multiconducteurs

Chaque conducteur non utilisé dans un câble multiconducteur doit:

- a) soit 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 multiconducteur ont une liaison à la terre (par exemple à travers le matériel associé), être raccordé au point de terre utilisé pour mettre à la terre tout circuit de sécurité intrinsèque dans ce même câble, mais convenablement isolé de la terre et de chaque autre conducteur à chacune de ses extrémités par l'utilisation de bornes adéquates.

12.2.2.6 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 revêtement bleu clair, cette couleur ne doit pas être utilisée à d'autres fins d'une manière ou dans un endroit qui pourrait prêter à confusion ou diminuer la signification de l'identification des circuits de sécurité intrinsèque.

Si tous les câbles de sécurité intrinsèque ou non de sécurité intrinsèque ont une armure, une gaine métallique ou un écran, le marquage des câbles de sécurité intrinsèque n'est pas requis.

Lorsqu'il existe un risque de confusion entre les câbles avec des circuits de sécurité intrinsèque et les câbles avec des 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 coupure et de sectionnement, 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.

12.2.2.7 Câbles multiconducteurs contenant plusieurs circuits de sécurité intrinsèque

Les exigences du présent paragraphe s'ajoutent à celles de 12.2.2.1 à 12.2.2.6.

Les câbles multiconducteurs peuvent contenir plusieurs circuits de sécurité intrinsèque. Des circuits qui ne sont pas de sécurité intrinsèque ne doivent pas passer dans le même câble multiconducteur que des circuits de sécurité intrinsèque, sauf exception notée en 12.4.

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 de 0,2 mm.

L'isolation du conducteur doit être telle qu'elle soit capable de supporter une tension alternative d'essai efficace égale à deux fois la tension nominale du circuit de sécurité intrinsèque, et au moins égale à 500 V.

Les câbles multiconducteurs doivent être d'un type capable de supporter un essai diélectrique au moins égal à:

- 500 V tension efficace en courant alternatif ou 750 V en courant continu appliquée entre toute armure et/ou écran(s) réunis entre eux et l'ensemble des conducteurs réunis entre eux ;
- 1 000 V tension efficace en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu appliquée entre un faisceau comprenant une moitié des conducteurs de câbles réunis entre eux et un faisceau comprenant l'autre moitié des conducteurs réunis entre eux. Cet essai n'est pas applicable aux câbles multiconducteurs dotés d'écrans conducteurs pour les circuits individuels.

Les essais de tension doivent être réalisés selon une méthode exigée dans une norme de câble appropriée. Lorsqu'une telle méthode n'est pas disponible, les essais doivent être effectués conformément aux dispositions de l'Article 10 de la CEI 60079-11.

12.2.2.8 Prise en considération des défauts dans les câbles multiconducteurs

Les défauts qui, le cas échéant, doivent être pris en considération dans les câbles multiconducteurs utilisés dans des systèmes électriques de sécurité intrinsèque dépendent du type de câble employé.

- Type A

Câble conforme aux exigences de 12.2.2.7, comportant en outre des écrans conducteurs fournissant une protection individuelle aux circuits de sécurité intrinsèque de manière à empêcher tout contact entre ces circuits; ces écrans doivent avoir un taux de recouvrement d'au moins 60 % de la surface. Aucun défaut entre les circuits n'est pris en considération.

- Type B

Câble fixé, protégé efficacement contre les dommages, conforme aux exigences de 12.2.2.7, ne comportant en outre aucun circuit dans le câble présentant une tension maximale U_0 supérieure à 60 V. Aucun défaut entre les circuits n'est pris en considération.

- Autres

Pour les câbles conformes aux exigences de 12.2.2.7 mais non conformes aux exigences supplémentaires du Type A ou de Type B, il est nécessaire pour « ia » et « ib » de prendre en compte jusqu'à deux courts-circuits entre conducteurs, et, simultanément, jusqu'à quatre circuits ouverts de conducteurs. Dans le cas de circuits identiques, les défauts ne doivent pas être pris en considération pourvu que chaque circuit traversant le câble présente un facteur de sécurité de quatre fois celui requis pour les niveaux de protection « ia » ou « ib ».