

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure "p"**

**Atmosphères explosives –
Partie 2: Protection du matériel par enveloppe à surpression interne "p"**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 60079-2

Edition 6.0 2014-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure "p"**

**Atmosphères explosives –
Partie 2: Protection du matériel par enveloppe à surpression interne "p"**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 29.260.20

ISBN 978-2-8322-1746-7

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

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	14
1 Scope.....	15
2 Normative references	15
3 Terms and definitions	16
4 Protection levels	18
5 Constructional requirements for pressurized enclosures	21
5.1 Enclosure	21
5.2 Materials.....	21
5.3 Doors and covers.....	21
5.3.1 Group I pressurized enclosures	21
5.3.2 Group I pressurized enclosures with static pressurization	21
5.3.3 Group II and Group III pressurized enclosures	21
5.3.4 Group II and Group III pressurized enclosures with static pressurization.....	22
5.3.5 Group II and Group III Level of Protection “pxb”	22
5.3.6 Group II and Group III Door and Cover warning	22
5.4 Mechanical strength.....	22
5.5 Group I and Group II Apertures, partitions, compartments and internal components	22
5.6 Apertures for Static Pressurization.....	23
5.7 Insulating materials for Group I equipment.....	23
5.8 Sealing	23
5.9 Spark and particle barriers	23
5.10 Cells and batteries	24
6 Temperature limits.....	24
6.1 General.....	24
6.2 For Level of Protection “pxb” or Level of Protection “pyb”	24
6.3 For Level of Protection “pzc”	24
7 Safety provisions and safety devices (except for static pressurization)	24
7.1 Suitability of safety devices for hazardous area	24
7.2 Integrity of safety devices	24
7.3 Provider of safety devices	25
7.4 Pressurization System evaluated as associated equipment.....	25
7.4.1 Pressurization systems for Level of Protection “pzc”	25
7.4.2 Pressurization systems for Level of Protection “pyb”	26
7.4.3 Pressurization systems for Level of Protection “pxb”	26
7.5 Sequence diagram for Level of Protection “pxb”	26
7.6 Ratings for safety devices	26
7.7 Group I and Group II Purging automated for Level of Protection “pxb”	26
7.8 Group I or Group II – Purging criteria	27
7.9 Group III – Cleaning.....	27
7.10 Requirements when a minimum flow rate required	27
7.11 Safety devices to detect minimum overpressure.....	27
7.12 Value of minimum overpressure	28
7.13 Pressurizing multiple enclosures	29
7.14 Safety devices on doors and covers.....	29

7.15	Equipment that may remain energized	29
7.16	Equipment permitted within Level of Protection “pyb”	29
8	Safety provisions and safety devices for static pressurization	30
8.1	Suitability of safety devices for hazardous area	30
8.2	Protective gas	30
8.3	Internal sources of release	30
8.4	Group I and Group II Filling procedure	30
8.5	Group III Filling Procedure	30
8.6	Safety devices	30
8.7	Equipment that may remain energized	30
8.8	Overpressure	30
9	Supply of protective gas	31
9.1	Backup supply	31
9.2	Independent supplies	31
9.3	Type of gas	31
9.4	Temperature	31
10	Pressurized equipment with an internal source of release	31
11	Release conditions	31
11.1	No release	31
11.2	Limited release of a gas or vapour	32
11.3	Limited release of a liquid	32
12	Design requirements for the containment system	32
12.1	General design requirements	32
12.2	Infallible containment system	32
12.3	Containment system with a limited release	33
13	Protective gas and pressurizing techniques when there is an internal source of release	33
13.1	General	33
13.2	Pressurization with leakage compensation	34
13.2.1	No release	34
13.2.2	Limited release of a gas or liquid	34
13.3	Pressurization with dilution	34
13.3.1	General	34
13.3.2	No release	34
13.3.3	Limited release of a gas or vapour	35
13.3.4	Limited release of a liquid	35
14	Ignition-capable equipment	35
15	Internal hot surfaces	35
16	Type verification and tests	36
16.1	Determining the maximum overpressure rating	36
16.2	Maximum overpressure test	36
16.3	Leakage test	36
16.3.1	Other than static pressurization	36
16.3.2	Static pressurization	36
16.4	Purging test for pressurized enclosures with no internal source of release and filling procedure test for static pressurization	37
16.4.1	General	37
16.4.2	Pressurized enclosure where the protective gas is air	37

16.4.3	Pressurized enclosure where the protective gas is inert.....	37
16.4.4	Pressurized enclosure where the protective gas may be either air or an inert gas with a density equal to air ± 10 %	37
16.4.5	Filling procedure test for a pressurized enclosure protected by static pressurization	37
16.5	Purging and dilution tests for a pressurized enclosure with an internal source of release.....	37
16.5.1	Test gas	37
16.5.2	Pressurized enclosure where the flammable substance has less than 2 % (V/V) oxygen and the protective gas is inert.....	38
16.5.3	Pressurized enclosure with pressurization by continuous flow, containment system with less than 21 % (V/V) oxygen and the protective gas is inert	38
16.5.4	Pressurized enclosure where the flammable substance is not a liquid, pressurization by continuous flow and the protective gas is air	39
16.6	Verification of minimum overpressure	39
16.7	Tests for an infallible containment system.....	40
16.7.1	Overpressure test	40
16.7.2	Infallibility test	40
16.8	Overpressure test for a containment system with a limited release.....	40
17	Routine tests	40
17.1	Functional test	40
17.2	Leakage test	40
17.3	Tests for an infallible containment system.....	40
17.4	Test for a containment system with a limited release	40
18	Marking	40
18.1	General.....	40
18.2	Identifying as pressurized	41
18.3	Supplementary marking	41
18.4	Internal source of release	41
18.5	Static pressurization	41
18.6	Pressurization systems	41
18.7	Warnings required in other clauses	42
18.8	Overpressure limited by user	42
18.9	Inert gas	42
19	Instructions.....	43
Annex A (normative)	Purging and dilution tests	44
A.1	General.....	44
A.2	Criteria for compliance where the protective gas is air	44
A.3	Criteria for compliance where the protective gas is inert	44
Annex B (informative)	Examples of functional sequence diagram.....	45
Annex C (informative)	Examples of the changes in pressure in ducts and enclosures	47
Annex D (informative)	Information to be provided to the user	52
D.1	General.....	52
D.2	Ducting of protective gas	52
D.2.1	Location of inlet	52
D.2.2	Ducting between pressurized enclosure and inlet	52
D.2.3	Outlets for protective gas.....	52
D.2.4	Additional purge time to account for ducting	53

D.2.5	Temperature of protective gas at the inlet.....	53
D.3	Power for protective gas supply	53
D.4	Static pressurization	53
D.5	Enclosures with a containment system.....	53
D.6	Enclosure maximum overpressure	53
Annex E (normative)	Classification of the type of release within enclosures	54
E.1	General.....	54
E.2	No normal release, no abnormal release	54
E.3	No normal release, limited abnormal release.....	54
E.4	Limited normal release.....	54
Annex F (informative)	Examples for the use of the dilution area concept.....	55
Annex G (normative)	Internal Cells and Batteries for Level of Protection “pxb” and Level of Protection “pyb”.....	57
G.1	General Requirements	57
G.1.1	General	57
G.1.2	Accepted Electrochemical Systems	57
G.1.3	Secondary cells and secondary batteries	57
G.1.4	Mechanical Protection	57
G.2	Electrical Protection by energy limiting circuits.....	58
G.2.1	Assessing as energy limited	58
G.2.2	Protective Components.....	58
G.2.3	Preventing excessive gas pressure.....	58
G.3	Additional requirements for Primary batteries.....	59
G.3.1	Prevention of reverse charging.	59
G.3.2	Prevention of accidental charging of primary batteries	59
G.4	Additional requirements for secondary batteries.....	60
G.4.1	Charging of secondary batteries inside the pressurized housing	60
G.5	Specific requirements for Inherently Safe (IhS) cells and batteries	60
G.6	Equipment located inside a pressurized enclosure connected to a battery which is also located inside the pressurized enclosure and not disconnected in the event of loss of pressurization	61
G.6.1	General	61
G.6.2	Circuit Isolation.....	61
G.6.3	Intrinsically safe battery or inherently safe battery used with “Ex” equipment.....	61
G.6.4	Intrinsically Safe or Inherently Safe battery with non-“Ex” equipment.....	61
G.7	Supplementary marking and constructional requirements for pressurized enclosures containing one or more cells or batteries	63
G.7.1	General	63
G.7.2	Battery removal warning	63
G.7.3	Batteries requiring routine maintenance.....	63
G.8	Type tests	63
G.8.1	Voltage	63
G.8.2	Short circuit test for an Inherently Safe Cell or Battery.....	63
G.8.3	Full load test for other than Inherently safe batteries	63
Annex H (normative)	Internal Cells and Batteries for Level of Protection “pzc”	64
H.1	General Requirements	64
H.1.1	General	64
H.1.2	Accepted Electrochemical Systems	64

H.1.3	Secondary cells and secondary batteries	64
H.1.4	Mechanical Protection	64
H.2	Equipment located inside a pressurized enclosure connected to a battery which is also located inside the pressurized enclosure and is not disconnected when power is removed from the enclosure.	65
H.3	Supplementary marking and constructional requirements for pressurized enclosures containing one or more cells or batteries	65
H.3.1	General	65
H.3.2	Battery removal warning	65
H.3.3	Batteries requiring routine maintenance.....	65
	Bibliography.....	66
	Figure B.1 – State diagram of a leakage-compensation purge control system	45
	Figure C.1 – Protective gas outlet.....	48
	Figure C.2 – Pressurized enclosures with leakage compensation, enclosures without moving parts	49
	Figure C.3 – Pressurized enclosures with leakage compensation, rotating electrical machine with an internal cooling fan	50
	Figure C.4 – Pressurized enclosure with a leakage compensation, rotating electrical machine with an external cooling fan	51
	Figure F.1 – Diagram showing the use of the dilution area concept to simplify the purge and dilution test requirements	55
	Figure F.2 – Diagram showing the use of the infallible containment system concept to simplify the purging and dilution requirements around ICE.....	56
	Figure F.3 – Diagram showing the use of internal partitions around the potential source of release to simplify the purging and dilution requirements around ICE located outside the partitions.....	56
	Figure G.1 – Reverse charging protection	59
	Figure G.2 – Accidental charging protection.....	59
	Table 1 – Determination of protection level	19
	Table 2 – Design criteria based upon level of protection	20
	Table 3 – Safety devices based upon Level of Protection.....	25
	Table 4 – Protective gas requirements for a pressurized enclosure with a containment system.....	34
	Table 5 – Equipment Protection Levels permitted within the dilution area based upon the Level of Protection of the pressurized enclosure	35
	Table 6 – Text of warning markings	42
	Table B.1 – Truth table of a leakage-compensation purge control system	45

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –**Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure "p"**

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 60079-2 has been prepared by technical committee 31: Explosive atmospheres.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2007. This sixth edition cancels and replaces the first edition of IEC 61241-4 published in 2001. This sixth edition constitutes a technical revision.

The significance of changes between IEC 60079-2, Edition 6.0, 2014 and IEC 60079-2, Edition 5.0, 2007 are as listed below:

Changes	Clause	Type		
		Minor and Editorial Changes	Extension	Major Technical Changes
Scope Expanded to include combustible dust	1		X	
Protective Gas Replaced “apparatus” with “equipment”	3			
Protective Gas Revised to show that purging is not required for explosive dust atmospheres	3.16	X		
Level of Protection “pxb” Term and definitions revised to reflect EPL and level of protection	3.21	X		
Level of Protection “pyb” Term and definitions revised to reflect EPL and level of protection	3.22	X		
Level of Protection “pzc” Term and definitions revised to reflect EPL and level of protection	3.23	X		
Lower Flammable Limit Term and definition revised to agree with 60079-0	3.26	X		
Upper Flammable Limit Term and definition revised to agree with 60079-0	3.27	X		
Table 1 – Determination of protection level Revised to use EPL terminology	Table 1	X		
Table 2 – Design Criteria based upon level of protection Revised to use EPL terminology	Table 2	X		
Enclosure Requirements relaxed for specific designs	5.1		X	
Group II and Group III pressurized enclosures Text revised to use EPL terminology	5.3.3	X		
Group II and Group III Level of Protection “pxb” Added that warning also applies for explosive dust atmospheres	5.3.5		X	
Group II and Group III door and cover warning Added that warning also applies for explosive dust atmospheres	5.3.6		X	
Group II and Group III door and cover warning Revised warning from atmosphere “may be present” to “is present”	5.3.6	X		
Mechanical Strength Removed reference to 60079-0 by clause number for “X” condition	5.4	X		
Spark and particle barriers Removed reference to 60079-0 by clause number for “X” condition	5.9	X		
Cells and batteries Added requirements for cells and batteries	5.10			C1
For Level of Protection “pxb” or Level of Protection “pyb” Revised Table to use terminology consistent with EPLs	6.2	X		

Changes	Clause	Type		
		Minor and Editorial Changes	Extension	Major Technical Changes
Suitability of safety devices for hazardous area Word “explosion” changed to “ignition” to reflect UFL/LFL terms	7.1	X		
Integrity of safety devices Added requirement for detecting fan failure	7.2			C2
Table 3 – Safety devices based upon Level of Protection Revised column labels to use Level of Protection terminology	Table 3	X		
Provider of safety devices Remove reference to 60079-0 by clause number for “X” condition	7.3	X		
Pressurization System evaluated as associated equipment Added requirements for pressurization systems	7.4			C3
Sequence diagram for Level of Protection “pxb” Revised text to use Level of Protection terminology	7.5	X		
Group I and Group II purging automated for Level of Protection “pxb” Revised text to use Level of Protection terminology	7.7	X		
Group I and Group II purging automated for Level of Protection “pxb” Added text specifying that for “pxb”, control must be automated	7.7			C4
Group I or Group II – purging criteria Revised text to use Level of Protection terminology	7.8	X		
Group III – cleaning Added text for cleaning enclosures used in explosive dust atmospheres	7.9		X	
Safety devices to detect minimum overpressure Add word “minimum” to clause title to be consistent with text	7.11	X		
Safety devices to detect minimum overpressure Revised text to use Level of Protection terminology	7.11 d)	X		
Value of minimum overpressure Added word “minimum” to clause title to be consistent with text	7.12	X		
Value of minimum overpressure Revised text to use Level of Protection terminology	7.12	X		
Value of minimum overpressure Added text to reflect a note in Annex C	7.12		X	
Pressurizing multiple enclosures Revised text to use Level of Protection terminology	7.13	X		
Safety devices on doors and covers Revised text to use Level of Protection terminology	7.14	X		
Equipment that may remain energized Revised text to use EPL and level of protection terminology	7.15	X		
Equipment permitted within Level of Protection “pyb” Revised text to use EPL and level of protection terminology	7.16	X		
Group I and Group II Filling procedure Allow filling in a hazardous location if tested as non-hazardous	8.4		X	

Changes	Clause	Type		
		Minor and Editorial Changes	Extension	Major Technical Changes
Group III Filling Procedure Added static pressurization filling procedure for combustible dust	8.5		X	
Safety devices Revised text to use Level of Protection terminology	8.6	X		
Equipment that may remain energized Revised text to use EPL terminology	8.7	X		
Overpressure Removed reference to 60079-0 by clause number	8.8	X		
Backup supply Added requirements for a backup supply of protective gas	9.1			C5
Independent supplies Provided requirements for independence of pressurization	9.2		X	C6
Release Conditions Removed reference to 60079-0 by clause number for “X” condition	11.1.2	X		
Containment system with a limited release Removed reference to 60079-0 by clause number for “X” condition	12.3	X		
13.3.3 Limited release of a gas or vapour Revised text to reflect UFL/LFL terms	13.3.3	X		
Ignition-capable equipment Revised text to use Level of Protection terminology	14	X		
Type verification and tests Edition 5 clauses 16.1 to 16.7 moved to Edition 6 clauses 16.2 to 16.8	16	X		
Determining the maximum overpressure rating Added requirements to determine maximum overpressure	16.1			C7
Maximum overpressure test Moved Maximum overpressure test to 16.2	16.2			C7
Leakage test Clarify the acceptance criteria for the test	16.3.2		X	
Tests for an infallible containment system Clarify the rating used for the test	16.7.1			C8
Tests for an infallible containment system Modified test for infallible containment	16.7.2			C9
Edition 5 – Verifying ability of the pressurized enclosure to limit internal pressure Eliminated test	16.8			C7
Functional test Clarified that applies only to safety devices provided with enclosures	17.1	X		
Tests for an infallible containment system Waived helium leak tests for liquid systems	17.3		X	

Changes	Clause	Type		
		Minor and Editorial Changes	Extension	Major Technical Changes
Supplementary marking Allowed continued use of type of protection marking	18.3			
Pressurization systems Clarified use of Ex [p] and [Ex p] marking	18.6	X		
Warnings required in other clauses Added table number	18.7	X		
Warnings required in other clauses Added warning from 7.9	18.7		X	
Warnings required in other clauses Added warnings from Annex G and Annex H	18.7			C1
Instructions Added requirements for Group III	19		X	
Edition 5 Annex G – Infallibility test for containment system Deleted and replaced	Annex G	X		
Edition 5 Annex H – Introduction of an alternative risk assessment method encompassing “equipment protection levels” Deleted and replaced	Annex H	X		
Annex G – Internal Cells and Batteries for Level of Protection “pxb” and Level of Protection “pyb” Added requirements for cells and Batteries			X	
Annex H – Internal Cells and Batteries for Level of Protection “pzc” Added requirements for cells and Batteries			X	

Explanations:

A) Definitions

Minor and editorial changes clarification decrease of technical requirements minor technical change editorial corrections

These are changes which modify requirements in an editorial or a minor technical way. They include changes of the wording to clarify technical requirements without any technical change, or a reduction in level of existing requirement.

Extension addition of technical options

These are changes which add new or modify existing technical requirements, in a way that new options are given, but without increasing requirements for equipment that was fully compliant with the previous standard. Therefore, these will not have to be considered for products in conformity with the preceding edition. 5.

Major technical changes addition of technical requirements increase of technical requirements

These are changes to technical requirements (addition, increase of the level or removal) made in a way that a product in conformity with the preceding edition will not always be able to fulfill the requirements given in the later edition. These changes have to be considered for products in conformity with the preceding edition. For these changes additional information is provided in clause B) below

B) Information about the background of ‘Major Technical Changes’

C1 – Added annexes with requirements for using cells and batteries.

C2 – Added requirement that fan failure cannot be based upon loss of power to the fan.

- C3 – Added requirements for equipment evaluated as a pressurization system to provide uniformity in the testing of such equipment.
- C4 – Although, in Edition 5, the title of clause 7.6 stated automated purging, the word automated was not in the requirement. It is intended that all “pxb” equipment have an automated purging system to prevent energizing of ignition capable circuits until the purge cycle has been properly completed. This requires verifying that the flow is at least the minimum required for the purge time as well as verifying that the minimum overpressure exists within the enclosure.
- C5 – If a backup supply of protective gas is provided, then both the primary and the backup supply needs to be capable of maintaining the required pressurization.
- C6 – If a pressurized enclosure is used within a larger pressurized enclosure the protective gas supplies need to be independent.
- C7 – The previous text in 16.1 of Edition 5, assumed that the enclosures had a maximum overpressure rating, but this is rarely the case. Some test houses relied upon the test in 16.8 to determine the maximum overpressure. Various methods were used to simulate regulator failure such as removing the regulator, but this also removed the orifices that would limit the flow. Based upon test house experience, the danger of flying fragments from the enclosure is acceptably small as either the enclosure or the gaskets will deform to relieve the internal pressure. A decision was taken to eliminate the overpressure test based upon the failed regulator. In addition, the definition of maximum overpressure is now based upon the value obtained when the pressurized enclosure is operated within its ratings. This maximum overpressure will generally occur when the equipment is in rapid purge mode with the maximum rated pressure applied to the inlet of the regulator. The Edition 5 text of 16.1 was modified and moved to 16.2.
- C8 – The term overpressure in most cases implies operation outside of the normal ratings. Text was clarified to use the term “maximum operating pressure” rather than maximum internal overpressure. Test was 16.6.1 in Edition 5.
- C9 – The test was modified to use helium leak detection rather than rely on maintaining a vacuum since this would depend upon the capability of the vacuum system. Test was 16.6.2 in Edition 5.

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

FDIS	Report on voting
31/1119/FDIS	31/1131/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 standard is to be read in conjunction with IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*.

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

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

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the new edition.

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

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

INTRODUCTION

This part of IEC 60079 gives requirements for the design, construction, testing and marking of electrical equipment for use in explosive atmospheres in which

- a) a protective gas maintained at a pressure above that of the external atmosphere is used to guard against the formation of an explosive gas atmosphere within enclosures which do not contain an internal source of release of flammable gas or vapour;
- b) a protective gas maintained at a pressure above that of the external atmosphere is used to guard against the formation of an explosive gas atmosphere within enclosures and is supplied to an enclosure containing one or more internal sources of release in order to guard against the formation of an explosive gas atmosphere; or
- c) a protective gas maintained at a pressure above that of the external atmosphere, is used to prevent the entry of combustible dust which might otherwise lead to the formation of an explosive dust atmosphere within enclosures, but only where there is no internal source of release of combustible dust.

This standard includes requirements for the equipment and its associated equipment including the inlet and exhaust ducts, and also for the auxiliary control equipment necessary to ensure that pressurization and/or dilution is established and maintained.

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure "p"

1 Scope

This part of IEC 60079 contains the specific requirements for the construction and testing of electrical equipment with pressurized enclosures, of type of protection "p", intended for use in explosive gas atmospheres or explosive dust atmospheres. It also includes the requirements for pressurized enclosures containing a limited release of a flammable substance.

This standard supplements and modifies the general requirements of IEC 60079-0. Where a requirement of this standard conflicts with a requirement of IEC 60079-0, the requirements of this standard take precedence.

This standard does not include the requirements for:

- pressurized enclosures where the containment system may release
 - a) air with an oxygen content greater than normal, or
 - b) oxygen in combination with inert gas where the oxygen is in a proportion greater than 21 %.
- pressurized rooms or analyser houses; see IEC 60079-13;
- pressurized enclosures used where "explosives" or pyrotechnics are present;
- pressurized enclosures used where hybrid mixtures of gas/vapour and combustible dust are present;
- pressurized enclosures used where pyrophoric substances such as explosives or propellants containing their own oxidizers are present
- pressurized enclosures with an internal source of release of combustible dust.

NOTE When the user acts in the role of the manufacturer, it is typically the user's responsibility to ensure that all relevant parts of this standard are applied to the manufacturing and testing of the equipment.

2 Normative references

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

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

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*

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

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

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

IEC 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60127, (All parts) *Miniature fuses*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-151, IEC 60050-426 and IEC 60079-0, as well as the following apply.

NOTE Unless otherwise specified, the terms "voltage" and "current" mean the r.m.s. values of an alternating, direct or composite voltage or current.

3.1 alarm

piece of equipment that generates a visual or audible signal that is intended to attract attention

3.2 containment system

part of the equipment containing the flammable substance that may constitute an internal source of release

3.3 dilution

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

Note 1 to entry: Dilution of oxygen by inert gas may result in a concentration of flammable gas or vapour above the upper flammable limit (UFL).

3.4 dilution area

area in the vicinity of an internal source of release where the concentration of a flammable substance is not diluted to a safe concentration

3.5 enclosure volume

volume of the empty enclosure without internal equipment. For rotating electrical machines, the free internal volume plus the volume displaced by the rotor

3.6 flammable substance

gases, vapours, liquids or mixtures thereof that are capable of being ignited

3.7 hermetically sealed device

device which is so constructed that the external atmosphere cannot gain access to the interior and in which any seal is made by fusion

Note 1 to entry: Examples of fusion include brazing, welding or the fusion of glass to metal.

3.8**ignition-capable equipment****ICE**

equipment which in normal operation constitutes a source of ignition for a specified explosive atmosphere.

3.9**indicator**

piece of equipment that shows whether flow or pressure is adequate and which is intended to be monitored periodically, consistent with the requirement of the application

3.10**internal source of release**

point or location from which a flammable substance in the form of a flammable gas or vapour or liquid may be released into the pressurized enclosure such that in the presence of air an explosive gas atmosphere could be formed

3.11**leakage compensation**

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

3.12**overpressure**

pressure above ambient pressure within a pressurized enclosure

3.13**pressurization**

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

3.14**pressurization system**

grouping of safety devices and other components used to pressurize and monitor or control a pressurized enclosure

3.15**pressurized enclosure**

enclosure in which a protective gas is maintained at a pressure greater than that of the external atmosphere

3.16**protective gas**

air or inert gas used for maintaining an overpressure and, if required, dilution and purging

Note 1 to entry: For the purposes of this standard, inert gas means nitrogen, carbon dioxide, argon or any gas which, when mixed with oxygen in the ratio 4 parts inert to 1 part oxygen as found in air, does not make the ignition and flammability properties, such as explosive limits, more onerous.

3.17**protective gas supply**

compressor, blower or compressed gas container that provides the protective gas at a positive pressure

Note 1 to entry: The protective gas supply includes inlet (suction) pipes or ducts, pressure regulators, outlet pipes, ducts, and supply valves.

Note 2 to entry: Components of the pressurization system other than the pressure regulator, are not included.

3.18

purging

in a pressurized enclosure, the operation of passing a quantity of protective gas through the enclosure and ducts, so that the concentration of the explosive gas atmosphere is brought to a safe level

3.19

static pressurization

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

3.20

Level of Protection “pxb”

pressurized enclosure providing Equipment Protection Level Mb, Gb or Db

Note 1 to entry: This permits unprotected equipment to be installed within the pressurized enclosure except for safety devices, see 3.23.

3.21

Level of Protection “pyb”

pressurized enclosure providing Equipment Protection Level Gb or Db with Equipment Protection Level Gc or Dc internal to the pressurized enclosure

Note 1 to entry: This permits Equipment Protection Level Gc or Dc equipment to be installed within the pressurized enclosure, except for safety devices, see 3.23

3.22

Level of Protection “pzc”

pressurized enclosure providing Equipment Protection Level Gc or Dc

Note 1 to entry: This permits unprotected equipment to be installed within the pressurized enclosure except for safety devices, see 3.23.

3.23

safety device

device used to implement or maintain the integrity of the type of protection

3.24

lower flammable limit

LFL

volume fraction of flammable gas or vapour in air below which an explosive gas atmosphere will not form, expressed as a percentage (see IEC 60079-20-1)

Note 1 to entry: This is also known as Lower Explosive Limit (LEL).

3.25

upper flammable limit

UFL

volume fraction of flammable gas or vapour in air above which an explosive gas atmosphere will not form, expressed as a percentage (see IEC 60079-20-1)

Note 1 to entry: This is also known as Upper Explosive Limit (UEL).

4 Protection levels

Protection by pressurization is subdivided into three Levels of Protection (“pxb”, “pyb” and “pzc”) which are selected based upon the Equipment Protection Level required (Mb, Gb, Db, Gc or Dc), whether there is the potential for an internal release, and whether the equipment within the pressurized enclosure is ignition-capable; see Table 1. The Level of Protection then

defines design criteria for the pressurized enclosure and the pressurization system; see Table 2.

Table 1 – Determination of protection level

Is there an internal release condition?	Highest Equipment Protection Level requirement for external explosive atmosphere	Does enclosure contain ignition-capable equipment?	Level of Protection
No	Mb, Gb or Db	Yes or no	Level of Protection “pxb”
No	Gb or Db	No	Level of Protection “pyb”
No	Gc or Dc	Yes or no	Level of Protection “pzc”
Yes, gas/vapour	Mb, Gb, or Db	No or Yes and the ignition-capable equipment is not located in the dilution area	Level of Protection “pxb”
Yes, gas/vapour	Gb or Db	No	Level of Protection “pyb”
Yes, gas/vapour	Gc or Dc	Yes and the ignition-capable equipment is not located in the dilution area	Level of Protection “pxb”
Yes, gas/vapour	Gc or Dc	No	Level of Protection “pyb”
Yes liquid	Gb or Db	Yes or No	Level of Protection “pxb” (inert)
Yes liquid	Gb or Db	No	Level of Protection “pyb” (inert)
Yes liquid	Gc or Dc	Yes or No	Level of Protection “pzc” (inert)
If the flammable substance is a liquid, normal release is never permitted.			
The protective gas shall be inert if “(inert)” is shown after the pressurization level; see Clause 13.			

Table 2 – Design criteria based upon level of protection

Design criteria	Level of Protection “pxb”	Level of Protection “pyb”	Level of Protection “pzc” with indicator	Level of Protection “pzc” with alarm
Degree of enclosure protection according to IEC 60529 or IEC 60034-5	IP4X minimum	IP4X minimum	IP4X minimum	IP3X minimum
Resistance of enclosure to impact	IEC 60079-0 applies	IEC 60079-0 applies	IEC 60079-0 applies	apply half the value shown in IEC 60079-0
Verifying purge period for Group I and Group II	Requires a timing device and monitoring of pressure and flow	Time and flow marked	Time and flow marked	Time and flow marked
Preventing incandescent particles from exiting a normally closed relief vent into an area requiring EPL Mb, Gb or Db	Spark and particle barrier required, see 5.9, unless incandescent particles not normally produced	No requirement ^{a)}	Level of protection “pzc” does not apply to areas requiring EPL Mb, Gb or Db	Level of protection “pzc” does not apply to areas requiring EPL Mb, Gb or Db
Preventing incandescent particles from exiting a normally closed relief vent into an area requiring EPL Gc or Dc	No requirement ^{b)}	No requirement ^{b)}	No requirement, see footnote b)	No requirement ^{b)}
Preventing incandescent particles from exiting a vent that opens during normal operation, to an area requiring EPL Mb, Gb or Db	Spark and particle barrier required, see 5.9	Spark and particle barrier required, see 5.9	Level of Protection “pzc” does not apply to areas requiring EPL Mb, Gb or Db	Level of Protection “pzc” does not apply to areas requiring EPL Mb, Gb or Db
Preventing incandescent particles from exiting a vent that opens during normal operation to an area requiring EPL Gc, or Dc	Spark and particle barrier required, see 5.9, unless incandescent particles not normally produced	No requirement ^{a)}	Spark and particle barrier required, see 5.9, unless incandescent particles not normally produced	Spark and particle barrier required, see 5.9, unless incandescent particles not normally produced
Door or cover opens only with use of a tool	Warning, see 5.3 and 6.2 b) ii)	Warning, see 5.3.6 ^{b)}	Warning, see 5.3.6 ^{c)}	Warning, see 5.3.6 ^{c)}
Door or cover opens without use of a tool	Interlock, see 7.14 (no internal hot parts)	Warning, see 5.3.6 ^{a)}	Warning, see 5.3.6 ^{c)}	Warning, see 5.3.6 ^{c)}
Internal hot parts that require a cool-down period before opening enclosure	Comply with 6.2 b) ii)	No requirement ^{a)}	Warning, see 5.3.6	Warning, see 5.3.6
^{a)} 6.2b) ii) is not applicable for Level of Protection “pyb” since neither hot internal parts nor normally created incandescent particles are permitted. ^{b)} There is no requirement for spark and particle barriers since in abnormal operation, where the relief vent opens, it is unlikely that the external atmosphere is within the explosive limits. ^{c)} There is no requirement for tool accessibility on a Level of Protection “pzc” enclosure since in normal operation the enclosure is pressurized with all covers and doors in place. If a cover or door is removed, it is unlikely that the atmosphere is within the explosive limits.				

5 Constructional requirements for pressurized enclosures

5.1 Enclosure

The pressurized enclosure shall have a degree of protection in accordance with Table 2.

For Level of Protection “pxb” with no internal components that exceed the marked temperature class and for Levels of Protection “pyb” and “pzc”, the tests for thermal endurance to heat and thermal endurance to cold for non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures of IEC 60079-0 need not be applied to the pressurized enclosure.

This is because degradation of the enclosure that results in increased leakage will result in alarm or removal of power to ignition capable circuits. Therefore, the pre-conditioning testing of non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures is not considered necessary.

5.2 Materials

The materials used for the enclosure, ducts and connecting parts shall not be adversely affected by the specified protective gas.

5.3 Doors and covers

5.3.1 Group I pressurized enclosures

Doors and covers shall either

- have special fasteners complying with IEC 60079-0; or
- be interlocked so that the electrical supply to equipment not providing an EPL as shown in 7.15 is disconnected automatically when they are opened and so that the supply cannot be restored until they are closed. The requirements of 7.7 shall also apply.

5.3.2 Group I pressurized enclosures with static pressurization

Doors and covers shall have special fasteners complying with IEC 60079-0.

5.3.3 Group II and Group III pressurized enclosures

The requirements for special fasteners in IEC 60079-0 do not apply.

For Level of Protection “pxb”, doors and covers which can be opened without the use of a tool or key shall be interlocked so that the electrical supply to electrical equipment not identified in 7.15 is disconnected automatically when they are opened and so that the supply cannot be restored until they are closed.

For Level of Protection “pyb” and Level of Protection “pzc”, the use of a tool or key is not required.

Consideration should be given to the possibility that the internal pressure could cause a door or cover to open violently when the fastener is moved. The operator or maintenance personnel should be protected from injury by methods such as the following:

- a) use multiple fasteners so that the enclosure will safely vent before all fasteners are released; or
- b) use a two-position fastener to allow safe venting of the pressure when opening the enclosure; or
- c) limit the maximum internal pressure to not greater than 2,5 kPa.

5.3.4 Group II and Group III pressurized enclosures with static pressurization

Doors and covers shall not be capable of being opened readily without the use of a key or tool

5.3.5 Group II and Group III Level of Protection “pxb”

A pressurized enclosure that contains hot parts requiring a cool-down period shall not be capable of being opened readily without the use of a key or tool.

5.3.6 Group II and Group III Door and Cover warning

To prevent the ignition of an explosive gas atmosphere or an explosive dust atmosphere which may be present when an enclosure is opened, doors and covers shall be marked:

WARNING – DO NOT OPEN WHEN AN EXPLOSIVE ATMOSPHERE IS PRESENT.

5.4 Mechanical strength

The pressurized enclosure, ducts if any, and their connecting parts shall withstand a pressure equal to 1,5 times the maximum overpressure specified by the manufacturer for normal service with all outlets closed with a minimum of 200 Pa.

If a pressure can occur in service that can cause a deformation of the enclosure, ducts if any, or connecting parts, a safety device shall be fitted to limit the maximum internal overpressure to a level below that which could adversely affect the type of protection. If the manufacturer does not provide the safety device, the certificate number shall include the "X" suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the Specific Conditions of Use listed on the certificate shall detail the necessary information required by the user to ensure conformity with the requirements of this standard.

5.5 Group I and Group II Apertures, partitions, compartments and internal components

5.5.1 Apertures and partitions shall be located in such a way that effective purging is ensured.

Unpurged areas can be eliminated by the proper location of the protective gas supply inlet and outlet and by consideration of the effect of partitions.

For gases or vapours that are heavier than air the inlet for the protective gas should be near the top of the pressurized enclosure, with the outlet near the bottom of the enclosure.

For gases or vapours that are lighter than air, the inlet for the protective gas should be near the bottom of the enclosure, with the outlet near the top of the enclosure.

Locating inlets and outlets at opposite sides of the enclosure promotes cross ventilation.

Internal partitions (for example, circuit boards) should be located in such a way that the flow of protective gas is not obstructed. The use of a manifold or baffles can also improve the flow around obstructions.

The number of apertures should be chosen with regard to the design of the equipment, particular consideration being given to the purging of sub-compartments into which the equipment might be divided.

5.5.2 Internal compartments shall be vented to the main enclosure or separately purged.

Vents providing not less than 1 cm² of vent area for each 1 000 cm³, with a minimum vent size of 6,3 mm diameter are typically sufficient for adequate purging.

5.5.3 Cathode ray tubes (CRTs) and other hermetically sealed devices do not require purging.

5.5.4 Components with a free internal volume less than 20 cm³ are not considered to be internal compartments requiring purging as long as the total volume of all such components is not more than 1 % of the free internal volume of the pressurized equipment.

NOTE 1 The 1 % is based upon 25 % of the lower explosive limit (LFL) of hydrogen; see A.2.

Electrical components considered to be environmentally sealed such as transistors, micro-circuits, capacitors, etc., are not to be included in the calculation of the total component volume.

5.6 Apertures for Static Pressurization

The enclosure shall have one or more aperture(s). After filling and pressurization, all apertures shall be closed.

5.7 Insulating materials for Group I equipment

Insulating materials subjected to electrical stresses capable of causing arcs in air and which result from rated currents of more than 16 A (in switching equipment such as circuit-breakers, contactors, isolators) shall have at least one of the following:

- a comparative tracking index equal to or greater than CTI 400 M in accordance with IEC 60112;
- a suitable device which detects possible decomposition of the insulating materials inside the enclosure leading to a dangerous condition, and automatically disconnects the power supply to the enclosure on the supply side, the presence and function of such a device shall be verified;
- creepage distances between live exposed conductors complying with those shown for the equivalent voltage in Material Group III (CTI) of pollution degree 3 in IEC 60664-1.

5.8 Sealing

All cable and conduit connections to a pressurized enclosure shall be sealed to maintain the IP rating of the enclosure or, if unsealed, be considered as part of the enclosure.

5.9 Spark and particle barriers

The pressurized enclosure and the ducting, if any, for the protective gas shall be provided with a spark and particle barrier to guard against the ejection of incandescent particles into the hazardous area.

Incandescent particles shall be assumed to be normally produced unless make/break contacts operate at less than 10 A and the working voltage does not exceed either 275 V a.c. or 60 V d.c., and the contacts have a cover.

Enclosures in which incandescent particles are not normally produced, do not require a spark and particle barrier on any normally closed relief vent exhausting into an area requiring EPL Gb or Mb.

Enclosures in which incandescent particles are not normally produced, do not require a spark and particle barrier on any vent exhausting into an area requiring EPL Gc.

If the manufacturer does not provide the spark and particle barriers, the certificate number shall include the "X" suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the Specific Conditions of Use listed on the certificate shall detail the necessary information required by the user to ensure conformity with the requirements of this standard.

5.10 Cells and batteries

Annex G provides requirements for Levels of Protection “pxb” and “pyb”. Annex H provides requirements for Level of Protection “pzc”.

6 Temperature limits

6.1 General

The equipment shall be classified in accordance with the temperature classification requirements of IEC 60079-0. The temperature class shall be determined in accordance with 6.2 and 6.3.

6.2 For Level of Protection “pxb” or Level of Protection “pyb”

The temperature class shall be based on the higher of the following temperatures:

- a) the hottest external surface of the enclosure; or
- b) the hottest internal component surface.

Exception: An internal component may exceed the marked temperature class if

- i) it complies with the relevant “small component” requirements of IEC 60079-0, or
- ii) the pressurized enclosure is Level of Protection “pxb” and complies with the requirements for opening times in IEC 60079-0. Appropriate measures shall be taken to prevent, if pressurization ceases, any explosive gas atmosphere which may exist making contact with the hot component surface before it has cooled below the permitted maximum value.

This may be achieved either by the design and construction of the joints of the pressurized enclosure and ducts or by other means, for example, by bringing auxiliary ventilation systems into operation or by arranging that the hot surface within the pressurized enclosure is in a gas-tight or encapsulated housing.

For Level of Protection “pyb”, hot ignition-capable parts in normal operation are not permitted within the enclosure.

6.3 For Level of Protection “pzc”

The temperature class shall be based on the hottest external surface of the enclosure.

In determining temperature class, account should be taken of any internal equipment with its own explosion protection, which may remain energized when the pressurization system is switched off.

7 Safety provisions and safety devices (except for static pressurization)

7.1 Suitability of safety devices for hazardous area

All safety devices used to reduce electrical equipment protected by pressurization from causing ignition shall themselves not be capable of causing ignition (see 7.15) or shall be mounted outside the hazardous area.

7.2 Integrity of safety devices

The safety devices required by this standard (see Table 3) form safety related parts of a control system. The safety and integrity of the control system shall be consistent with:

- for Level of Protection “pxb” or Level of Protection “pyb”, a single fault evaluation;

– for Level of Protection “pzc”, normal operation.

NOTE For guidance on the single fault evaluation, IEC 61511 series or similar standards can be used.

An electrical interlock on the fan motors or controls is not sufficient to indicate failure of pressurization because this may not indicate failures such as the fan belt slipping, the fan becoming loose on the shaft or reverse rotation of the fan.

Table 3 – Safety devices based upon Level of Protection

Design criteria	Level of Protection “pxb”	Level of Protection “pyb”	Level of Protection “pzc”
Safety device to detect loss of minimum overpressure	Pressure sensor, see 7.11	Pressure sensor, see 7.11	Indicator or pressure sensor, see 7.11 d)
Safety device(s) to verify purge period for Group I and Group II	Timing device, pressure sensor, and flow sensor at outlet; see 7.7	Time and flow marked, see 7.8 c)	Time and flow marked, see 7.8 c)
Safety device for a door or cover removable only with use of a tool	Warning, see 6.2 b)	No requirement (internal hot parts not permitted)	No requirement
Safety device for a door or cover removable without use of a tool	Interlock, see 7.14 (internal hot parts not permitted)	No requirement (internal hot parts not permitted)	No requirement
Safety device for hot internal parts when there is a containment system (see Clause 15)	Alarm and stop flow of flammable substance	Not applicable for protection level since internal hot parts not permitted	Alarm (normal release not permitted)

7.3 Provider of safety devices

The safety devices shall be provided by the manufacturer of the equipment or by the user. If the manufacturer does not provide the safety devices, the certificate number shall include the “X” suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the Specific Conditions of Use listed on the certificate shall detail the necessary information required by the user to ensure conformity with the requirements of this standard.

7.4 Pressurization System evaluated as associated equipment

7.4.1 Pressurization systems for Level of Protection “pzc”.

The pressurization system shall include as a minimum: a means for controlling the minimum overpressure, (e.g. a regulator) and a means to verify the minimum overpressure, (e.g. an indicator) all in accordance with 7.11.

If a vent is provided, it shall have a spark and particle barrier.

If a regulator is provided and if it is of a type that a single failure mode will put full inlet pressure on the regulator outlet, then a means (e.g. relief vent) shall be provided that will limit the internal pressure of an enclosure to a defined value. This value is to be stated in the instructions and established by either test or calculation. If multiple regulators or relief vents are provided as options, then the value for each set of available regulator/relief vent options shall be determined.

The pressurization system shall be tested to verify correct operation.

7.4.2 Pressurization systems for Level of Protection "pyb".

The pressurization system shall include: a means for controlling the minimum overpressure, (e.g. a regulator), a means to verify the minimum overpressure, (e.g. a pressure sensor) and an automatic safety device all in accordance with 7.11.

If a regulator is provided and if it is of a type that a single failure mode will put full inlet pressure on the regulator outlet, then a means (e.g. relief vent) shall be provided that will limit the internal pressure of an enclosure to a defined value. This value is to be stated in the instructions and established by either test or calculation. If multiple regulators or relief vents are provided as options, then the value for each set of available regulator/relief vent options shall be determined.

The pressurization system shall be tested to verify correct operation.

7.4.3 Pressurization systems for Level of Protection "pxb".

The pressurization system shall include: a means for controlling the minimum overpressure, (e.g. a regulator), a means to verify the minimum overpressure, (e.g. a pressure sensor), an automatic safety device all in accordance with 7.11 and an automated control system incorporating a flow sensor in accordance with 7.7.

If a regulator is provided and if it is of a type that a single failure mode will put full inlet pressure on the regulator outlet, then a means (e.g. relief vent) shall be provided that will limit the internal pressure of an enclosure to a defined value. This value is to be stated in the instructions and established by either test or calculation. If multiple regulators or relief vents are provided as options, then the value for each set of available regulator/relief vent options shall be determined.

The pressurization system shall be tested to verify correct operation including the function of the automatic control system.

7.5 Sequence diagram for Level of Protection "pxb"

For Level of Protection "pxb" pressurization systems, a functional sequence diagram shall be provided by the manufacturer, for example, truth table, state diagram, flow chart, etc., to define the action of the control system. The sequence diagram shall clearly identify and show the operational states of the safety devices and ensuing actions. Functional tests shall be required to verify conformity to the diagram. These tests need be carried out under normal atmospheric conditions, only unless otherwise specified by the manufacturer.

NOTE An example of the information to be supplied by the manufacturer is given in Annex B.

7.6 Ratings for safety devices

The manufacturer shall specify the maximum and minimum action levels and tolerances of the safety devices. The safety devices shall be used within the ratings specified by the manufacturer.

7.7 Group I and Group II Purging automated for Level of Protection "pxb"

An automatic control system including safety devices shall be provided to energize the electrical equipment within a pressurized enclosure only after purging has been completed.

The sequence of operations of the control system shall be as follows:

- a) following the initiation of the sequence, the purging flow through and the minimum overpressure in the pressurized enclosure shall be monitored in accordance with this standard;

- b) when the minimum flow rate of protective gas is achieved and the overpressure is within the specified limits, the purge timer can be started;
- c) after expiry of the time, the electrical equipment is then available to be energized;
- d) in the event of failure of any step in the sequence, the circuit shall be arranged to reset to the beginning.

7.8 Group I or Group II – Purging criteria

The manufacturer shall specify the conditions required for proper purging after an enclosure has been opened or the overpressure has dropped below the minimum specified by the manufacturer.

- a) for Level of Protection “pxb” or Level of Protection “pyb”, the manufacturer shall specify the minimum purge flow and time to satisfy the test in 16.4 or 16.5 as appropriate. For other than rotating machines and equipment with complex geometries, the minimum purge flow and time may be based upon a five-enclosure-volume purge if it is determined that such a purge is adequate without test.
- b) for Level of Protection “pzc”, for other than rotating machines and equipment with complex geometries, the manufacturer shall specify the minimum purge flow and time to ensure that the pressurized enclosure is purged by a quantity of protective gas equivalent to five enclosure volumes. The quantity of protective gas may be reduced if effective purging is demonstrated by the test in 16.4 or 16.5, as appropriate.

The purge test for rotating machines and for equipment with complex geometries may be omitted if the purge time is based on tests made with similar or comparable enclosures.

- c) the purging flow rate shall be monitored at the outlet of the pressurized enclosure. For Level of Protection “pxb”, the actual flow shall be monitored. For Level of Protection “pyb” or Level of Protection “pzc”, the flow may be deduced, for example, from the enclosure pressure and a defined orifice at the outlet. For Level of Protection “pyb” or Level of Protection “pzc”, an instruction label shall be provided to permit purging the pressurized enclosure before energizing the electrical equipment. The label shall include the following or similar:

WARNING – POWER SHALL NOT BE RESTORED AFTER ENCLOSURE HAS BEEN OPENED UNTIL ENCLOSURE HAS BEEN PURGED FOR ____ MINUTES AT A FLOW RATE OF ____.

NOTE It is typically the user's responsibility to determine the free space of the associated ducts which are not part of the equipment and to set up the additional purging time for the given minimum flow rate.

7.9 Group III – Cleaning

A warning shall be marked on the equipment stating that combustible dust shall be removed from the interior prior to switching on the electrical supply. The marking shall include the following or similar:

WARNING – POWER SHALL NOT BE RESTORED AFTER THE ENCLOSURE HAS BEEN OPENED UNTIL COMBUSTIBLE DUST ACCUMULATIONS WITHIN THE ENCLOSURE HAVE BEEN REMOVED.

7.10 Requirements when a minimum flow rate required

When a minimum rate of flow of protective gas is specified by the manufacturer (for example, if internal equipment would develop temperatures hotter than the marked temperature classification rating), one (or more) automatic safety device(s) shall be provided to operate when the flow rate of protective gas at the outlet falls below the specified minimum value.

7.11 Safety devices to detect minimum overpressure

One or more automatic safety devices shall be provided to operate when the pressurized enclosure overpressure falls below the minimum value specified by the manufacturer.

- a) the automatic safety device sensor shall take its signal directly from the pressurized enclosure;
- b) no valves shall be permitted between the automatic safety device sensor and the pressurized enclosure;
- c) it shall be possible to check the correct operation of the safety devices. Their location and setting shall take into account the requirements of 7.12:

NOTE The purpose(s) for which the automatic safety device(s) are used (i.e. to disconnect power or to sound an alarm or otherwise ensure the safety of the installation) is typically the responsibility of the user.

- d) for Level of Protection “pzc”, the following conditions shall be observed if the pressurized enclosure is equipped with an indicator in place of the automatic safety device:
 - 1) the protective gas supply shall be equipped with an alarm to indicate failure of the protective gas supply to maintain the minimum pressurized enclosure pressure;
 - 2) there shall be no devices between the pressurized enclosure and the protective gas supply alarm other than an isolating valve and/or a pressure or flow controlling mechanism;
 - 3) any isolating valve shall
 - be marked

WARNING – PROTECTIVE GAS SUPPLY VALVE – FOLLOW INSTRUCTIONS BEFORE CLOSING

- be capable of being sealed or secured in the open position;
- have an indication of whether it is open or closed;
- be located immediately adjacent to the pressurized enclosure;
- be used only during servicing of the pressurized enclosure.

NOTE This valve is intended to be kept open unless the area is known to be free of an explosive gas atmosphere or unless all equipment within the pressurized enclosure is de-energised and cooled.

- 4) any pressure or flow controlling mechanism, if adjustable, shall require a tool to operate it;
- 5) no filters shall be fitted between the pressurized enclosure and the protective gas system alarm;
- 6) the indicator shall be located for convenient viewing;
- 7) the indicator shall indicate the enclosure pressure;
- 8) the sensing point for the indicator shall be located to take into account the most onerous conditions of service;
- 9) the exclusion for non-metallic enclosures and non-metallic parts of enclosures in 5.1 has not been applied;
- 10) no isolating valve shall be fitted between the indicator and the pressurized enclosure.

A flowmeter used to indicate both enclosure pressure and purging flow normally should be located on the outlet.

A flowmeter used only to indicate pressure normally may be located anywhere on the enclosure, except the inlet.

NOTE Only in exceptional circumstances will a flowmeter located at the inlet indicate the pressure in the enclosure or the flow through the enclosure.

7.12 Value of minimum overpressure

A minimum overpressure of 50 Pa for Level of Protection “pxb” or Level of Protection “pyb”, and 25 Pa for Level of Protection “pzc” shall be maintained relative to the external pressure at every point, within the pressurized enclosure and its associated ducts, at which leakage can occur.

The manufacturer shall specify the minimum and maximum normal overpressure in service, the maximum overpressure during purging and the maximum leakage rate at the maximum normal overpressure.

Consideration should be given in the application of pressurized equipment having an internally enclosed cooling circuit in which circulation is assisted by an internal fan (e.g. motors), since the effect of such fans may be to produce a negative pressure in parts of the casing with consequent risk of ingress of gas or dust if pressurization ceases (see Figure C.3).

The distribution of pressure in different systems and ducts is illustrated in Figures C.1 to C.4.

The installation of the associated ducts and of the compressor or fan should not introduce a hazard. The basic requirements for the installation of ducting systems are given in Annex D.

7.13 Pressurizing multiple enclosures

When a source of protective gas is common to a number of separate pressurized enclosures, the safety device or devices may be common to several of these, provided that the resulting control takes account of the most unfavourable configuration of the group of enclosures. When a common safety device is fitted, the opening of a door or cover need not switch off all the electrical equipment in the pressurized enclosures or initiate the alarm, provided that the following three conditions are met:

- a) for Level of Protection “pxb”, the opening of the door or cover shall be preceded by disconnecting the supply to the electrical equipment in the particular pressurized enclosure, except if permitted by 7.15;
- b) the common safety device continues to monitor the overpressure in, and where necessary the flow through, all the other pressurized enclosures of the group; and
- c) the subsequent connecting of the supply to the electrical equipment in the particular pressurized enclosure is preceded by the purging procedure specified in 7.7.

7.14 Safety devices on doors and covers

For Level of Protection “pxb”, doors and covers that can be opened without the use of a tool or key, shall be interlocked so that the electrical supply to electrical equipment not identified in 7.15 is disconnected automatically when they are opened and so that the supply cannot be restored until they are closed. The requirements of 7.7 shall also apply.

7.15 Equipment that may remain energized

For Group I or Group II pressurized enclosures, the electrical equipment that may remain energized when Level of Protection “pxb” or Level of Protection “pyb” is not in operation shall be protected by EPL Ma or Mb for Group I and EPL Ga or Gb for Group II.

For Group II pressurized enclosures, the electrical equipment that may remain energized when Level of Protection “pzc” is not in operation shall be protected by EPL Ga, Gb or Gc.

For Group III pressurized enclosures, the electrical equipment that may remain energized when Level of Protection “pxb” is not in operation shall be protected by EPL Da or Db.

For Group III pressurized enclosures, the electrical equipment that may remain energized when Level of Protection “pzc” is not in operation shall be protected by EPL Da, Db or Dc.

7.16 Equipment permitted within Level of Protection “pyb”

Electrical equipment within a Level of Protection “pyb” pressurized enclosure shall be protected by EPL Ga, Gb or Gc for Group II.

Electrical equipment within a Level of Protection “pyb” pressurized enclosure shall be protected by EPL Da, Db, Dc for Group III.

8 Safety provisions and safety devices for static pressurization

8.1 Suitability of safety devices for hazardous area

All safety devices used to prevent electrical equipment protected by static pressurization causing an explosion shall themselves not be capable of causing an explosion and, if the safety device is electrically operated, it shall be protected by one of the types of protection recognized in IEC 60079-0 which is suitable for the application, or shall be mounted outside the hazardous area.

8.2 Protective gas

The protective gas shall be inert.

8.3 Internal sources of release

There shall be no internal sources of release.

8.4 Group I and Group II Filling procedure

The Instructions shall specify that the pressurized enclosure shall be filled with inert gas in an area known to be non-hazardous using the procedure specified by the manufacturer.

8.5 Group III Filling Procedure

The Instructions shall specify that the pressurized enclosure shall be cleaned as necessary to ensure there is no hazardous accumulation of combustible dust within the enclosure. The Instructions shall specify that after cleaning, the pressurized enclosure shall be filled with inert gas in an area known to be non-hazardous using the procedure specified by the manufacturer.

8.6 Safety devices

Two automatic safety devices for Level of Protection “pxb” or Level of Protection “pyb” or one automatic safety device for Level of Protection “pzc” shall be provided to operate when the overpressure falls below the minimum value specified by the manufacturer. It shall be possible to check the correct operation of the devices when the equipment is in service. The automatic safety devices shall be capable of being reset only by the use of a tool or a key.

NOTE The purpose for which the automatic safety devices are used (that is, to disconnect power or to sound an alarm or otherwise ensure safety of the installation) is typically the responsibility of the user.

8.7 Equipment that may remain energized

Electrical equipment within the pressurized enclosure that may be energized when type of protection “p” is not in operation shall have an EPL as shown in 7.15.

8.8 Overpressure

The minimum overpressure shall be greater than the maximum pressure loss in normal service measured over a period not less than 100 times the time necessary for the cooling of enclosed components in accordance with the opening times requirements of IEC 60079-0, with a minimum of 1 h. The minimum level of overpressure shall not be less than 50 Pa above the external pressure under the most onerous conditions specified for normal service.

9 Supply of protective gas

9.1 Backup supply

If a backup supply of protective gas is required in the event of failure of the primary supply, then each supply shall be capable of maintaining, independently, the required level of pressure or rate of supply of protective gas. The two sources may share common ductwork or piping.

NOTE A backup supply can be advisable where it is necessary to maintain operation of the electrical equipment.

9.2 Independent supplies

When the enclosure of an ignition-capable product is protected by Level of Protection “pzc” pressurized enclosure and this enclosure is then located within a Level of Protection “pyb” pressurized enclosure, the protective gas supplies shall be independent.

9.3 Type of gas

The protective gas shall be non-flammable.

The Instructions shall specify the protective gas and any alternative permitted. Where other than air of normal instrument quality or nitrogen is specified, the protective gas should not, by reason of its chemical characteristics or the impurities that it may contain, reduce the effectiveness of the type of protection “p”, or adversely affect the satisfactory operation and integrity of the enclosed equipment.

When an inert gas is used, a risk of asphyxiation exists. Therefore a warning shall be affixed to the enclosure, (see 18.9.) Consideration should be given to providing a suitable means of purging the enclosure to remove the inert gas prior to the opening of doors or covers.

9.4 Temperature

The temperature of the protective gas shall not normally exceed 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 this case, the temperature shall be marked on the enclosure.

10 Pressurized equipment with an internal source of release

The release conditions, containment system design requirements, the appropriate pressurization techniques and the restrictions on ignition-capable equipment and internal hot surfaces are given in Clauses 11 to 15.

11 Release conditions

11.1 No release

11.1.1 There is no internal release when the containment system is infallible; see 12.2.

11.1.2 No internal release is deemed to exist when the flammable substances inside the containment system are in the gas or vapour phase when operating between the specified temperature limits and either:

- a) the gas mixture within the containment system is always below the LFL; or
- b) the minimum pressure specified for the pressurized enclosure is at least 50 Pa higher than the maximum pressure specified for the containment system and an automatic safety device is provided to operate if the pressure difference falls below 50 Pa.

NOTE The purpose(s) for which the signal from the automatic safety device is used (that is, to disconnect power or to sound an alarm or otherwise maintain the safety of the installation) is typically the responsibility of the user.

The certificate number shall include the "X" suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the Specific Conditions of Use listed on the certificate shall detail the necessary information required by the user to ensure safe use.

11.2 Limited release of a gas or vapour

The rate of release of the flammable substance into the pressurized enclosure shall be predictable in all conditions of containment system failure; see 12.3. For the purposes of this standard, release of a liquefied gas is considered as release of a gas.

11.3 Limited release of a liquid

The rate of release of the flammable substance into the pressurized enclosure is limited as in 11.2, but the conversion of the liquid into a flammable vapour is not predictable. Consideration shall be given to the possible accumulation of liquid inside the pressurized enclosure and the consequences thereof.

If oxygen may be released from the liquid, the maximum flow rate of oxygen shall be predicted; see 13.2.2.

12 Design requirements for the containment system

12.1 General design requirements

The design and construction of the containment system, which will determine whether leakage is likely to occur or not, shall be based on the most onerous conditions of service specified by the manufacturer.

The containment system shall be either infallible or have a limited release upon failure. If the flammable substance is a liquid, there shall be no normal release (see Annex E) and the protective gas shall be inert.

NOTE The protective gas needs to be inert to prevent the evolved vapours from exceeding the capabilities of the diluting protective gas.

The manufacturer shall specify the maximum inlet pressure to the containment system.

Details of the design and construction of the containment system, the types and operating conditions of the flammable substance it may contain and the expected release rate or rates at given locations, shall be provided by the manufacturer in order for the containment system to be classified as an infallible containment system (12.2) or a containment system with limited release (12.3).

12.2 Infallible containment system

An infallible containment system shall be composed of metallic, ceramic or glass, pipes, tubes or vessels which have no moving joints. Joints shall be made by welding, brazing, glass to metal sealing, or by eutectic methods ¹⁾.

Low temperature solder alloys such as lead/tin composites are not acceptable.

¹⁾ A method of joining two or more components, normally metallic, employing a binary or ternary alloy system which solidifies at a constant temperature which is lower than the beginning of solidification of any of the components being joined.

The manufacturer should carefully consider damage to a potentially fragile containment system by adverse operating conditions. The Instructions should provide suitable guidance to reduce the risk of damage for those conditions agreed between manufacturer and user such as vibration, thermal shock and maintenance operations when doors or access covers of the pressurized enclosure are open.

12.3 Containment system with a limited release

The design of a containment system with limited release shall be such that the rate of release of the flammable substance is predictable in all conditions of containment system failure. The quantity of flammable substance released into the pressurized enclosure includes the quantity of flammable substance in the containment system and the flow of the flammable substance entering the containment system from the process. The flow shall be limited to a predictable rate by appropriate flow limiting devices, fitted outside the pressurized enclosure.

However, if that part of the containment system from the entry point into the pressurized enclosure up to and including the inlet to the flow limiting device conforms to 12.2, the flow limiting device may be installed inside the pressurized enclosure, in which case the flow limiting device shall be permanently secured and shall have no movable parts.

The process flow into the containment system need not be limited if the maximum release rate from the containment system into the pressurized enclosure can be predicted. This condition can be met when:

- a) the containment system comprises connected parts which individually meet the requirements of 12.2 and the joints between the parts are so constructed that the maximum release rate can be predicted and the joints are permanently secured; or
- b) the containment system includes orifices, or nozzles, for the purpose of release in normal operation (for example, flames) but otherwise meets the requirements of 12.2.

If the flow limiting device is not included as part of the equipment, the certificate number shall include the "X" suffix in accordance with the marking requirements of IEC 60079-0 and the Specific Conditions of Use listed on the certificate shall detail the necessary information required by the user to ensure conformity with the requirements of this standard including the maximum pressure and flow of the flammable substance into the containment system.

Pressurized enclosures containing a flame shall be assessed as though the flame had been extinguished. The maximum quantity of the fuel/air mixture which supplies the flame shall be added to the quantity of release from the containment system.

Elastomeric seals, windows and other non-metallic parts of the containment system are permissible. Pipe threads, compression joints (for example, metallic compression fittings), and flanged joints are also permissible.

13 Protective gas and pressurizing techniques when there is an internal source of release

13.1 General

The choice of protective gas depends upon the probability, quantity and constituents of the release from the containment system. See Table 4 for tabulation of the permitted protective gas.

Table 4 – Protective gas requirements for a pressurized enclosure with a containment system

Internal release (see Annex E)				Continuous dilution		Leakage compensation	
Substance	Normal	Abnormal	Annex	UFL < 80 %	UFL > 80 %	UFL < 80 %	UFL > 80 %
Gas or liquid	None	None	E.2	Not applicable		Not applicable	
Gas	None	Limited	E.3	Air or inert	Air	Inert only	<no>
Gas	Limited	Limited	E.4	Air or inert	Air	<no>	<no>
Liquid	None	Limited	E.3	Inert only	<no>	Inert only	<no>
Liquid	Limited	Limited	E.4	<no>	<no>	<no>	<no>
<no> means pressurization technique not acceptable.							

The design of the pressurized enclosure with a containment system and a limited release shall be such that no explosive gas atmosphere can be formed inside the pressurized enclosure at a potential ignition source, that is, outside the dilution area. Annex F provides examples of how internal partitions may be used to ensure potential ignition sources are outside the dilution area.

Where inert gas is used as the protective gas, the pressurized enclosure shall be marked in accordance with 18.9.

The applicable pressurizing techniques depend upon the release condition and on the constituents of the release as follows.

13.2 Pressurization with leakage compensation

13.2.1 No release

The protective gas shall be air or inert gas.

13.2.2 Limited release of a gas or liquid

The protective gas shall be inert gas.

The concentration of oxygen in the flammable substance shall not exceed 2 % (V/V).

There shall not be any normal release (see Annex E) of the flammable substance.

The UFL of the flammable substance shall not exceed 80 %.

NOTE It is difficult or impossible to protect with leakage compensation using inert gas when the flammable substance is capable of reacting with little or no oxygen present (that is to say it has a UFL greater than 80 %).

13.3 Pressurization with dilution

13.3.1 General

If the flammable substance has a UFL exceeding 80 %, or if it has a concentration of oxygen exceeding 2 % (V/V), or if there is a normal release (see Annex E) of the flammable substance, then continuous flow shall be used to dilute the flammable substance.

13.3.2 No release

The protective gas shall be air or inert gas.

13.3.3 Limited release of a gas or vapour

The flow rate of protective gas after purging shall be sufficient, under all conditions of containment system failure, to dilute the maximum release at a potential ignition source that is outside the dilution area, as follows:

- when the protective gas is air, the flammable substance in the release shall be diluted to a concentration not exceeding 25 % of the LFL;
- when the protective gas is inert, any oxygen in the release shall be diluted to a concentration not exceeding 2 % (V/V).

When the flammable substance released from the containment system has a UFL greater than 80 %, any release shall be diluted with air to a concentration not exceeding 25 % of the LFL.

NOTE It is necessary to dilute to 25 % of the LFL when the flammable substance is capable of reacting with little or no oxygen present, that is to say it has a UFL greater than 80 %.

13.3.4 Limited release of a liquid

The protective gas shall be inert and the provisions of 13.3.3 b) shall be complied with. There shall not be any normal release (see Annex E) of the flammable substance.

14 Ignition-capable equipment

Electrical equipment in the dilution area shall be protected by a Level of Protection listed in Table 5. Exceptions from this requirement are flames, igniters or other similar equipment intended to ignite a flame. The dilution area emanating from the flame shall not overlap any other dilution area.

Table 5 – Equipment Protection Levels permitted within the dilution area based upon the Level of Protection of the pressurized enclosure

Internal release is	Level of Protection “pxb”, Level of Protection “pyb”	Level of Protection “pzc”
abnormal	Ga or Gb	Ga, Gb or Gc
normal	Ga	Ga

Generally, any internal source of release should be near to the outlet and any ignition-capable equipment near to the inlet of the protective gas, to allow the shortest possible way for released flammable gas to leave the pressurized enclosure without passing ignition-capable equipment.

NOTE To avoid ignition from an ignition source within the containment system back into the plant, the use of a flame arrestor can be necessary. Such measures are not covered by this standard.

15 Internal hot surfaces

An automatic safety device shall be provided if the pressurized enclosure contains any surface having a temperature which exceeds the ignition temperature of the flammable substance potentially released from the containment system. The action of the safety device following the operation of the safety device specified in 11.1.2 b) is shown in Table 3.

Additionally,

- if the protective gas is air, the release of the remaining flammable substance in the containment system shall not form a concentration greater than 50 % of the LFL in the vicinity of the hot surface(s); or

- b) if the protective gas is inert, the design and construction of the joints of the pressurized enclosure shall be such as to prevent significant mixing of external air with the internal inert gas (or internal flammable gas or vapour) during the cooling period. The ingress of external air shall not increase the concentration of oxygen to a value greater than 2 % (V/V).

The pressurized enclosure shall be marked:

WARNING – DO NOT OPEN ANY DOOR OR COVER FOR xxx MINUTES AFTER REMOVING POWER

Where xxx is replaced with the value in minutes for the delay required.

This delay shall be the longer of the times taken for the hot surface to cool below the ignition temperature of the flammable substance released from the containment system or below the temperature class of the pressurized enclosure.

16 Type verification and tests

16.1 Determining the maximum overpressure rating

The maximum overpressure rating of the enclosure is the highest internal operating pressure attained by following the manufacturer's instructions.

NOTE The maximum overpressure generally occurs when purging the enclosure.

The measured internal pressure shall not exceed the maximum rated internal pressure for the enclosure if specified.

16.2 Maximum overpressure test

A pressure equal to 1,5 times the maximum overpressure determined in 16.1 or 200 Pa, whichever is the greater, shall be applied to the pressurized enclosure and, where they are an integral part of the enclosure, the associated ducts and their connecting parts.

The test pressure shall be applied for a period of 2 min ± 10 s.

The test is considered to be satisfactory if no permanent deformation occurs which would invalidate the type of protection.

16.3 Leakage test

16.3.1 Other than static pressurization

The pressure in the pressurized enclosure shall be adjusted to the maximum overpressure specified by the manufacturer for normal service. With the outlet aperture closed, the leakage flow rate shall be measured at the inlet aperture.

Normal service does not include the overpressure required to open a vent in order to purge the enclosure at a higher flow rate.

The measured flow rate shall be not greater than the maximum leakage flow rate specified by the manufacturer.

16.3.2 Static pressurization

The pressure in the pressurized enclosure shall be adjusted to the maximum overpressure that can occur in normal service. With the aperture(s) closed, the internal pressure shall be

monitored for a period of time, in accordance with 8.8. The pressure shall not drop below the minimum overpressure.

16.4 Purging test for pressurized enclosures with no internal source of release and filling procedure test for static pressurization

16.4.1 General

This test applies whether leakage compensation is used or not used (i.e. continuous flow).

16.4.2 Pressurized enclosure where the protective gas is air

The pressurized enclosure shall be prepared for test as described in Annex A. The pressurized enclosure shall be filled with the test gas to a concentration of not less than 70 % at any point. As soon as the pressurized enclosure is filled, the test gas supply shall be turned off and the air supply turned on at the minimum purging rate specified by the manufacturer. The time taken until there is no sample point where there is a test gas concentration in excess of that specified in A.2 shall be measured and noted as the purging time.

If a second test is required, the pressurized enclosure shall be filled with a second test gas, representing the other end of the density range, to a concentration of not less than 70 % at any point and the purging time for the second test shall be measured. The minimum purging duration specified by the manufacturer shall be not less than the measured purging time or the longer of the two measured purging times where two tests are carried out.

16.4.3 Pressurized enclosure where the protective gas is inert

The pressurized enclosure shall be prepared for test as described in Annex A. The enclosure shall be filled initially with air at normal atmospheric pressure. The enclosure shall then be purged with the inert gas specified by the manufacturer.

The time taken until there is no sample point where there is an oxygen concentration exceeding that specified in A.3 shall be measured and noted as the purging time.

The minimum purging duration specified by the manufacturer shall be not less than the measured purging time.

16.4.4 Pressurized enclosure where the protective gas may be either air or an inert gas with a density equal to air ± 10 %

Where air and inert gas are permitted as alternative protective gases with the same purging time, the purging time shall be measured by the method specified in 16.4.2

16.4.5 Filling procedure test for a pressurized enclosure protected by static pressurization

In the case of static pressurization, the enclosure shall be filled initially with air at normal atmospheric pressure. The equipment shall then be filled with inert gas in accordance with the manufacturer's specifications. It shall then be verified that there is no sample point where there is an oxygen concentration exceeding 1 % (V/V), referred to atmospheric conditions.

16.5 Purging and dilution tests for a pressurized enclosure with an internal source of release

16.5.1 Test gas

The choice of test gas or gases shall take account of both the external gases and the internally released flammable substance.

16.5.2 Pressurized enclosure where the flammable substance has less than 2 % (V/V) oxygen and the protective gas is inert

16.5.2.1 Purging test

The test shall be carried out using the test procedure specified in 16.4.3. The minimum purge flow rate shall not be less than the maximum release rate from the containment system.

The minimum purging time specified by the manufacturer shall be not less than 1,5 times the measured purging time.

To make allowance for oxygen that could be released from the containment system during purging, the purging time confirmed in the test is increased by 50 %.

16.5.2.2 Dilution test

A dilution test is not required because the flammable substance does not contain more than 2 % (V/V) oxygen.

16.5.3 Pressurized enclosure with pressurization by continuous flow, containment system with less than 21 % (V/V) oxygen and the protective gas is inert

16.5.3.1 Purging test

The enclosure shall be filled with air. Air shall also be injected into the enclosure through the containment system at a flow rate corresponding to the maximum release rate in a manner representing the most onerous conditions of release, taking into account the position, number and nature of the releases and their proximity to potentially ignition-capable equipment that is outside the dilution area.

The supply of protective gas shall then be turned on at the minimum purging flow rate specified by the manufacturer.

The time taken until there is no sample point where there is an oxygen concentration exceeding that specified in A.3 shall be recorded as the measured purging time.

The minimum purging duration specified by the manufacturer shall be not less than the measured purging time.

16.5.3.2 Dilution test

Immediately after the purging test specified in 16.5.3.1, the supply of the protective gas shall be adjusted to the minimum flow rate specified by the manufacturer, the oxygen flow rate from the containment system being maintained at that specified in 16.5.3.1.

The oxygen concentration measured over a period of time not less than 30 min shall not exceed the concentration as specified in A.3.

A quantity of air containing an equivalent quantity of oxygen to that within the containment system shall then be released into the pressurized enclosure from the containment system together with a release of air in accordance with 12.3.

During the period of release, the concentration of oxygen in the vicinity of potentially ignition-capable equipment, that is outside the dilution area, shall not exceed 1,5 times the oxygen concentration specified in A.3 and shall, in a time not greater than 30 min, be reduced below the specified concentration.

NOTE This test is used to simulate a bulk release equating to a catastrophic failure of the containment system.

16.5.4 Pressurized enclosure where the flammable substance is not a liquid, pressurization by continuous flow and the protective gas is air

16.5.4.1 Purging test

The test shall be carried out using the test procedure specified in 16.4.2.

In addition, during the test, the test gas shall be injected into the pressurized enclosure through the containment system at the maximum release rate, in a manner representing the most onerous conditions of release, taking into account the position, number and nature of the releases and their proximity to potentially ignition-capable equipment that is outside the dilution area.

The time taken until there is no sample point where there is a test gas concentration exceeding that specified in A.2 shall be measured.

If a second test is required, the test shall be repeated using the second test gas and the purging time recorded as the measured purging time.

The minimum purging duration specified by the manufacturer shall be not less than the measured purging time or the longer of the two measured purging times where two tests are carried out.

16.5.4.2 Dilution test

Immediately after the purging test specified in 16.5.4.1, the supply of protective gas shall be adjusted, if necessary, to the minimum dilution flow rate specified by the manufacturer, the test gas flow rate from the containment system being maintained at that specified in 16.5.3.1.

The test gas concentration measured during a time period of not less than 30 min shall not exceed that specified in A.2.

A quantity of test gas equivalent to the volume of flammable gas within the containment system shall then be released into the pressurized enclosure from the containment system together with a flow of test gas equivalent to the maximum release of flammable gas in accordance with 12.3.

During the period of release, the concentration of a test gas in the vicinity of potentially ignition-capable equipment, that is outside the dilution area, shall not exceed twice the value specified in A.2 and shall be reduced below the specified value within 30 min.

If a second test is required, the test shall be repeated using the second test gas.

NOTE This test is used to simulate a bulk release equating to a catastrophic failure of the containment system.

16.6 Verification of minimum overpressure

A test shall be made to verify that the pressurization system is capable of operating and maintaining an overpressure complying with 7.12 under normal service conditions.

The pressure in the enclosure shall be measured at points where leakage is likely to occur, and especially where the lowest pressure will occur.

Protective gas shall be supplied to the pressurized enclosure at the minimum overpressure, and if necessary, at the minimum flow rate specified by the manufacturer.

For rotating electrical machines, the tests shall be carried out both with the machine stopped and with it running at its maximum rated speed.

16.7 Tests for an infallible containment system

16.7.1 Overpressure test

A test pressure of at least 5 times the maximum operating pressure specified for normal service with a minimum of 1 000 Pa shall be applied to the containment system for a period of $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$. The containment system shall be tested under the most onerous conditions of rated temperature.

The increase of the test pressure should achieve the maximum pressure within 5 s.

The test is considered to be satisfactory if no permanent deformation occurs and the test specified in 16.7.2 is passed.

16.7.2 Infallibility test

The containment system shall be flushed and pressurized with pure helium (95,0 % V/V or higher) to a pressure equal to the maximum operating pressure of the containment system. A helium leak detector shall then be used to check for leaks. The test is considered satisfactory if the leak detector does not indicate any leaks.

NOTE Leaks are indicated by a reading higher than the ambient room reading.

16.8 Overpressure test for a containment system with a limited release

NOTE This test is carried out on a containment system which has a limited release during normal operation.

A test pressure of at least 1,5 times the maximum internal overpressure specified for normal service, with a minimum of 200 Pa, shall be applied to the containment system and maintained for a time of $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$. The test is considered to be satisfactory if no permanent deformation occurs.

17 Routine tests

17.1 Functional test

The performance of safety devices provided with the pressurized enclosure shall be verified.

17.2 Leakage test

The leakage of protection gas shall be tested as specified in 16.3.

17.3 Tests for an infallible containment system

An infallible containment system shall be tested as specified in 16.7. However, for liquid systems, it is adequate to check for liquid leaks during the overpressure test in place of the helium leak test.

17.4 Test for a containment system with a limited release

The containment system shall be tested as specified in 16.8.

18 Marking

18.1 General

In addition to the requirements of IEC 60079-0, the marking shall include the following. Where warning markings are required by this standard, the text following the word "WARNING" may

be replaced by technically equivalent text. Multiple warnings may be combined into one equivalent warning.

18.2 Identifying as pressurized

The pressurized enclosure shall be marked “WARNING – PRESSURIZED ENCLOSURE”.

18.3 Supplementary marking

The following supplementary information shall also be marked as appropriate:

- a) the Level of Protection “pxb”, pyb, or pzc; or
- b) minimum quantity of protective gas required to purge the enclosure specified by
 - minimum purging flow rate of protective gas; and
 - minimum purging duration; and
 - minimum additional purging duration per unit volume of additional ducting (where appropriate);

NOTE 1 It is typically the responsibility of the user to increase the quantity of protective gas to ensure purging of the ducts.

For Level of Protection “pzc” and Level of Protection “pyb”, the minimum pressure may be used in place of the flow rate if the pressure is a positive indication of the correct flow (see 7.8 c).

- c) type of protective gas if other than air;
- d) minimum and maximum overpressure;
- e) minimum flow rate of protective gas;
- f) minimum and maximum supply pressure to the pressurization system;
- g) the maximum leakage rate from the pressurized enclosure;
- h) a special temperature or range of temperatures for the protective gas at the inlet to the pressurized enclosure when specified by the manufacturer;
- i) the point or points at which the pressure is to be monitored unless this is indicated in the relevant documentation.

18.4 Internal source of release

Pressurized enclosures with a containment system shall additionally be marked with the following, as appropriate:

- a) the maximum inlet pressure to the containment system;
- b) the maximum flow rate into the containment system;
- c) a restriction that the flammable substance oxygen concentration shall not exceed 2 %;
- d) a restriction that the flammable substance shall not have a UFL higher than 80 %.

18.5 Static pressurization

Pressurized enclosures protected by static pressurization shall be marked:

WARNING – THIS ENCLOSURE IS PROTECTED BY STATIC PRESSURIZATION. THIS ENCLOSURE SHALL BE FILLED ONLY IN A NON-HAZARDOUS AREA ACCORDING TO THE MANUFACTURER’S INSTRUCTIONS

18.6 Pressurization systems

A pressurization system with a separate certificate is marked as associated pressurization equipment.

When a pressurization system with a separate certificate is marked for installation in a hazardous area, the symbol “[p]” shall be included in the “Ex marking”. When a pressurization with a separate certificate is marked for installation only in a non-hazardous area, the “Ex marking” shall be “[Ex p]”.

NOTE Markings “[p]” and “[Ex p]” do not appear in IEC 60079-0, Ed. 6 or earlier.

18.7 Warnings required in other clauses

Table 6 – Text of warning markings

Clause or subclause	Recommended warning (similar wording is permitted)
5.3.6	WARNING – DO NOT OPEN WHEN AN EXPLOSIVE ATMOSPHERE IS PRESENT
7.8 c)	WARNING – POWER SHALL NOT BE RESTORED AFTER ENCLOSURE HAS BEEN OPENED UNTIL ENCLOSURE HAS BEEN PURGED FOR ____ MINUTES AT A FLOW RATE OF ____
7.9	WARNING – POWER SHALL NOT BE RESTORED AFTER THE ENCLOSURE HAS BEEN OPENED UNTIL COMBUSTIBLE DUST ACCUMULATIONS WITHIN THE ENCLOSURE HAVE BEEN REMOVED
7.11 d)	WARNING – PROTECTIVE GAS SUPPLY VALVE – FOLLOW INSTRUCTIONS BEFORE CLOSING
15	WARNING – DO NOT OPEN ANY DOOR OR COVER FOR xxx MINUTES AFTER REMOVING POWER
G.7.1	WARNING – BATTERIES ARE LOCATED INSIDE THIS ENCLOSURE. DO NOT OPEN WHEN AN EXPLOSIVE ATMOSPHERE IS PRESENT
G.7.2	WARNING – THIS PRESSURIZED ENCLOSURE CONTAINS A BATTERY WHICH REMAINS CONNECTED AFTER THE EXTERNAL POWER HAS BEEN ISOLATED. CONSIDERATION SHOULD BE GIVEN TO THE REMOVAL OF THE BATTERY IF THE ENCLOSURE IS TO REMAIN UNPROTECTED BY EX P FOR A SIGNIFICANT TIME
G.7.3	WARNING – BATTERIES IN THIS PRESSURIZED ENCLOSURE REQUIRE ROUTINE MAINTENANCE. SEE INSTRUCTIONS
H.3.1	WARNING – BATTERIES ARE LOCATED INSIDE THIS ENCLOSURE. DO NOT OPEN WHEN AN EXPLOSIVE ATMOSPHERE IS PRESENT
H.3.2	WARNING – THIS PRESSURIZED ENCLOSURE CONTAINS A BATTERY WHICH REMAINS CONNECTED AFTER THE EXTERNAL POWER HAS BEEN ISOLATED. CONSIDERATION SHOULD BE GIVEN TO THE REMOVAL OF THE BATTERY IF THE ENCLOSURE IS TO REMAIN UNPROTECTED BY EX P FOR A SIGNIFICANT TIME
H.3.3	WARNING – BATTERIES IN THIS PRESSURIZED ENCLOSURE REQUIRE ROUTINE MAINTENANCE. SEE INSTRUCTIONS

18.8 Overpressure limited by user

When instructions require the user to limit the pressure, the maximum operating pressure shall be marked on the enclosure. The instructions shall contain either of the following:

- requirements for the user to install a protective gas supply that will not exceed the maximum operating pressure of the enclosure under single-fault conditions. The fault should be self-revealing. Protection can be either with a redundant regulator or with an external pressure relief valve that is capable of handling the maximum flow rate; or
- requirements for the user to use only a blower system and not compressed air for the protective gas supply.

Compliance is checked by inspection of the instructions and markings.

18.9 Inert gas

Pressurized enclosures using inert gas as the protective gas shall be marked as follows:

WARNING – THIS ENCLOSURE CONTAINS INERT GAS AND MAY BE AN ASPHYXIATION HAZARD. THIS ENCLOSURE ALSO CONTAINS A FLAMMABLE SUBSTANCE THAT MAY BE WITHIN THE FLAMMABLE LIMITS WHEN EXPOSED TO AIR.

19 Instructions

In addition to the instructions required by IEC 60079-0,

- the protective gas and any alternative permitted shall be specified;
- instructions for Group III equipment shall identify the need to remove the combustible dust in an appropriate manner before restoring power.

NOTE It is the responsibility of the user to determine what is an appropriate manner for removing the combustible dust.

Annex D provides recommendations with respect to pressurization.

Annex A (normative)

Purging and dilution tests

A.1 General

The internal atmosphere of the pressurized enclosure shall be tested at different points where it is considered that the test gas is most likely to persist and in the vicinity of potentially ignition-capable equipment, that is outside the normal dilution area.

The gas concentration at the test points shall be analysed or measured throughout the period of the test(s). For example, the pressurized enclosure may be fitted with a number of small-bore tubes, the open ends of which shall be located inside the pressurized enclosure at the sampling points.

If the test consists of taking samples, the quantities taken should not significantly influence the test.

If necessary, apertures in the pressurized enclosure may be closed to enable the pressurized enclosure to be filled with the specified test gas, provided they are re-opened for the purging and dilution tests.

Where air is used as the protective gas the test method shall be as follows:

- when required for specific applications, tests may be carried out for specific flammable gases and vapours. In this case the flammable gases shall be specified and test gas(es) chosen having densities within ± 10 % of the heaviest and lightest gas specified;
- in the case of a single specified gas, a single test shall be carried out with a test gas having a density within ± 10 % of the specified gas;
- when it is required to cover all flammable gases, two tests shall be carried out. One test shall be made to cover lighter-than-air gases using helium as the test gas. The second test shall be made to cover heavier-than-air gases using either argon or carbon dioxide as the test gas.

Test gases should be non-flammable and non-toxic.

A.2 Criteria for compliance where the protective gas is air

The concentration of test gas at the sample points after purging and applicable dilution shall not exceed the following values:

- where test(s) were conducted for specific flammable gases, a value equivalent to 25 % of the most onerous LFL;
- where one specific flammable gas is covered, a value equivalent to 25 % of its LFL;
- where all flammable gases are covered, 1 % for the helium test and 0,25 % for the argon or carbon dioxide test.

NOTE These values correspond approximately to 25 % of the LFL for light and heavy flammable gases respectively.

A.3 Criteria for compliance where the protective gas is inert

Where the protective gas is inert, the concentration of oxygen after purging and applicable dilution shall not exceed 2 % (V/V).

Annex B
(informative)

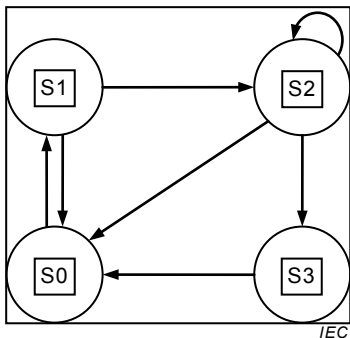
Examples of functional sequence diagram

Table B.1 gives an example of information to be provided by the manufacturer for a simple control system for a pressurized enclosure with leakage compensation.

**Table B.1 – Truth table of a leakage-compensation
purge control system**

S0	S1	S2	S3	MOP	XOP	PFLO	PTIM
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1	0	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	1	1	0	1	1

Figure B.1 demonstrates a state diagram of a leakage-compensation purge control system.



**Figure B.1 – State diagram of a leakage-compensation
purge control system**

LEAKAGE-COMPENSATION LOGICAL DEFINITIONS

Exceeds maximum overpressure = [XOP]

Overpressure > 50 Pa (25 Pa for Level of Protection “pzc”) = [MOP]

Purge flow > minimum = [PFLO]

Purge time incomplete = $\overline{[PTIM]}$

Purge time complete = [PTIM]

Initial state = S0

[MOP] & $\overline{[XOP]}$ & $\overline{[PFLO]}$ & $\overline{[PTIM]}$ = S1 Minimum conditions to start purge

[MOP] & $\overline{[XOP]}$ & [PFLO] & $\overline{[PTIM]}$ = S2 Purging

[MOP] & $\overline{[XOP]}$ & [PTIM] = S3 Purging complete, power connected

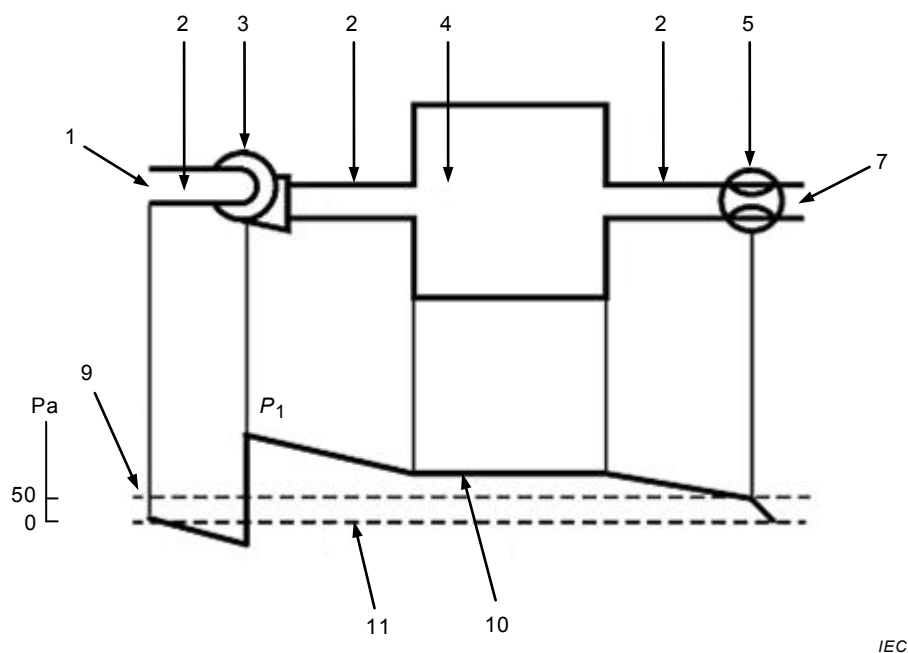
Each state of the system is defined in response to the inputs of the monitoring devices. The states are unique. Transitions between states are only allowed along paths defined by the arrows and in the direction of the arrows. The logical conditions for the occupation of each state are uniquely defined by Boolean logical expressions. All possible combinations of input conditions are shown in the table. Other systems with more monitoring devices can be described by this method provided each operational state is uniquely defined by its inputs.

Annex C (informative)

Examples of the changes in pressure in ducts and enclosures

Figures C.1 to C.4 show examples of the changes in pressure in ducts and enclosures.

NOTE In the figures, examples are shown where the overpressure is maintained by a fan. This can however also be provided by other means, for example, by feeding air from compressed air cylinders, compressors, etc. In such cases, there would be different pressure drops up to the enclosure entry.

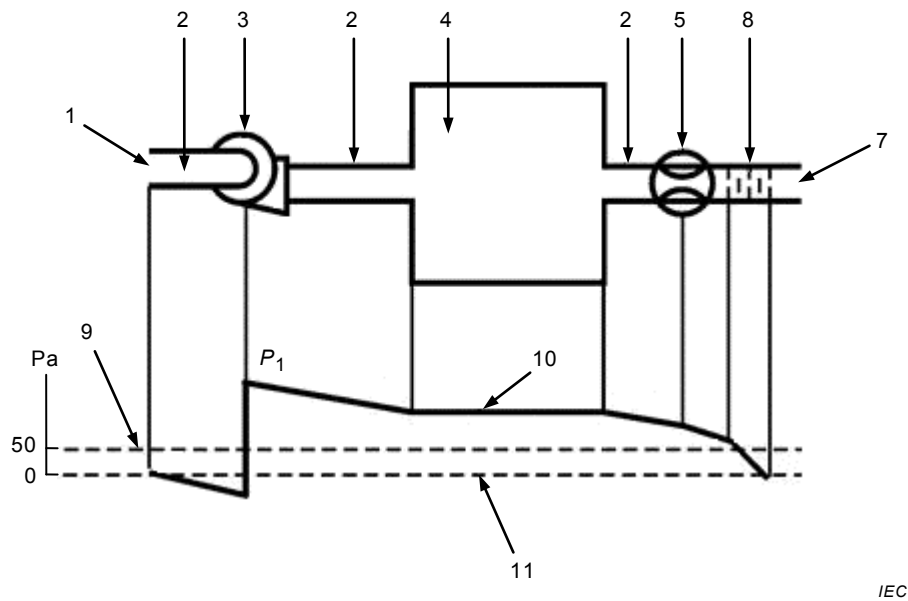


Key

P_1 Pressure of the protective gas (determined by the flow resistance through the ducting, the parts within the enclosure and in certain cases through a choke)

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 Protective gas inlet (in a non-hazardous area) | 7 Protective gas outlet |
| 2 Ducting | 8 (Not used on this diagram) |
| 3 Fan | 9 Overpressure |
| 4 Enclosure | 10 Internal pressure |
| 5 Choke (where required to maintain the overpressure) | 11 External pressure |
| 6 (Not used on this diagram) | |

Figure C.1 a) – Protective gas outlet without a spark and particle barrier



IEC

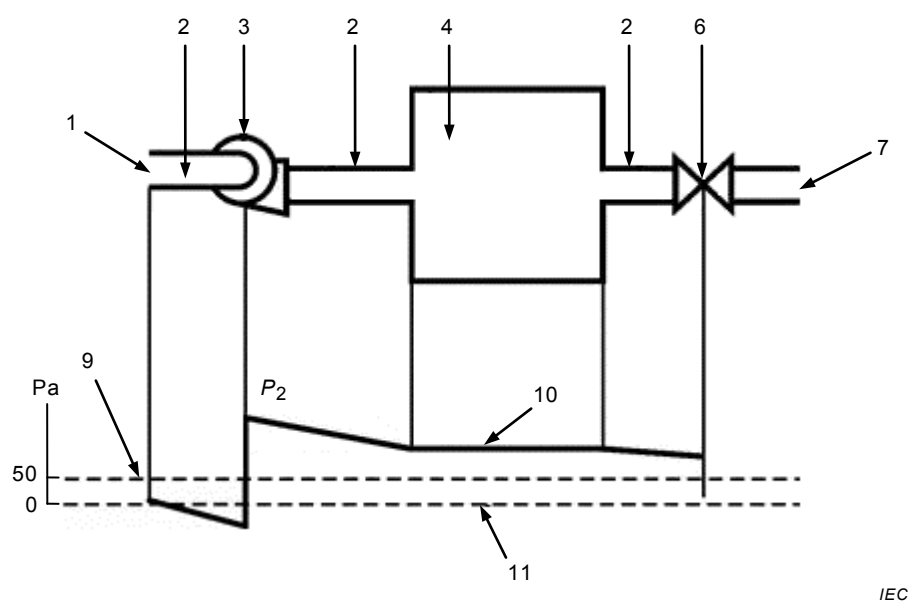
Key

P_1 Pressure of the protective gas (determined by the flow resistance through the ducting, the parts within the enclosure and in certain cases through a choke and spark and particle barrier)

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 Protective gas inlet (in a non-hazardous area) | 7 Protective gas outlet |
| 2 Ducting | 8 Spark and particle barrier |
| 3 Fan | 9 Overpressure |
| 4 Enclosure | 10 Internal pressure |
| 5 Choke (where required to maintain the overpressure) | 11 External pressure |
| 6 (Not used on this diagram) | |

Figure C.1 b) – Protective gas outlet with a spark and particle barrier

Figure C.1 – Protective gas outlet

**Key**

P_2 Pressure of the protective gas (almost constant)

1 Protective gas inlet (in a non-hazardous area)

2 Ducting

3 Fan

4 Enclosure

5 (Not used on this diagram)

6 Outlet valve

7 Protective gas outlet

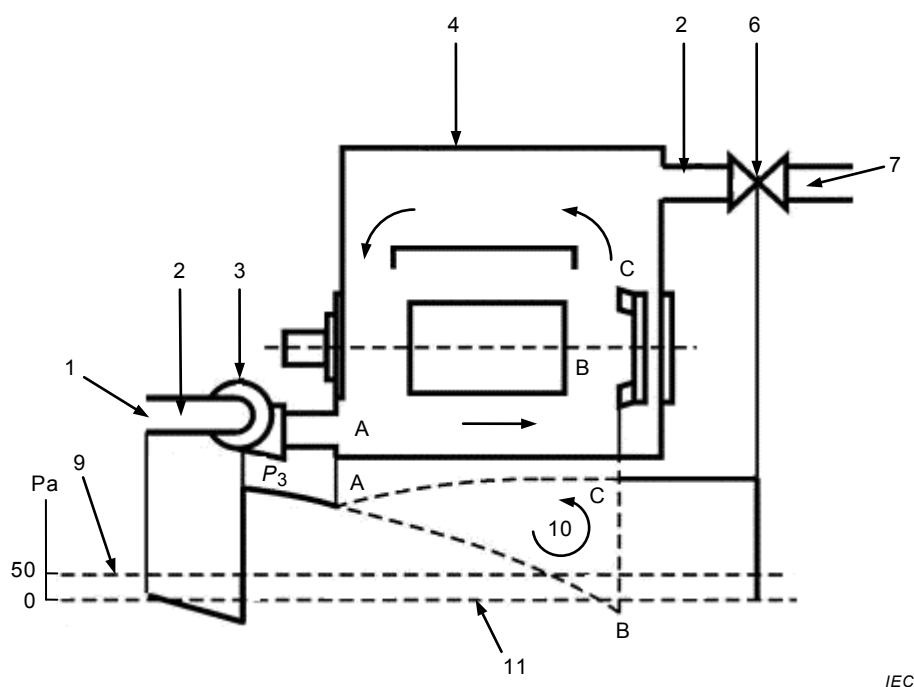
8 (Not used on this diagram)

9 Overpressure

10 Internal pressure

11 External pressure

Figure C.2 – Pressurized enclosures with leakage compensation, enclosures without moving parts



Key

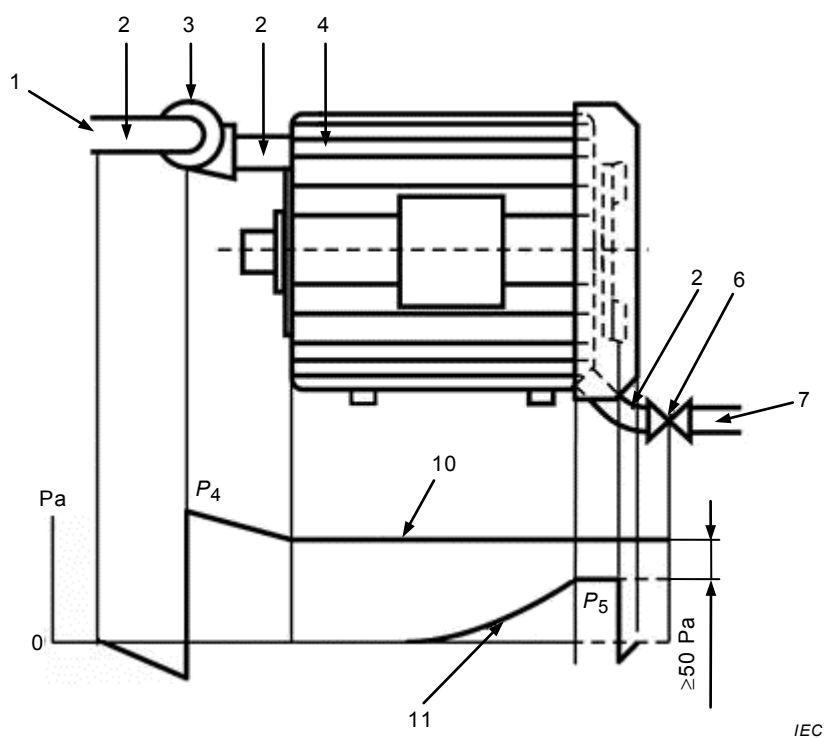
P_3 Pressure of the protective gas (determined by the flow resistance of the internal parts, and influenced between A, B and C by the internal cooling fan)

- | | | | |
|---|--|----|----------------------------|
| 1 | Protective gas inlet (in a non-hazardous area) | 7 | Protective gas outlet |
| 2 | Ducting | 8 | (Not used on this diagram) |
| 3 | Fan | 9 | Overpressure |
| 4 | Enclosure | 10 | Internal pressure |
| 5 | (Not used on this diagram) | 11 | External pressure |
| 6 | Outlet valve | | |

Figure C.3 – Pressurized enclosures with leakage compensation, rotating electrical machine with an internal cooling fan

Pressure at every point where leakage can occur is above the minimum of 50 Pa for Level of Protection “pxb”.

Care should be taken in the application of pressurization to motors having an internally enclosed cooling circuit in which circulation is assisted by an internal fan, since the effect of such fans may be to produce a negative pressure in parts of the casing with consequent risk of ingress of the external atmosphere. Any proposal to pressurize an internally ventilated motor should be submitted to the manufacturer of the motor.

**Key**

P_4 Pressure of protective gas (determined by the flow resistance of the internal parts and by the uppermost value of pressure of the external air)

P_5 Pressure of the external air, caused by the external cooling fan

1 Protective gas inlet (in a non-hazardous area)

7 Protective gas outlet

2 Ducting

8 (Not used on this diagram)

3 Fan

9 (Not used on this diagram)

4 Enclosure

10 Internal pressure

5 (Not used on this diagram)

11 External pressure

6 Outlet valve

Figure C.4 – Pressurized enclosure with a leakage compensation, rotating electrical machine with an external cooling fan

Annex D (informative)

Information to be provided to the user

D.1 General

It is essential for safety that information about proper installation of the pressurization system be provided to the user.

Specific issues that the manufacturer should address as appropriate are as follows in Clause D.2 to Clause D.6 inclusive.

D.2 Ducting of protective gas

D.2.1 Location of inlet

Except for cylinder-supplied gases and some Group I applications, the point at which the protective gas enters the supply duct(s) should be situated in a non-hazardous area.

Consideration should be given to minimizing the migration of flammable gases or combustible dusts from the hazardous area to the non-hazardous area upon loss of pressurization.

For Group I applications where the protective gas enters the supply ducts from a hazardous area, the following precautions should be taken:

- a) two independent firedamp detectors should be fitted at the discharge side of the fan or compressor, each arranged to automatically disconnect the electricity supply to the pressurized enclosure if the concentration of firedamp exceeds 10 % of the lower explosive limit;
- b) the time taken to achieve automatic disconnection should not be greater than one half the transit time for the protective gas to flow from the detection point to the pressurized enclosure;
- c) in the event of automatic disconnection, the pressurized enclosure should be repurged before the electricity supply is restored. The purging time should not start until the firedamp concentration at the source of protective gas falls below 10 % of the lower explosive limit.

D.2.2 Ducting between pressurized enclosure and inlet

The intake ducting to a compressor should not normally pass through a hazardous area.

If the compressor intake line passes through a hazardous area, it should be constructed of non-combustible material and protected against mechanical damage and corrosion.

Adequate precautions should be taken to ensure that the ducting is free from leaks in case the internal pressure is below that of the external atmosphere (see Annex C). Additional protective measures, for example, combustible gas detectors, should be considered to ensure that the ducting is free of flammable concentrations of gas or vapour.

D.2.3 Outlets for protective gas

Ducts for exhausting the protective gas should preferably have their outlets in an area which would, apart from the area in close proximity to the outlets, be non-hazardous, unless spark and particle barriers have been provided by the manufacturer or added by the user.

D.2.4 Additional purge time to account for ducting

The purge duration should be increased by the time necessary to purge the free volume of those associated ducts which are not part of the equipment by at least five times their volume at the minimum flow rate specified by the manufacturer.

D.2.5 Temperature of protective gas at the inlet

If necessary, measures should be taken to avoid condensation and freezing.

D.3 Power for protective gas supply

The electrical power for the protective gas supply (blower, compressor, etc.) should be either taken from a separate power source or taken from the supply side of the electrical isolator, (e.g. disconnect) for the pressurized enclosure.

D.4 Static pressurization

If the overpressure falls below the minimum specified, the pressurized enclosure should be removed to a non-hazardous area before refilling.

D.5 Enclosures with a containment system

The maximum pressure and flow of the flammable substance into the containment system should not exceed the ratings specified by the manufacturer.

Additional precautions may be necessary if an explosive mixture may possibly form due to air penetration into the containment system.

Adequate precautions should be taken to prevent adverse operating conditions that may damage the containment system. The description documents should explain these conditions such as vibration, thermal shock and maintenance operations when doors or access covers of the pressurized enclosure are open.

A flow switch may be required to stop the flow of the flammable substance, for example, if it could be ignited by a hot internal surface and the positive internal pressure is relied upon to prevent release from the containment system.

Additional precautions may be necessary if the abnormal release may adversely affect the external area classification.

Consideration should be given to the possible formation of a flammable mixture due to the possibility of air penetration into the containment system and the resulting additional precautions that may be necessary.

D.6 Enclosure maximum overpressure

The user should limit the pressure as specified by the manufacturer.

Annex E (normative)

Classification of the type of release within enclosures

E.1 General

The consequences of a release of flammable substances within an enclosure are more severe than a similar release in free air. A temporary leak inside an enclosure will build up flammable substances which will remain inside the enclosure for a long time even after the leak stops. Because of this, it is necessary to assign greater importance to “normal release” and “abnormal release” than for a release in open air.

In all cases, devices shall be fitted to limit the flow of flammable substances from the containment system into the pressurized enclosure. Only limited releases are permitted.

E.2 No normal release, no abnormal release

The containment system meets the design requirements in 12.2 and the test requirements in 16.7 for infallible containment.

E.3 No normal release, limited abnormal release

A containment system which does not meet the requirements for infallible containment and comprises metallic pipes, tubes or elements such as Bourdon tubes, bellows or spirals, with joints not subject to disconnection during routine maintenance and made with pipe threads, welding, eutectic methods, or metallic compression fittings shall be considered to have no normal release but limited abnormal release.

Rotating or sliding joints, flanged joints, elastomeric seals and non-metallic flexible tubing do not satisfy this criterion.

E.4 Limited normal release

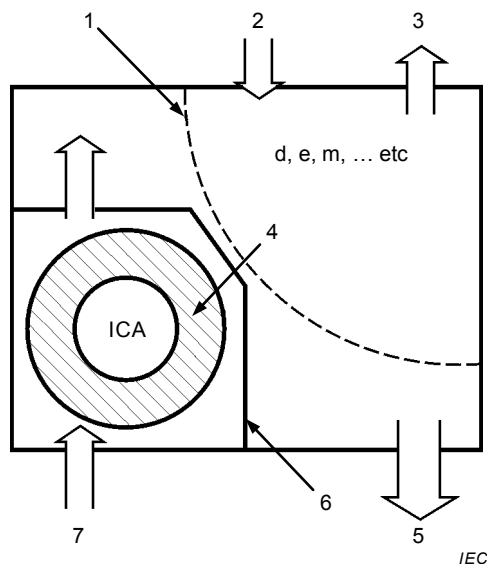
Systems which cannot meet the requirements for “no normal release” shall be considered to have a limited normal release. This includes containment systems with joints subject to routine maintenance. Such joints shall be clearly identified.

Containment systems whose construction comprises non-metallic pipes, tubes, or elements such as Bourdon tubes, bellows, diaphragms, spirals, elastomeric seals, rotating or sliding joints shall be considered to be a source of release in normal operation.

Enclosures having a flame in normal operation shall be assessed with the flame extinguished. It shall be assumed that extinguishing of the flame is a normal occurrence and that the equipment shall be classified as having a normal release unless devices are fitted to stop the flow of flammable gas or vapour automatically upon flame extinction.

Annex F (informative)

Examples for the use of the dilution area concept

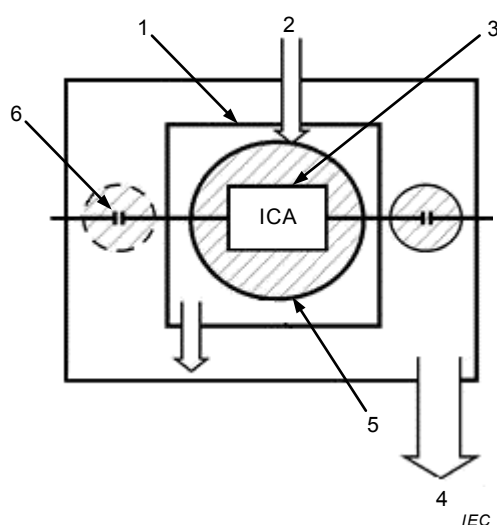


Key

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 1 Nominal boundary of dilution area | 5 Purge outlet |
| 2 Inlet of flammable material | 6 Partition to enclose ICE |
| 3 Outlet of flammable material | 7 Purge inlet |
| 4 Area of dilution testing | |

Figure F.1 – Diagram showing the use of the dilution area concept to simplify the purge and dilution test requirements

By enclosing ignition-capable equipment (shown as ICA in Figures F.1 to F.3) within an inner enclosure or through the use of partitions, it can be demonstrated by a simple test that the ICE does not lie within a dilution area. It is not necessary to determine the extent of the dilution area, merely to determine that the dilution area does not extend to the ICE.

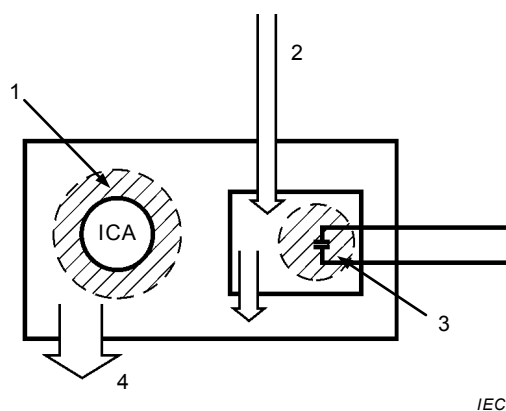


Key

- | | |
|--|--|
| 1 Internal partition | 4 Purge outlet |
| 2 Purge inlet | 5 Location of ICE |
| 3 Infallible parts of containment system | 6 Potential source of release with nominal dilution area |

Figure F.2 – Diagram showing the use of the infallible containment system concept to simplify the purging and dilution requirements around ICE

Since those parts of the containment system lying within the internal partition meet the requirements for infallible containment, the ICE (shown as ICA in Figures F.1 to F.3) cannot be within a dilution area.



Key

- | | |
|------------------------------|--|
| 1 Area of dilution testing | 3 Potential source of release with nominal dilution area |
| 2 Purge inlet with inert gas | 4 Purge outlet |

Figure F.3 – Diagram showing the use of internal partitions around the potential source of release to simplify the purging and dilution requirements around ICE located outside the partitions

Since the dilution area is contained within the internal partition, the ICE (shown as ICA in Figures F.1 to F.3) is not within a dilution area.

Annex G (normative)

Internal Cells and Batteries for Level of Protection “pxb” and Level of Protection “pyb”

G.1 General Requirements

G.1.1 General

When the protected equipment incorporates batteries, suitable precautions shall be taken in the design of the equipment to prevent the production of explosive gas, sparks or hot spots.

G.1.2 Accepted Electrochemical Systems

Only those cells listed in IEC 60079-0 for which an IEC cell standard exists shall be used in pressurized enclosures.

G.1.3 Secondary cells and secondary batteries

Secondary cells and secondary batteries are permitted if:

- the individual cells are sealed cells (either sealed gas-tight cell or sealed valve-regulated cell); or
- the battery volume does not exceed 1 % of the pressurized enclosure internal free volume.

Where the pressurized enclosure contains more than one independent battery, each with its own charging system, only the most onerous case of gas release from one independent battery shall be considered.

G.1.4 Mechanical Protection

Live exposed parts of cells, batteries and their associated protective components, which are located in the pressurized enclosure, shall be provided with protection to at least IP30, even while the pressurized enclosure access door(s) or cover(s) are open. Where cells are encapsulated, care shall be taken to ensure that any pressure relief facilities are not obstructed. The vent size shall be sufficiently large to prevent dangerous pressurisation of the encapsulated assembly at the most onerous predictable release rate from the battery. A minimum of one vent for each cell is required.

The encapsulation of cells and batteries shall allow for possible expansion of the cells during charging.

For the purposes of this standard the terms "encapsulate" and "encapsulation" do not imply conformity to IEC 60079-18.

The physical characteristic of vents will depend upon the type and capacity of the battery arrangements. The effects of ageing on battery capacity and therefore on the rate of gas evolution from the battery should also be considered.

Cells, batteries and their associated protective components shall be securely mounted.

G.2 Electrical Protection by energy limiting circuits.

G.2.1 Assessing as energy limited

The intent of this section is to allow circuits that can be assessed using the principles of IEC 60079-11 as a guideline.

G.2.2 Protective Components

Except for inherently safe batteries (see G.5), protective components such as a resistor and/or a fuse shall be provided to establish an energy limited circuit to guard against withdrawal of current from a battery greater than the current for which safety has been assessed.

Protective Components shall conform to the following requirements. The manufacturer's technical literature is sufficient to verify conformity with these requirements without further testing.

- Diodes used to prevent charging or reverse charging of primary cells shall not be exposed to a reverse applied voltage exceeding two thirds of their rated Peak Inverse Voltage (PIV), (or Repetitive Peak Reverse Voltage (V_{rrm}) if specified).
- These diodes shall be capable of withstanding a reverse voltage of 400 Vdc with a reverse leakage current of < 10 uA at the most extreme conditions of temperature (taking account of a single fault within the associate circuit).
- The maximum forward current (taking account of a single fault within the associated circuit) of diodes whose purpose is to prevent the charging of a primary cell shall be limited e.g. by a fuse or resistor, to a value not exceeding 50 % of the manufacturer's rated peak forward current.
- Fuses shall conform to IEC 60127 (any part) as follows:

The voltage to be used when assessing a fuse depends upon the maximum voltage to which it can be subjected plus tolerances. In the case of a battery supplied voltage, the voltage to be considered shall be the nominal voltage defined in the appropriate IEC standard for the electrochemical system used.

Where a fuse is used to protect a battery, 1,7 In (nominal current rating of fuse) shall be assumed to flow continuously. The fuse time-current characteristics shall ensure that the transient ratings of protected components are not exceeded.

- Current limiting resistors shall be one of the following types and may be used at up to two thirds of the manufacturer's rating:
 - film type,
 - wire wound type with protection to prevent unwinding of the wire in case of breakage or,
 - printed resistors as used in hybrid and similar circuits covered by a coating conforming to IEC 60079-11 or encapsulated in accordance with IEC 60079-11.

A Current Limiting Resistor shall be considered as failing only to an open circuit.

- Other components shall conform to the appropriate requirements of IEC 60079-11.

G.2.3 Preventing excessive gas pressure

Means to prevent the build-up of excessive gas pressure shall be provided:

- a) under reverse charge, e.g. shunt diodes fitted across each cell of a battery;
- b) under excessive discharge rates, e.g. a fuse fitted in series with the battery;
- c) for secondary batteries, under excessive charge rates, e.g. a charger designed to limit the charging conditions to those recommended by the manufacturer.

G.3 Additional requirements for Primary batteries

G.3.1 Prevention of reverse charging.

No additional protection need be fitted to prevent the release of electrolytic gas by polarity reversal, or reverse charging of a cell by other cells in the same battery is required if:

- a capacity of 1,5 Ah or less (at a 1 h discharge rate); and
- a volume less than 1 % of the free volume of the enclosure;

or if the battery manufacturer confirms that the cells are electro-chemically balanced, and at the end of discharge the internal resistance of an individual cell will exceed 25 k Ω .

These relaxations should not be interpreted as allowing the release of electrolytic gas from such cells.

If a primary battery contains 3 or more cells in series, one or more components, shall be fitted to prevent gas generation within an expired cell by reverse charging (see figure G.1).

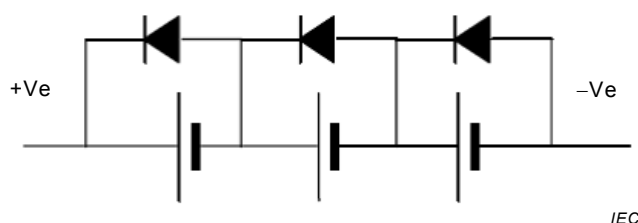


Figure G.1 – Reverse charging protection

For this protective arrangement to be effective, the forward voltage drop across each diode used to prevent reverse charging of a cell shall not exceed the safe reverse charge voltage of that cell. Silicon diodes are considered suitable to meet this requirement.

G.3.2 Prevention of accidental charging of primary batteries

Where there is more than one battery or another voltage source in the equipment, and there is the possibility of interconnection, protective components such as blocking diodes shall be provided to prevent charging currents passing into primary batteries.

At least two serially connected devices shall be provided such as to limit the charging of primary batteries, even under single fault conditions, to a level not exceeding 10 μ A or to 2/3rds of that specified by the battery manufacturer, whichever is the lower (e.g. 2 diodes or a diode and a resistor (see Figure G.2).

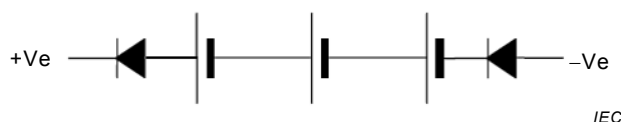


Figure G.2 – Accidental charging protection

The battery should be connected between the protective components to reduce the risk of a single fault causing both protective components to be short circuited.

G.4 Additional requirements for secondary batteries

G.4.1 Charging of secondary batteries inside the pressurized housing

Where batteries are to be charged whilst inside the pressurized enclosure, the charging conditions shall be fully specified and protective components shall be fitted to ensure that these conditions are not exceeded.

Where batteries are used having a capacity of 1,5 Ah or less, and a volume less than 1 % of the free volume of the enclosure, no additional protective component(s) needs to be fitted to the battery to prevent the release of electrolytic gas by recharging currents.

These relaxations should not be interpreted as allowing the release of electrolytic gas from such cells.

NOTE The above effectively limits the use of cells (or batteries) not fitted with a protective component, to those types commonly known as "button type cells" used, for example to retain memory on programmable electronic circuits.

Where batteries are to be removed from the pressurized enclosure for charging, the manufacturer's requirements for correct charging apply.

Where the consequences of deep discharging may, during subsequent charging, result in either the increased release of electrolytic gas and/or internal mechanical damage, a device or devices shall be provided to prevent deep discharging.

Suitable precautions shall be taken to prevent incorrect assembly (e.g. plugs and sockets which are polarized or that are clearly marked to indicate correct assembly).

Where plugs and sockets are used, provision shall be made to open the circuit safely before plugs are disconnected.

The position of the battery within the pressurized enclosure shall be chosen with due regard to the location of ignition-capable equipment and to allow for the free diffusion of the released gases throughout the enclosure. Ignition-capable equipment shall not be located in an area subject to the gas released from the battery.

G.5 Specific requirements for Inherently Safe (IhS) cells and batteries

An IhS battery is a primary battery in which the following conditions are met:

- the internal resistance of the battery limits the short-circuit current from the battery to a value not exceeding that tabulated in Permitted short-circuit current corresponding to the voltage and the equipment group tabulated in IEC 60079-11 based upon the maximum open circuit voltage of the battery and
- the maximum temperature of the external surface of the battery does not exceed the maximum surface temperature for the stated Temperature Class for the equipment, referred to the local ambient temperature when the battery is short-circuited by a conductor of negligible resistance compared with the internal resistance of the battery. The resistance of the short-circuit is considered to be negligible when it is not greater than one-tenth of the internal resistance of the battery.

It is not necessary to consider faults within an IhS cell, except when more than two cells are connected to form a battery in which case reverse charging shall be prevented.

IhS batteries may be formed by the interconnection of IhS cells if the internal resistance of the battery limits the maximum value of the short-circuit current to a value not exceeding the value tabulated in Permitted short-circuit current corresponding to the voltage and the

equipment group tabulated in IEC 60079-11 based upon the maximum open circuit voltage of the battery.

The nature of the circuit to which the IHS battery may be connected is specified in G.6.

To facilitate the correct replacement of Inherently Safe batteries the essential parameters shall be marked adjacent to the battery and in the instructions, (e.g. Type, nominal voltage and minimum internal resistance etc.)

G.6 Equipment located inside a pressurized enclosure connected to a battery which is also located inside the pressurized enclosure and not disconnected in the event of loss of pressurization

G.6.1 General

For the purpose of evaluation and test of the circuit connected to the battery the voltage to be considered is the Maximum Open Circuit Voltage.

The Temperature Class of the equipment shall take into account the surface area of individual components comprising the equipment connected to the battery. The method of assessment shall be either by test, or by the use of small component temperature evaluation in IEC 60079-0.

G.6.2 Circuit Isolation

For the purpose of this clause, equipment is considered to be connected to the battery unless the battery is connected to the equipment only after purging has been completed and provision is made for the disconnection of the battery on pressure or flow failure and the disconnection or isolation meets the following requirements:

- it is disconnected by suitably rated contacts; or
- it is isolated by a suitably rated opto-isolating device; or
- it is isolated by a suitably rated double wound transformer capable of withstanding an insulation test between windings of 5 times the battery maximum open circuit voltage with a minimum of 500 Vac RMS for at least 60 seconds;
- and the creepage distance and clearance between the battery and the isolated or disconnected components and associated circuits is as specified in the creepage and clearance table in IEC 60079-11 using the ia or ib columns.

G.6.3 Intrinsically safe battery or inherently safe battery used with “Ex” equipment

If the battery is protected by Intrinsic Safety to IEC 60079-11 or is inherently safe and the connected equipment is protected by one of the types of protection listed in IEC 60079-0 or is assessed as simple apparatus as defined in IEC 60079-11, there are no additional requirements.

G.6.4 Intrinsically Safe or Inherently Safe battery with non-“Ex” equipment.

When an intrinsically safe or an inherently safe battery located inside the pressurized enclosure is intended to be connected to non-“Ex” equipment before purging has been completed, and/or intended to remain connected to the equipment during the absence of pressure (and flow if specified), the following additional requirements apply to the connected equipment:

Either:

- a) The following conditions shall be satisfied:

- maximum open circuit voltage of the battery and associated circuits does not exceed 6 V;
- the short circuit current from the battery shall not exceed 2 A. This may be achieved by the internal resistance of the battery alone or be limited to this value by the addition of an external current limiting resistor mounted as close as possible to the battery and conforming to the requirements of G.2.1;
- the total aggregate circuit capacitance, including tolerances, does not exceed 1000 µF;
- the total aggregate circuit inductance, including tolerances, does not exceed the value for L given by the following formula:

$$L = \frac{2e}{I^2}$$

where:

L is the permitted inductance in µH

I is the available short circuit current in A

e is the ignition energy for a given Equipment Group in µJ

Equipment Group	Ignition energy
IIC	40 µJ
IIB	160 µJ
IIA	320 µJ
I	525 µJ

or

- b) the pressurised enclosure shall be marked in accordance with G.7 and the following conditions shall be satisfied:

- the maximum open circuit voltage of the battery and associated circuits does not exceed 6 V;
- the short circuit current shall be limited to 2 A;
- the effective capacitance remaining connected to the battery, as determined by examination of the circuit does not exceed 1 000 µF;

Protective components, e.g. resistors, associated with the capacitance and conforming to the requirements for similar components in G.2.1 may be taken into account in determining the effective capacitance by the use IEC 60079-11 with a factor of safety of 1,0;

- the effective inductance remaining connected to the battery, as determined by examination of the circuit does not exceed the values given for L shown above.

Protective components, e.g. resistors, associated with the inductance and conforming to the requirements for similar components in G.2.1 may be taken into account in determining the effective inductance by the use of IEC 60079-11 with a factor of safety of 1,0.

or

- c) where the sources voltage is greater than 6 V or the short circuit current is greater than 2 A, the connected equipment shall be assessed according IEC 60079-11 category 'ib';

or

- d) a cell embedded within a solid state electronic component (e.g. a Lithium cell within an integrated circuit) is permitted if the following criteria are met:

- the cell shall be Inherently Safe; and
- no external voltage shall be detectable; and

- the internal capacitance and inductance of the solid state electronic component as declared by the manufacturer shall not exceed the values given in a)) above.

Since the cell voltage is not externally detectable the short circuit test in conformity with the requirements of G.5 may be carried out by assessment.

G.7 Supplementary marking and constructional requirements for pressurized enclosures containing one or more cells or batteries

G.7.1 General

Doors and covers of pressurized enclosure may only be openable by the use of a tool or key.

Enclosures shall be marked as follows, or equivalent:

"WARNING – BATTERIES ARE LOCATED INSIDE THIS ENCLOSURE. DO NOT OPEN WHEN AN EXPLOSIVE ATMOSPHERE IS PRESENT".

G.7.2 Battery removal warning

Where required by G.6.4 b) the enclosure shall be marked with the following or equivalent:

WARNING – This pressurized enclosure contains a battery which remains connected after the external power has been isolated. Consideration should be given to the safe removal of the battery if the enclosure is to remain unprotected by Ex p for a significant time.

G.7.3 Batteries requiring routine maintenance

The enclosure shall be marked:

"WARNING – Batteries in this Pressurized Enclosure require routine maintenance. See instructions".

G.8 Type tests

G.8.1 Voltage

For temperature testing purposes the voltage to be used is the battery nominal voltage.

G.8.2 Short circuit test for an Inherently Safe Cell or Battery

A new cell or battery shall have a short circuit applied and the following shall be monitored:

- current flowing in the circuit, and
- the temperature of the outer surface of the cell or battery to which any external explosive atmosphere will have access when the pressurized enclosure door is open.

The maximum current shall not exceed the value given in G.5.

The maximum temperature shall not exceed the temperature class of the equipment.

The cell or battery shall not distort, explode, or emit smoke.

G.8.3 Full load test for other than Inherently safe batteries

A new primary battery, or a fully charged secondary battery, shall be connected to the load it will supply in normal service. The case temperature shall not exceed the temperature class of the equipment or the maximum temperature permitted by the manufacturer of the battery, whichever is lower.

Annex H (normative)

Internal Cells and Batteries for Level of Protection “pzc”

H.1 General Requirements

H.1.1 General

When the protected equipment incorporates batteries, suitable precautions shall be taken in the design of the equipment to prevent the production of explosive gas, sparks or hot spots.

H.1.2 Accepted Electrochemical Systems

Only those cells listed in IEC 60079-0 for which an IEC cell standard exists shall be used in pressurized enclosures.

H.1.3 Secondary cells and secondary batteries

Secondary cells and secondary batteries are permitted if:

- The individual cells are sealed cells (either sealed gas-tight cell or sealed valve-regulated cell); or
- The battery volume does not exceed 1 % of the pressurized enclosure internal free volume.

Where the pressurized enclosure contains more than one independent battery, each with its own charging system, only the most onerous case of gas release from one independent battery shall be considered.

H.1.4 Mechanical Protection

Where cells are encapsulated, care shall be taken to ensure that any pressure relief facilities are not obstructed. The vent size shall be sufficiently large to prevent dangerous pressurisation of the encapsulated assembly at the most onerous predictable release rate from the battery. A minimum of one vent for each cell is required.

The encapsulation of cells and batteries shall allow for possible expansion of the cells during charging.

For the purposes of this standard the terms "encapsulate" and "encapsulation" do not imply conformity to IEC 60079-18.

The physical characteristic of vents will depend upon the type and capacity of the battery arrangements. The effects of ageing on battery capacity and therefore on the rate of gas evolution from the battery should also be considered.

Cells, batteries and their associated protective components shall be securely mounted.

H.2 Equipment located inside a pressurized enclosure connected to a battery which is also located inside the pressurized enclosure and is not disconnected when power is removed from the enclosure.

Equipment that is not disconnected shall not have any make/break components unless the circuit can be assessed as non-ignition-capable using IEC 60079-15 or IEC 60079-11 for Level of Protection “ic”.

H.3 Supplementary marking and constructional requirements for pressurized enclosures containing one or more cells or batteries

H.3.1 General

Doors and covers of pressurized enclosure providing access to the cells or batteries may only be opened by the use of a tool or key.

Enclosures shall be marked as follows, or equivalent:

"Warning – Batteries are located inside this enclosure. Do not open when an explosive atmosphere IS present".

H.3.2 Battery removal warning

Where the cell or battery is not disconnected when pressurization is not present, the enclosure shall be marked with the following or equivalent:

Warning – This pressurized enclosure contains a battery which remains connected after the external power has been isolated. Consideration should be given to the removal of the battery if the enclosure is to remain unprotected by Ex p for a significant time.

H.3.3 Batteries requiring routine maintenance

The enclosure shall be marked:

"WARNING – Batteries in this Pressurized Enclosure require routine maintenance. See instructions."

Bibliography

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

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

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

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

IEC 60079-20-1, *Explosive atmospheres – Part 20-1: Material characteristics for gas and vapour classification – Test methods and data*

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

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

IEC 61511 (all parts) *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	74
INTRODUCTION.....	82
1 Domaine d'application	83
2 Références normatives	83
3 Termes et définitions	84
4 Niveaux de protection	87
5 Exigences de construction pour enveloppes à surpression interne.....	89
5.1 Enveloppe.....	89
5.2 Matériaux.....	89
5.3 Portes et couvercles	89
5.3.1 Enveloppes à surpression interne du groupe I	89
5.3.2 Enveloppes à surpression interne statique du groupe I	89
5.3.3 Enveloppes à surpression interne du groupe II et du groupe III.....	90
5.3.4 Enveloppes à surpression interne statique du groupe II et du groupe III	90
5.3.5 Niveau de protection "pxb" du groupe II et du groupe III	90
5.3.6 Mise en garde au sujet des portes et des couvercles du groupe II et du groupe III.....	90
5.4 Résistance mécanique	90
5.5 Orifices, cloisons, compartiments et composants internes du groupe I et du groupe II	91
5.6 Orifices pour l'application de la surpression interne statique	91
5.7 Matériaux isolants pour le matériel du groupe I	91
5.8 Obturation.....	92
5.9 Barrières contre les étincelles et les particules	92
5.10 Éléments de batterie et piles.....	92
6 Limites de température	92
6.1 Généralités	92
6.2 Pour le niveau de protection "pxb" ou le niveau de protection "pyb"	93
6.3 Pour le niveau de protection "pzc"	93
7 Dispositions de sécurité et dispositifs de sécurité (sauf pour la surpression interne statique)	93
7.1 Adéquation des dispositifs de sécurité pour zone dangereuse.....	93
7.2 Intégrité des dispositifs de sécurité	93
7.3 Fournisseur de dispositifs de sécurité	94
7.4 Système de pressurisation évalué en tant que matériel associé	94
7.4.1 Systèmes de pressurisation pour niveau de protection "pzc"	94
7.4.2 Systèmes de pressurisation pour niveau de protection "pyb"	95
7.4.3 Systèmes de pressurisation pour niveau de protection "pxb"	95
7.5 Diagramme séquentiel pour le niveau de protection "pxb"	95
7.6 Caractéristiques assignées des dispositifs de sécurité	95
7.7 Balayage automatisé du groupe I et du groupe II pour le niveau de protection "pxb"	96
7.8 Groupe I ou groupe II – Critères de balayage.....	96
7.9 Groupe III – Nettoyage.....	96
7.10 Exigences lorsqu'un débit minimal est requis	97
7.11 Dispositifs de sécurité pour détecter la surpression minimale.....	97

7.12	Valeur de surpression minimale	98
7.13	Mise en surpression d'enveloppes multiples.....	98
7.14	Dispositifs de sécurité pour portes et couvercles.....	99
7.15	Matériel qui peut rester sous tension	99
7.16	Matériel autorisé dans le niveau de protection "pyb"	99
8	Dispositions de sécurité et dispositifs de sécurité pour surpression interne statique	99
8.1	Adéquation des dispositifs de sécurité pour zone dangereuse.....	99
8.2	Gaz de protection	99
8.3	Sources internes de dégagement.....	99
8.4	Procédure de remplissage du groupe I et du groupe II	100
8.5	Procédure de remplissage du groupe III.....	100
8.6	Dispositifs de sécurité.....	100
8.7	Matériel qui peut rester sous tension	100
8.8	Surpression	100
9	Alimentation en gaz de protection.....	100
9.1	Alimentation de secours.....	100
9.2	Alimentations indépendantes	100
9.3	Type de gaz.....	101
9.4	Température	101
10	Matériels à surpression interne avec une source interne de dégagement.....	101
11	Conditions de dégagement	101
11.1	Pas de dégagement.....	101
11.2	Dégagement limité de gaz ou vapeur	102
11.3	Dégagement limité de liquide	102
12	Exigences de conception pour le système de confinement.....	102
12.1	Exigences générales de conception	102
12.2	Système de confinement infaillible	102
12.3	Système de confinement à dégagement limité	103
13	Gaz de protection et techniques de pressurisation lorsqu'il existe une source interne de dégagement.....	103
13.1	Généralités	103
13.2	Surpression interne avec compensation de fuite	104
13.2.1	Pas de dégagement.....	104
13.2.2	Dégagement limité d'un gaz ou d'un liquide	104
13.3	Surpression interne avec dilution	104
13.3.1	Généralités.....	104
13.3.2	Pas de dégagement.....	105
13.3.3	Dégagement limité de gaz ou vapeur	105
13.3.4	Dégagement limité de liquide.....	105
14	Matériel susceptible de provoquer une inflammation.....	105
15	Surfaces internes chaudes	105
16	Vérification et essais de type	106
16.1	Détermination de la valeur assignée de la surpression maximale	106
16.2	Essai de surpression maximale	106
16.3	Essai de fuite.....	106
16.3.1	Autre que pour la surpression interne statique	106
16.3.2	Surpression interne statique	107

16.4	Essai de balayage pour les enveloppes à surpression interne sans source interne de dégagement et essai de procédure de remplissage pour la surpression interne statique	107
16.4.1	Généralités	107
16.4.2	Enveloppe à surpression interne dont le gaz de protection est de l'air	107
16.4.3	Enveloppe à surpression interne dont le gaz de protection est un gaz inerte	107
16.4.4	Enveloppe à surpression interne dont le gaz de protection peut être, soit de l'air, soit un gaz inerte ayant une densité égale à celle de l'air $\pm 10\%$	107
16.4.5	Essai pour la procédure de remplissage d'une enveloppe à surpression interne protégée par surpression interne statique	108
16.5	Essais de balayage et de dilution pour une enveloppe à surpression interne avec une source interne de dégagement	108
16.5.1	Gaz d'essai	108
16.5.2	Enveloppe à surpression interne lorsque la substance inflammable possède moins de 2 % (V/V) d'oxygène et que le gaz de protection est inerte	108
16.5.3	Enveloppe à surpression interne avec surpression interne par débit continu, système de confinement avec moins de 21 % (V/V) d'oxygène et dont le gaz de protection est un gaz inerte	108
16.5.4	Enveloppe à surpression interne lorsque la substance inflammable n'est pas un liquide, surpression interne par débit continu et le gaz de protection est l'air	109
16.6	Vérification de la surpression minimale	110
16.7	Essais pour un système de confinement infaillible	110
16.7.1	Essai de surpression	110
16.7.2	Essai d'infailibilité	110
16.8	Essai de surpression pour un système de confinement avec dégagement limité	110
17	Essais individuels de série	111
17.1	Essai fonctionnel	111
17.2	Essai de fuite	111
17.3	Essais pour un système de confinement infaillible	111
17.4	Essai pour un système de confinement avec dégagement limité	111
18	Marquage	111
18.1	Généralités	111
18.2	Identification de la présence d'une surpression interne	111
18.3	Marquage supplémentaire	111
18.4	Source interne de dégagement	112
18.5	Surpression interne statique	112
18.6	Systèmes de pressurisation	112
18.7	Avertissements exigés par d'autres articles	113
18.8	Surpression limitée par l'utilisateur	113
18.9	Gaz inerte	113
19	Instructions	114
Annexe A (normative)	Essais de balayage et de dilution	115
A.1	Généralités	115
A.2	Critère de conformité lorsque le gaz de protection est de l'air	115
A.3	Critère de conformité si le gaz de protection est inerte	116
Annexe B (informative)	Exemples de diagramme séquentiel fonctionnel	117

Annexe C (informative) Exemples de variations de pression dans les canalisations et les enveloppes	119
Annexe D (informative) Information à fournir à l'utilisateur	124
D.1 Généralités	124
D.2 Canalisations de gaz de protection	124
D.2.1 Emplacement de l'entrée	124
D.2.2 Canalisations entre l'enveloppe à surpression interne et l'entrée	124
D.2.3 Sorties pour gaz de protection	125
D.2.4 Temps de balayage additionnel pour prendre en compte les canalisations	125
D.2.5 Température du gaz de protection à l'entrée	125
D.3 Puissance pour alimentation en gaz de protection.....	125
D.4 Surpression interne statique	125
D.5 Enveloppes avec système de confinement	125
D.6 Surpression maximale de l'enveloppe	126
Annexe E (normative) Classement des types de dégagement à l'intérieur des enveloppes	127
E.1 Généralités	127
E.2 Aucun dégagement normal, aucun dégagement anormal	127
E.3 Aucun dégagement normal, dégagement anormal limité.....	127
E.4 Dégagement normal limité	127
Annexe F (informative) Exemples pour l'utilisation du concept de zone de dilution	128
Annexe G (normative) Éléments de batterie et piles internes pour le niveau de protection "pxb" et le niveau de protection "pyb"	130
G.1 Exigences générales.....	130
G.1.1 Généralités	130
G.1.2 Systèmes électrochimiques acceptés.....	130
G.1.3 Piles rechargeables et batteries rechargeables.....	130
G.1.4 Protection mécanique	130
G.2 Protection électrique par circuits de limitation d'énergie	131
G.2.1 Évaluation de la limitation en énergie	131
G.2.2 Composants de protection	131
G.2.3 Prévention des pressions gazeuses excessives	131
G.3 Exigences additionnelles pour les batteries non rechargeables	132
G.3.1 Prévention de la charge en polarité inverse	132
G.3.2 Prévention de la charge accidentelle des batteries non rechargeables.....	132
G.4 Exigences additionnelles pour les batteries rechargeables.....	133
G.4.1 Charge des batteries rechargeables à l'intérieur de l'enceinte en surpression interne	133
G.5 Exigences spécifiques pour les piles et les batteries à sécurité inhérente (IhS)	134
G.6 Matériel situé à l'intérieur d'une enveloppe à surpression interne connectée à une batterie qui est également située à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne et n'est pas déconnectée en cas de perte de la surpression interne	134
G.6.1 Généralités	134
G.6.2 Isolation des circuits	134
G.6.3 Batterie à sécurité intrinsèque ou batterie à sécurité inhérente utilisée avec le matériel "Ex".....	135
G.6.4 Batterie à sécurité intrinsèque ou batterie à sécurité inhérente utilisée avec le matériel non "Ex"	135

G.7	Exigences supplémentaires pour la construction et le marquage des enveloppes à surpression interne contenant une ou plusieurs piles ou batteries	136
G.7.1	Généralités	136
G.7.2	Mise en garde concernant la dépose des batteries	136
G.7.3	Batteries nécessitant un entretien périodique	137
G.8	Essais de type	137
G.8.1	Tension	137
G.8.2	Essai de court-circuit pour une pile ou une batterie à sécurité inhérente	137
G.8.3	Essai complet de connexion à une charge pour les batteries autres que celles à sécurité inhérente	137
Annexe H (normative)	Éléments de batterie et piles internes pour le niveau de protection "pzc"	138
H.1	Exigences générales	138
H.1.1	Généralités	138
H.1.2	Systèmes électrochimiques acceptés	138
H.1.3	Piles rechargeables et batteries rechargeables	138
H.1.4	Protection mécanique	138
H.2	Matériel situé à l'intérieur d'une enveloppe à surpression interne connectée à une batterie qui est également située à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne et n'est pas déconnectée lorsque l'alimentation destinée à l'enveloppe est coupée	139
H.3	Exigences supplémentaires pour la construction et le marquage des enveloppes à surpression interne contenant une ou plusieurs piles ou batteries	139
H.3.1	Généralités	139
H.3.2	Mise en garde pour la dépose des batteries	139
H.3.3	Batteries nécessitant un entretien périodique	139
Bibliographie		140
Figure B.1	– Diagramme d'états d'un système de commande de balayage pour compensation de fuite	117
Figure C.1	– Sortie de gaz de protection	120
Figure C.2	– Enveloppes à surpression interne avec compensation de fuite, enveloppes sans parties mobiles	121
Figure C.3	– Enveloppes à surpression interne avec compensation de fuite, machine électrique tournante avec un ventilateur interne de refroidissement	122
Figure C.4	– Enveloppe à surpression interne avec compensation de fuite, machine électrique tournante avec un ventilateur externe de refroidissement	123
Figure F.1	– Schéma présentant l'utilisation du concept de zone de dilution pour simplifier les exigences des essais de balayage et de dilution	128
Figure F.2	– Schéma présentant l'utilisation du concept de système de confinement infallible pour simplifier les exigences relatives au balayage et à la dilution autour de l'ICE	129
Figure F.3	– Schéma présentant l'utilisation de cloisons internes autour de la source potentielle de dégagement pour simplifier les exigences relatives au balayage et à la dilution autour de l'ICE situé à l'extérieur des cloisons	129
Figure G.1	– Protection contre la charge en polarité inverse	132
Figure G.2	– Protection contre la charge accidentelle	133
Tableau 1	– Détermination du niveau de protection	87

Tableau 2 – Critères de conception fondés sur le niveau de protection	88
Tableau 3 – Dispositifs de sécurité en fonction du niveau de protection	94
Tableau 4 – Exigences du gaz de protection pour une enveloppe à surpression interne avec un système de confinement	104
Tableau 5 – Niveaux de protection du matériel autorisés dans la zone de dilution sur la base du niveau de protection de l'enveloppe à surpression interne	105
Tableau 6 – Texte des marquages d'avertissement.....	113
Tableau B.1 – Table de vérité d'un système de commande de balayage pour compensation de fuite	117

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

**Partie 2: Protection du matériel par enveloppe
à surpression interne "p"**

AVANT-PROPOS

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

La Norme Internationale IEC 60079-2 a été établie par le comité d'études 31 de la CEI: Équipements pour atmosphères explosives.

Cette sixième édition annule et remplace la cinquième édition parue en 2007. Cette sixième édition annule et remplace la première édition de l'IEC 61241-4 parue en 2001. Cette sixième édition constitue une révision technique.

L'importance des modifications entre l'IEC 60079-2, Édition 6.0, 2014 et l'IEC 60079-2, Édition 5.0, 2007, est indiquée ci-dessous:

Modifications	Article	Type		
		Modifications mineures et rédactionnelles	Extension	Modifications techniques majeures
Domaine d'application Etendu pour inclure les poussières combustibles	1		X	
Gaz de protection Le terme "apparatus" ("appareil") a été remplacé par "equipment" («matériel»)	3			
Gaz de protection Révisé pour indiquer que le balayage n'est pas requis pour les atmosphères explosives de poussière	3.16	X		
Niveau de Protection "pxb" Terme et définition révisés pour refléter l'EPL (equipment protection level – niveau de protection du matériel) et le niveau de protection	3.21	X		
Niveau de Protection "pyb" Terme et définition révisés pour refléter l'EPL et le niveau de protection	3.22	X		
Niveau de Protection "pzc" Terme et définition révisés pour refléter l'EPL et le niveau de protection	3.23	X		
Limite inférieure d'inflammabilité Terme et définition révisés pour la conformité à l'IEC 60079-0	3.26	X		
Limite supérieure d'inflammabilité Terme et définition révisés pour la conformité à l'IEC 60079-0	3.27	X		
Tableau 1 – Détermination du niveau de protection Révisé pour utiliser la terminologie EPL	Tableau 1	X		
Tableau 2 – Critères de Conception sur la base du niveau de protection Révisé pour utiliser la terminologie EPL	Tableau 2	X		
Enveloppe Assouplissement des exigences pour les conceptions spécifiques	5.1		X	
Enveloppes à surpression interne du groupe II et du groupe III Texte révisé pour utiliser la terminologie EPL	5.3.3	X		
Niveau de Protection "pxb" du groupe II et du groupe III Indication du fait que cet avertissement s'applique aussi aux atmosphères explosives de poussière	5.3.5		X	
Mise en garde au sujet des portes et des couvercles du groupe II et du groupe III Indication du fait que cet avertissement s'applique aussi aux atmosphères explosives de poussière	5.3.6		X	

Modifications	Article	Type		
		Modifications mineures et rédactionnelles	Extension	Modifications techniques majeures
Mise en garde au sujet des portes et des couvercles du groupe II et du groupe III Avertissement révisé: l'atmosphère "est présente" au lieu de "peut être présente"	5.3.6	X		
Résistance mécanique Suppression de la référence au numéro d'article de l'IEC 60079-0 pour la condition "X"	5.4	X		
Barrières contre les étincelles et les particules Suppression de la référence au numéro d'article de l'IEC 60079-0 pour la condition "X"	5.9	X		
Éléments de batterie et piles Ajout d'exigences relatives aux éléments de batterie et piles	5.10			C1
Pour le niveau de Protection "pxb" ou le niveau de Protection "pyb" Tableau révisé pour utiliser une terminologie cohérente par rapport aux EPL	6.2	X		
Adéquation des dispositifs de sécurité pour zone dangereuse Remplacement du mot "explosion" par "inflammation" pour refléter les termes LSI/LII	7.1	X		
Intégrité des dispositifs de sécurité Ajout d'exigences pour détecter une défaillance du ventilateur	7.2			C2
Tableau 3 – Dispositifs de sécurité en fonction du niveau de protection Intitulés des colonnes révisés pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	Tableau 3	X		
Fournisseur de dispositifs de sécurité Suppression de la référence au numéro d'article de l'IEC 60079-0 pour la condition "X"	7.3	X		
Système de pressurisation évalué en tant que matériel associé Ajout d'exigences pour systèmes de pressurisation	7.4			C3
Diagramme séquentiel pour le niveau de protection "pxb" Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	7.5	X		
Balayage automatisé du groupe I et du groupe II pour le niveau de protection "pxb" Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	7.7	X		
Balayage automatisé du groupe I et du groupe II pour le niveau de protection "pxb" Ajout de texte indiquant que pour "pxb", la commande doit être automatique	7.7			C4

Modifications	Article	Type		
		Modifications mineures et rédactionnelles	Extension	Modifications techniques majeures
Groupe I ou groupe II – Critères de balayage Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	7.8	X		
Groupe III – Nettoyage Ajout de texte relatif au nettoyage des enveloppes utilisées dans les atmosphères explosives de poussière	7.9		X	
Dispositifs de sécurité pour détecter la surpression minimale Ajout du mot “minimale” au titre de l'article par souci de cohérence avec le texte	7.11	X		
Dispositifs de sécurité pour détecter la surpression minimale Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	7.11 d)	X		
Valeur de surpression minimale Ajout du mot “minimale” au titre de l'article par souci de cohérence avec le texte	7.12	X		
Valeur de surpression minimale Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	7.12	X		
Valeur de surpression minimale Ajout de texte pour refléter une note de l'Annexe C	7.12		X	
Mise en surpression d'enveloppes multiples Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	7.13	X		
Dispositifs de sécurité pour portes et couvercles Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	7.14	X		
Matériel qui peut rester sous tension Texte révisé pour utiliser la terminologie EPL et du Niveau de Protection	7.15	X		
Matériel autorisé dans le niveau de protection "pyb" Texte révisé pour utiliser la terminologie EPL et du Niveau de Protection	7.16	X		
Procédure de remplissage du groupe I et du groupe II Autorisation du remplissage dans un emplacement dangereux si, à l'issue de l'essai, il est considéré comme non dangereux	8.4		X	
Procédure de remplissage du groupe III Ajout d'une procédure de remplissage pour enveloppes à surpression interne statique pour les atmosphères explosives de poussière	8.5		X	
Dispositifs de sécurité Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	8.6	X		

		Type		
Modifications	Article	Modifications mineures et rédactionnelles	Extension	Modifications techniques majeures
Matériel qui peut rester sous tension Texte révisé pour utiliser la terminologie EPL	8.7	X		
Suppression Suppression de la référence au numéro d'article de l'IEC 60079-0	8.8	X		
Alimentation de secours Ajout d'exigences relatives à l'alimentation de secours en gaz de protection	9.1			C5
Alimentations indépendantes Spécification d'exigences relatives à l'indépendance de la surpression	9.2		X	C6
Conditions de dégagement Suppression de la référence au numéro d'article de l'IEC 60079-0 pour la condition "X"	11.1.2	X		
Système de confinement à dégagement limité Suppression de la référence au numéro d'article de l'IEC 60079-0 pour la condition "X"	12.3	X		
13.3.3 Dégagement limité de gaz ou vapeur Texte révisé pour refléter les termes LSI/LII	13.3.3	X		
Matériel susceptible de provoquer une inflammation Texte révisé pour utiliser la terminologie du Niveau de Protection	14	X		
Vérification et essais de type Articles 16.1 à 16.7 de l'Édition 5 déplacés vers Articles 16.2 à 16.8 dans l'Édition 6	16	X		
Détermination de la surpression maximale nominale Ajout d'exigences pour déterminer la surpression maximale	16.1			C7
Essai de surpression maximale Déplacement de l'essai de surpression maximale vers 16.2	16.2			C7
Essai de fuite Clarification des critères d'acceptation pour l'essai	16.3.2		X	
Essais pour un système de confinement infaillible Clarification des caractéristiques assignées utilisées pour l'essai	16.7.1			C8
Essais pour un système de confinement infaillible Modification de l'essai pour le confinement infaillible	16.7.2			C9

Modifications	Article	Type		
		Modifications mineures et rédactionnelles	Extension	Modifications techniques majeures
Édition 5 – Vérification de la capacité de l'enveloppe à surpression interne à limiter la pression interne Suppression de l'essai	16.8			C7
Essais fonctionnels Clarification du fait qu'ils ne s'appliquent qu'aux dispositifs de sécurité fournis avec enveloppes	17.1	X		
Essais pour un système de confinement infaillible Suppression des essais de fuite d'hélium pour les systèmes liquides	17.3		X	
Marquage supplémentaire Autorisation de l'utilisation continue du marquage du mode de protection	18.3			
Systèmes de pressurisation Clarification de l'utilisation du marquage Ex [p] et [Ex p]	18.6	X		
Avertissements exigés par d'autres articles Ajout du numéro de tableau	18.7	X		
Avertissements exigés par d'autres articles Ajout de l'avertissement de 7.9	18.7		X	
Avertissements exigés par d'autres articles Ajout des avertissements de l'Annexe G et de l'Annexe H	18.7			C1
Instructions Ajout d'exigences relatives au Groupe III	19		X	
Édition 5 Annexe G — Essai d'inaffabilité d'un système de confinement Supprimé et remplacé	Annexe G	X		
Édition 5 Annexe H — Introduction à une méthode alternative d'évaluation des risques incluant les «niveaux de protection du matériel» Supprimée et remplacée	Annexe H	X		
Annexe G — Éléments de batterie et piles internes pour le niveau de protection "pxb" et le niveau de protection "pyb" Ajout d'exigences relatives aux éléments de batterie et piles			X	
Annexe H — Éléments de batterie et piles internes pour le niveau de protection "pzc" Ajout d'exigences relatives aux éléments de batterie et piles			X	

Explications:**A) Définitions**

Modifications mineures et rédactionnelles clarification, réduction des exigences techniques, modifications techniques mineures, corrections d'ordre rédactionnel

Ces modifications portent sur les exigences et sont de nature rédactionnelle ou technique mineure. Elles comprennent des modifications de formulation destinées à clarifier les exigences techniques sans apporter de modification technique ni réduire le niveau actuel de l'exigence.

Extension ajout d'options techniques

Ces modifications ajoutent de nouvelles exigences techniques ou modifient les exigences techniques existantes, de façon à fournir de nouvelles options, mais sans augmenter les niveaux d'exigences pour tout matériel qui était totalement conforme à la précédente norme. Ces modifications ne sont donc pas à prendre en compte dans le cas de produits conformes à la précédente édition. 5.

Modifications techniques majeures ajout d'exigences techniques, augmentation des exigences techniques

Ces modifications sont apportées aux exigences techniques (ajout, augmentation du niveau ou suppression) de telle façon qu'un produit conforme à la précédente édition n'a pas toujours la capacité de satisfaire aux exigences indiquées dans la dernière édition. Ces modifications sont à prendre en compte dans le cas de produits conformes à la précédente édition. L'Article B) ci-dessous fournit des informations supplémentaires sur ces modifications

B) Informations sur l'origine des "Modifications techniques majeures"

- C1 – Ajout d'annexes comportant des exigences relatives à l'utilisation des éléments de batterie et piles.
- C2 – Ajout d'exigences spécifiant que la défaillance du ventilateur ne peut être causée par la perte de puissance du ventilateur.
- C3 – Ajout d'exigences relatives aux matériels évalués comme système de pressurisation, afin de garantir l'uniformité des essais auxquels sont soumis ces matériels.
- C4 – Dans l'Édition 5, bien que le titre de 7.6 indiquait «balayage automatisé», le mot «automatisé» n'apparaissait pas dans l'exigence. Tous les matériels "pxb" sont destinés à avoir un système de balayage automatisé pour empêcher la mise sous tension de circuits susceptibles de provoquer une inflammation, avant que le cycle de balayage n'ait correctement été effectué. Cela exige de vérifier que le débit correspond au moins au minimum requis pour le temps de balayage, ainsi que de vérifier l'existence de la surpression minimale dans l'enveloppe.
- C5 – Si une alimentation de secours en gaz de protection est fournie, il est alors nécessaire que l'alimentation principale et l'alimentation de secours soient capables de maintenir la surpression requise.
- C6 – Si une enveloppe à surpression interne est utilisée dans une plus grande enveloppe à surpression interne, il est nécessaire que les alimentations en gaz de protection soient indépendantes.
- C7 – Le texte de 16.1 de l'Édition 5 supposait que les enveloppes ont une valeur assignée de surpression maximale nominale, mais c'est rarement le cas. Certaines installations d'essai se basaient sur l'essai de 16.8 pour déterminer la surpression maximale. Différentes méthodes ont été utilisées pour simuler la défaillance du régulateur, telles que retirer le régulateur, mais cela retire aussi les orifices pouvant limiter le débit. D'après les informations fournies par les installations d'essai, le danger de volées d'éclats depuis l'enveloppe est suffisamment faible car l'enveloppe ou les garnitures se déforment pour relâcher la pression interne. Il a été décidé de supprimer l'essai de surpression basé sur le régulateur défaillant. De plus, la définition de la suppression maximale se base désormais sur la valeur obtenue lorsque l'enveloppe à surpression interne fonctionne dans le cadre de ses caractéristiques assignées. Cette surpression maximale se produit généralement lorsque le matériel est en mode balayage rapide avec la pression assignée maximale appliquée à l'entrée du régulateur. Le texte de 16.1 de l'Édition 5 a été modifié et déplacé en 16.2.
- C8 – Le terme surpression implique dans la plupart des cas un fonctionnement hors des caractéristiques assignées normales. Le texte a été clarifié pour utiliser le terme

“pression de service maximale” plutôt que le terme «surpression interne maximale». L’essai était décrit au 16.6.1 de l’Édition 5.

- C9 – L’essai a été modifié pour utiliser un détecteur de fuite d’hélium plutôt que d’utiliser un vide maintenu, car cela dépendrait de la capacité du système à vide. L’essai était décrit au 16.6.2 de l’Édition 5.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31/1119/FDIS	31/1131/RVD

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

La présente Norme est à lire conjointement à l’IEC 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60079, publiées sous le titre général *Atmosphères explosives*, peut être consultée sur le site web de l’IEC.

Les normes futures de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existantes déjà dans cette série sera mis à jour lors d’une prochaine édition.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l’IEC 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

La présente partie de l'IEC 60079 définit des exigences pour la conception, la construction, les essais et le marquage du matériel électrique utilisable dans les atmosphères explosibles où

- a) un gaz de protection, maintenu à une pression supérieure à celle de l'atmosphère extérieure, est utilisé pour empêcher la formation d'une atmosphère explosive gazeuse à l'intérieur des enveloppes qui ne contiennent pas de source interne de dégagement de gaz ou de vapeurs inflammables;
- b) un gaz de protection, maintenu à une pression supérieure à celle de l'atmosphère extérieure, est utilisé pour empêcher la formation d'une atmosphère explosive gazeuse à l'intérieur des enveloppes et est fourni à une enveloppe contenant une ou plusieurs sources internes de dégagement afin de prévenir la formation d'une atmosphère explosive gazeuse; ou
- c) un gaz de protection, maintenu à une pression supérieure à celle de l'atmosphère extérieure, est utilisé pour empêcher la pénétration de poussière combustible susceptible de conduire à la formation d'une atmosphère de poussière explosive à l'intérieur des enveloppes, mais uniquement s'il n'y a pas de source interne de dégagement de poussière combustible.

La présente Norme comprend des exigences pour le matériel et ses éléments associés, y compris les canalisations d'admission et d'évacuation, et aussi pour les matériels auxiliaires de commande nécessaires pour assurer que la surpression interne et/ou la dilution est établie et maintenue.

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 2: Protection du matériel par enveloppe à surpression interne "p"

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60079 contient les exigences spécifiques pour la construction et les essais des matériels électriques avec enveloppes à surpression interne à mode de protection "p", destinés à l'utilisation dans les atmosphères explosives gazeuses ou les atmosphères de poussière explosives. Elle inclut également les exigences pour les enveloppes à surpression interne contenant un dégagement limité de substance inflammable.

La présente Norme complète et modifie les exigences générales de l'IEC 60079-0. Lorsqu'une exigence de la présente Norme entre en conflit avec une exigence de l'IEC 60079-0, c'est l'exigence de la présente Norme qui prévaut.

La présente Norme ne comprend pas les exigences pour:

- les enveloppes à surpression interne lorsque le système de confinement peut dégager
 - a) de l'air avec une teneur en oxygène supérieure à la normale, ou
 - b) un mélange d'oxygène et de gaz inerte dans une proportion d'oxygène supérieure à 21 %;
- les salles à surpression interne ou les bâtiments pour analyseurs; voir l'IEC 60079-13;
- les enveloppes à surpression interne utilisées lorsque des "explosifs" ou des éléments pyrotechniques sont présents;
- les enveloppes à surpression interne utilisées lorsque des mélanges hybrides de gaz/vapeur et de poussière combustible sont présents;
- les enveloppes à surpression interne utilisées lorsque des substances pyrophoriques telles que des explosifs ou des charges de poudre contenant leurs propres oxydants sont présentes;
- les enveloppes à surpression interne avec une source interne de dégagement de poussière combustible.

NOTE Lorsque l'utilisateur assume le rôle du fabricant, il lui incombe normalement de s'assurer que toutes les parties concernées de la présente Norme sont appliquées à la fabrication et aux essais du matériel.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire électrotechnique international*

IEC 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*

IEC 60079-11, *Atmosphères explosives – Partie 11: Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque "i"*

IEC 60079-15, *Atmosphères explosives – Partie 15: Protection du matériel par mode de protection "n"*

IEC 60112, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60127, (toutes les parties) *Coupe-circuit miniatures*

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

IEC 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-151, l'IEC 60050-426 et l'IEC 60079-0, ainsi que les suivants, s'appliquent.

NOTE Sauf spécification contraire, on entend par les termes "tension" et "courant" les valeurs efficaces d'une tension ou d'un courant alternatifs, directs ou composites.

3.1

alarme

pièce de matériel qui génère un signal visuel ou acoustique destiné à attirer l'attention

3.2

système de confinement

partie du matériel contenant la substance inflammable qui peut constituer une source interne de dégagement

3.3

dilution

alimentation continue en gaz de protection, après balayage, à un débit tel que la concentration d'une substance inflammable à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne soit maintenue à une valeur en dehors des limites d'explosivité de toute source d'inflammation potentielle (c'est-à-dire en dehors de la zone de dilution)

Note 1 à l'article: La dilution d'oxygène par gaz inerte peut aboutir à une concentration de gaz ou de vapeur inflammable supérieure à la limite supérieure d'inflammabilité (LSI).

3.4

zone de dilution

zone à proximité d'une source interne de dégagement où la concentration d'une substance inflammable n'est pas diluée à une concentration sûre

3.5

volume de l'enveloppe

volume de l'enveloppe vide sans matériel interne. Pour les machines électriques tournantes, le volume interne libre plus le volume déplacé par le rotor

3.6

substance inflammable

gaz, vapeurs, liquides ou mélanges de ceux-ci, capables de s'enflammer

3.7**dispositif hermétiquement étanche**

dispositif construit de telle manière que l'atmosphère extérieure ne puisse y pénétrer et dans lequel tout scellement est effectué par fusion

Note 1 à l'article: Des exemples de fusion sont le brasage, le soudage et la fusion de verre et métal.

3.8**matériel susceptible de provoquer une inflammation****ICE**

matériel qui, en service normal, constitue une source d'inflammation pour une atmosphère explosive spécifiée

Note 1 à l'article: L'abréviation "ICE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "ignition-capable equipment".

3.9**indicateur**

pièce de matériel qui indique si un débit ou une pression est suffisant et qui est destiné à être contrôlé périodiquement, conformément à l'exigence de l'application

3.10**source interne de dégagement**

point ou emplacement où une substance inflammable sous forme de gaz, de vapeur ou de liquide inflammable peut se dégager dans l'enveloppe à surpression interne, de telle façon qu'en présence d'air, une atmosphère explosive gazeuse puisse se former

3.11**compensation de fuite**

fourniture d'un débit de gaz de protection suffisant pour compenser toute fuite de l'enveloppe à surpression interne et de ses canalisations

3.12**surpression**

pression supérieure à la pression ambiante à l'intérieur d'une enveloppe à surpression interne

3.13**surpression interne**

technique qui consiste à empêcher la pénétration à l'intérieur d'une enveloppe de l'atmosphère extérieure en y maintenant un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère extérieure

3.14**système de pressurisation**

groupement de dispositifs de sécurité et autres composants utilisés pour soumettre à une surpression interne et contrôler une enveloppe à surpression interne

3.15**enveloppe à surpression interne**

enveloppe dans laquelle un gaz de protection est maintenu à une pression supérieure à celle de l'atmosphère externe

3.16**gaz de protection**

air ou gaz inerte utilisé pour maintenir une surpression interne et, si nécessaire, pour la dilution et le balayage

Note 1 à l'article: Pour les besoins de la présente Norme, on entend par "gaz inerte" l'azote, le dioxyde de carbone, l'argon ou tout autre gaz qui, lorsqu'il est mélangé à de l'oxygène dans le rapport 4:1 comme dans l'air, ne rend pas les propriétés d'inflammation et d'inflammabilité, telles que les limites d'explosivité, plus défavorables.

3.17

alimentation en gaz de protection

compresseur, ventilateur ou conteneur de gaz comprimé qui fournit le gaz de protection à une pression positive

Note 1 à l'article: L'alimentation en gaz de protection comprend les conduits ou les canalisations d'arrivée (d'aspiration), les régulateurs de pression, les conduits d'évacuation, les canalisations et les vannes d'alimentation.

Note 2 à l'article: Les composants du système de pressurisation autre que le régulateur de pression ne sont pas inclus.

3.18

balayage

dans une enveloppe à surpression interne, opération qui consiste à faire passer une quantité de gaz de protection dans l'enveloppe et les canalisations, de telle façon que la concentration de l'atmosphère explosive gazeuse soit ramenée à un niveau de sécurité

3.19

surpression interne statique

maintien d'une surpression à l'intérieur d'une enveloppe à surpression interne sans ajout de gaz de protection dans une zone dangereuse

3.20

niveau de protection "pxb"

enveloppe à surpression interne fournissant le niveau de protection du matériel (EPL – Equipment Protection Level) Mb, Gb ou Db

Note 1 à l'article: Cela permet au matériel non protégé d'être installé à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne, sauf pour les dispositifs de sécurité; voir 3.23.

3.21

niveau de protection "pyb"

enveloppe à surpression interne fournissant le niveau de protection du matériel (EPL) Gb ou Db avec le niveau de protection du matériel (EPL) Gc ou Dc à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne

Note 1 à l'article: Cela permet au matériel de niveau de protection du matériel (EPL) Gc ou Dc d'être installé à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne, sauf pour les dispositifs de sécurité; voir 3.23.

3.22

niveau de protection "pzc"

enveloppe à surpression interne fournissant le niveau de protection du matériel (EPL) Gc ou Dc

Note 1 à l'article: Cela permet au matériel non protégé d'être installé à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne, sauf pour les dispositifs de sécurité (voir 3.23).

3.23

dispositif de sécurité

dispositif utilisé pour créer ou maintenir l'intégrité du mode de protection

3.24

limite inférieure d'inflammabilité

LII

fraction en volume de gaz ou vapeur inflammable dans l'air au-dessous de laquelle aucune atmosphère explosive gazeuse ne va se former, exprimée sous forme de pourcentage (voir IEC 60079-20-1)

Note 1 à l'article: Cette valeur est également appelée limite inférieure d'explosivité (LIE).

3.25**limite supérieure d'inflammabilité****LSI**

fraction en volume de gaz ou vapeur inflammable dans l'air au-dessus de laquelle aucune atmosphère explosive gazeuse ne va se former, exprimée sous forme de pourcentage (voir IEC 60079-20-1)

Note 1 à l'article: Cette valeur est également appelée limite supérieure d'explosivité (LSE).

4 Niveaux de protection

La protection par surpression interne est divisée en trois niveaux de protection ("pxb", "pyb" et "pzc") qui sont sélectionnés en fonction du niveau de protection requis pour le matériel (Mb, Gb, Db, Gc ou Dc), de l'existence d'un dégagement interne potentiel et selon que le matériel dans l'enveloppe à surpression interne est susceptible de provoquer une inflammation; voir le Tableau 1. Le mode de protection définit alors les critères de conception pour l'enveloppe à surpression interne et le système de pressurisation; voir le Tableau 2.

Tableau 1 – Détermination du niveau de protection

Existe-t-il une situation de dégagement interne?	Exigence de Niveau de protection du matériel (EPL) le plus élevé pour l'atmosphère explosive extérieure	L'enveloppe contient-elle un matériel susceptible de provoquer une inflammation?	Niveau de protection
Non	Mb, Gb ou Db	Oui ou non	Niveau de protection "pxb"
Non	Gb ou Db	Non	Niveau de protection "pyb"
Non	Gc ou Dc	Oui ou non	Niveau de protection "pzc"
Oui, gaz/vapeur	Mb, Gb ou Db	Non ou Oui, et le matériel susceptible de provoquer une inflammation n'est pas situé dans la zone de dilution	Niveau de protection "pxb"
Oui, gaz/vapeur	Gb ou Db	Non	Niveau de protection "pyb"
Oui, gaz/vapeur	Gc ou Dc	Oui, et le matériel susceptible de provoquer une inflammation n'est pas situé dans la zone de dilution	Niveau de protection "pxb"
Oui, gaz/vapeur	Gc ou Dc	Non	Niveau de protection "pyb"
Oui, liquide	Gb ou Db	Oui ou non	Niveau de protection "pxb" (inerte)
Oui, liquide	Gb ou Db	Non	Niveau de protection "pyb" (inerte)
Oui, liquide	Gc ou Dc	Oui ou non	Niveau de protection "pzc" (inerte)
Si la substance inflammable est un liquide, un dégagement normal n'est jamais autorisé. Le gaz de protection doit être inerte si la mention "inerte" est présente après le niveau de surpression interne, voir Article 13.			

Tableau 2 – Critères de conception fondés sur le niveau de protection

Critères de conception	Niveau de protection "pxb"	Niveau de protection "pyb"	Niveau de protection "pzc" avec indicateur	Niveau de protection "pzc" avec alarme
Degré de protection des enveloppes selon l'IEC 60529 ou l'IEC 60034-5	IP4X minimal	IP4X minimal	IP4X minimal	IP3X minimal
Résistance de l'enveloppe aux chocs	L'IEC 60079-0 s'applique	L'IEC 60079-0 s'applique	L'IEC 60079-0 s'applique	Appliquer la moitié de la valeur indiquée dans l'IEC 60079-0
Vérification de la période de balayage pour les Groupes I et II	Exige un dispositif temporel et un contrôle de la pression et du débit	Temps et débit marqués	Temps et débit marqués	Temps et débit marqués
Empêcher les particules incandescentes de sortir par un orifice d'évacuation normalement fermé dans une zone exigeant un niveau de protection Mb, Gb ou Db	Barrière contre étincelles et particules requise, voir 5.9, sauf s'il n'y a normalement pas de particules incandescentes produites	Pas d'exigence ^{a)}	Le niveau de protection "pzc" ne s'applique pas aux zones nécessitant un niveau de protection du matériel (EPL) Mb, Gb ou Db	Le niveau de protection "pzc" ne s'applique pas aux zones nécessitant un niveau de protection du matériel (EPL) Mb, Gb ou Db
Empêcher les particules incandescentes de sortir par un orifice d'évacuation normalement fermé dans une zone exigeant un niveau de protection du matériel Gc ou Dc	Pas d'exigence ^{b)}	Pas d'exigence ^{b)}	Pas d'exigence, voir note de pied b)	Pas d'exigence ^{b)}
Empêcher les particules incandescentes de sortir par un orifice qui s'ouvre en fonctionnement normal, dans une zone exigeant un niveau de protection du matériel Mb, Gb ou Db	Barrière contre étincelles et particules requise, voir 5.9	Barrière contre étincelles et particules requise, voir 5.9	Le niveau de protection "pzc" ne s'applique pas aux zones nécessitant un niveau de protection du matériel (EPL) Mb, Gb ou Db	Le niveau de protection "pzc" ne s'applique pas aux zones nécessitant un niveau de protection du matériel (EPL) Mb, Gb ou Db
Empêcher les particules incandescentes de sortir par un orifice qui s'ouvre en fonctionnement normal, dans une zone exigeant un niveau de protection du matériel Gc ou Dc	Barrière contre étincelles et particules requise, voir 5.9, sauf s'il n'y a normalement pas de particules incandescentes produites	Pas d'exigence ^{a)}	Barrière contre étincelles et particules requise, voir 5.9, sauf s'il n'y a normalement pas de particules incandescentes produites	Barrière contre étincelles et particules requise, voir 5.9, sauf s'il n'y a normalement pas de particules incandescentes produites
Porte ou couvercle qui ne s'ouvre qu'avec un outil	Mise en garde; voir 5.3 et 6.2 b) ii)	Mise en garde; voir 5.3.6 ^{b)}	Mise en garde; voir 5.3.6 ^{c)}	Mise en garde; voir 5.3.6 ^{c)}
Porte ou couvercle qui s'ouvre sans outil	Verrouillage, voir 7.14 (pas de parties internes chaudes)	Mise en garde; voir 5.3.6 ^{a)}	Mise en garde; voir 5.3.6 ^{c)}	Mise en garde; voir 5.3.6 ^{c)}

Critères de conception	Niveau de protection "pxb"	Niveau de protection "pyb"	Niveau de protection "pzc" avec indicateur	Niveau de protection "pzc" avec alarme
Parties internes chaudes qui exigent une période de refroidissement avant l'ouverture de l'enveloppe	Satisfait à 6.2 b) ii)	Pas d'exigence ^{a)}	Mise en garde; voir 5.3.6	Mise en garde; voir 5.3.6
a) Le paragraphe 6.2b) ii) n'est pas applicable pour le niveau de protection "pyb" dans la mesure où ni des parties internes chaudes, ni des particules incandescentes normalement créées ne sont autorisées. b) Il n'y a pas d'exigence relative aux barrières contre les particules et les étincelles dans la mesure où, en fonctionnement anormal, lorsque l'orifice d'évacuation s'ouvre, il est peu probable que l'atmosphère externe soit dans les limites d'explosivité. c) Il n'y a pas d'exigence relative à l'accessibilité d'outil sur une enveloppe du niveau de protection "pzc" dans la mesure où, en fonctionnement normal, l'enveloppe est en surpression interne avec tous ses couvercles et portes en place. En cas d'enlèvement d'un couvercle ou d'une porte, il est peu probable que l'atmosphère soit dans les limites d'explosivité.				

5 Exigences de construction pour enveloppes à surpression interne

5.1 Enveloppe

L'enveloppe à surpression interne doit posséder un degré de protection conforme au Tableau 2.

Pour le niveau de protection "pxb" sans composants internes qui dépassent la classe de température marquée, et pour les niveaux de protection «pyb» et «pzc», les essais d'endurance thermique à la chaleur et au froid pour les enveloppes non métalliques et les parties non métalliques des enveloppes de l'IEC 60079-0 ne nécessitent pas d'être appliqués à l'enveloppe à surpression interne.

Cela s'explique par le fait que la dégradation de l'enveloppe provoquant une augmentation de la fuite produit une alarme ou la coupure de l'alimentation des circuits susceptibles de provoquer une inflammation. Il n'est donc pas considéré comme nécessaire de soumettre à l'essai de préconditionnement les enveloppes non métalliques et les parties non métalliques des enveloppes.

5.2 Matériaux

Les gaz de protection spécifiés ne doivent pas avoir d'influence défavorable sur les matériaux utilisés pour l'enveloppe, les canalisations et les parties de raccordement.

5.3 Portes et couvercles

5.3.1 Enveloppes à surpression interne du groupe I

Les portes et couvercles doivent

- soit posséder des fermetures spéciales qui satisfont à l'IEC 60079-0;
- soit être verrouillés de manière à ce que l'alimentation électrique du matériel ne fournissant pas un niveau de protection du matériel tel qu'indiqué en 7.15 soit déconnectée automatiquement en cas d'ouverture des portes et couvercles, et de telle façon que l'alimentation ne puisse être rétablie avant qu'ils ne soient fermés. Les exigences de 7.7 doivent également s'appliquer.

5.3.2 Enveloppes à surpression interne statique du groupe I

Les portes et couvercles doivent posséder des fermetures spéciales qui satisfont à l'IEC 60079-0.

5.3.3 Enveloppes à surpression interne du groupe II et du groupe III

Les exigences de l'IEC 60079-0 concernant les fermetures spéciales ne s'appliquent pas.

Pour le niveau de protection "pxb", les portes et couvercles pouvant être ouverts sans l'aide d'un outil ou d'une clé, doivent être verrouillés de telle sorte que l'alimentation électrique d'un matériel électrique non identifié en 7.15 soit automatiquement déconnectée en cas d'ouverture et de telle sorte que l'alimentation électrique ne puisse être rétablie avant leur fermeture.

Pour le niveau de protection "pyb" et le niveau de protection "pzc", l'utilisation d'un outil ou d'une clé n'est pas exigée.

Il convient de prendre en compte la possibilité qu'une pression interne puisse provoquer l'ouverture violente d'une porte ou d'un couvercle lorsqu'une fermeture est déplacée. Il convient que les opérateurs et le personnel de maintenance soient protégés pour éviter les blessures, au moyen de méthodes telles que les suivantes:

- a) utiliser des fermetures à plusieurs attaches de sorte que l'enveloppe permette une mise à l'atmosphère sans danger avant que toutes les fermetures soient relâchées; ou
- b) utiliser une fermeture à deux positions pour permettre une mise à l'atmosphère sans danger de la pression lors de l'ouverture de l'enveloppe; ou
- c) limiter la pression interne maximale à un niveau inférieur ou égal à 2,5 kPa.

5.3.4 Enveloppes à surpression interne statique du groupe II et du groupe III

Les portes et les couvercles ne doivent pas pouvoir s'ouvrir facilement sans l'utilisation d'une clé ou d'un outil.

5.3.5 Niveau de protection "pxb" du groupe II et du groupe III

Une enveloppe à surpression interne qui contient des parties chaudes exigeant une période de refroidissement ne doit pas pouvoir s'ouvrir aisément sans l'utilisation d'une clé ou d'un outil.

5.3.6 Mise en garde au sujet des portes et des couvercles du groupe II et du groupe III

Pour prévenir l'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse ou d'une atmosphère de poussière explosive pouvant être présente lorsque l'on ouvre une enveloppe, les portes et les couvercles doivent être marqués.

AVERTISSEMENT – NE PAS OUVRIR SI UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE EST PRÉSENTE

5.4 Résistance mécanique

Les enveloppes à surpression interne, les canalisations le cas échéant et leurs pièces de raccordement doivent résister à une pression égale à 1,5 fois la surpression maximale spécifiée par le fabricant pour le service normal avec toutes les évacuations fermées avec un minimum de 200 Pa.

Si, en service, une pression peut provoquer une déformation de l'enveloppe, des canalisations le cas échéant ou des pièces de raccordement, un dispositif de sécurité doit être installé pour limiter la surpression interne maximale à un niveau inférieur à celui qui est susceptible d'influer défavorablement sur le mode de protection. Si le fabricant ne fournit pas le dispositif de sécurité, le numéro de certificat doit comporter le suffixe "X", conformément aux exigences relatives au marquage de l'IEC 60079-0, et les conditions particulières d'utilisation énumérées sur le certificat doivent donner toutes les informations nécessaires à l'utilisateur pour lui permettre de se conformer aux exigences de la présente Norme.

5.5 Orifices, cloisons, compartiments et composants internes du groupe I et du groupe II

5.5.1 Les orifices et cloisons doivent être situés de telle sorte que soit assuré un balayage efficace.

Les zones sans balayage peuvent être éliminées par un placement approprié de l'admission et de l'évacuation de l'alimentation en gaz de protection, et en tenant compte de l'effet des cloisons.

Pour les gaz ou vapeurs plus lourds que l'air, il convient que l'admission du gaz de protection soit à proximité du haut de l'enveloppe à surpression interne, l'évacuation se trouvant à proximité du bas de l'enveloppe.

Pour les gaz ou vapeurs plus légers que l'air, il convient que l'admission du gaz de protection soit à proximité du bas de l'enveloppe, l'évacuation se trouvant à proximité du haut de l'enveloppe.

Disposer les admissions et les évacuations sur les côtés opposés de l'enveloppe favorise la ventilation transversale.

Il convient que les cloisons internes (par exemple, des cartes de circuit) soient situées de sorte que le débit de gaz de protection ne soit pas obstrué. L'utilisation d'un tuyau distributeur ou de séparateurs peut également améliorer le débit autour des obstructions.

Il convient que le nombre d'orifices soit choisi en tenant compte de la conception du matériel, en prenant particulièrement en considération le balayage des sous-compartiments qui peuvent subdiviser le matériel.

5.5.2 Des compartiments internes doivent être mis en communication avec l'enveloppe principale ou soumis au balayage séparément.

Les orifices ayant une surface de ventilation d'au moins 1 cm^2 pour $1\,000 \text{ cm}^3$, et un diamètre de ventilation d'au moins 6,3 mm sont généralement suffisants pour un balayage adéquat.

5.5.3 Les tubes cathodiques (CRT) et autres dispositifs hermétiques n'exigent pas de balayage.

5.5.4 Les composants de volume interne libre de moins de 20 cm^3 ne sont pas considérés comme étant des compartiments internes nécessitant un balayage tant que le volume total de l'ensemble de tels composants ne dépasse pas 1 % du volume interne libre du matériel à surpression interne.

NOTE 1 Le chiffre de 1 % est basé sur 25 % de la limite inférieure d'explosivité (LIE) de l'hydrogène; voir A.2.

Des composants électriques considérés comme étant étanches, tels que des transistors, des microcircuits, des condensateurs, etc., ne sont pas à inclure dans le calcul du volume total de composants.

5.6 Orifices pour l'application de la surpression interne statique

L'enveloppe doit comporter un ou plusieurs orifices. Après remplissage et application de la surpression interne, tous les orifices doivent être fermés.

5.7 Matériaux isolants pour le matériel du groupe I

Les matériaux isolants soumis aux contraintes électriques susceptibles de créer des arcs dans l'air et provenant de courants de valeurs assignées de plus de 16 A (dans du matériel de

contact tel que des coupe-circuits, des contacteurs et des isolateurs) doivent posséder au moins une des propriétés suivantes:

- un indice de résistance au cheminement comparatif égal ou supérieur à l'IRC 400 M, conformément à l'IEC 60112;
- un dispositif approprié pour détecter une possible décomposition du matériau isolant à l'intérieur de l'enveloppe, conduisant à une situation dangereuse et qui déconnecte automatiquement l'alimentation électrique de l'enveloppe côté réseau. La présence et le bon fonctionnement de ce dispositif doivent être vérifiés;
- des lignes de fuite entre conducteurs sous tension qui satisfont à celles montrées pour la tension équivalente du groupe III de matériels (IRC) de degré de pollution 3 de l'IEC 60664-1.

5.8 Obturation

Tous les raccordements de câbles et conduits à des enveloppes à surpression interne doivent être étanches pour maintenir les caractéristiques assignées IP de l'enveloppe, ou, s'ils ne sont pas étanches, ils doivent être considérés comme faisant partie de l'enveloppe.

5.9 Barrières contre les étincelles et les particules

L'enveloppe à surpression interne et, le cas échéant, les canalisations pour le gaz de protection doivent être munies d'une barrière contre les étincelles et les particules pour empêcher les projections de particules incandescentes dans la zone dangereuse.

On doit partir du principe que des particules incandescentes sont normalement présentes, sauf si les contacts travail/repos fonctionnent à moins de 10 A et si la tension de service ne dépasse pas soit 275 V c.a., soit 60 V c.c. et si les contacts possèdent un couvercle.

Les enveloppes dans lesquelles il n'y a normalement pas de production de particules incandescentes ne nécessitent pas de mise en place de barrière contre les étincelles et les particules sur un orifice d'évacuation normalement fermé débouchant sur une zone nécessitant un niveau de protection du matériel (EPL) Gb ou Mb.

Les enveloppes dans lesquelles il n'y a normalement pas de production de particules incandescentes ne nécessitent pas la mise en place de barrière contre les étincelles et les particules sur un orifice débouchant sur une zone nécessitant un niveau de protection du matériel (EPL) Gc.

Si le fabricant ne fournit pas les barrières contre les étincelles et les particules, le numéro de certificat doit comporter le suffixe "X", conformément aux exigences relatives au marquage de l'IEC 60079-0, et les conditions particulières d'utilisation énumérées sur le certificat doivent donner toutes les informations nécessaires à l'utilisateur pour lui permettre de se conformer aux exigences de la présente Norme.

5.10 Éléments de batterie et piles

L'Annexe G donne les exigences relatives aux niveaux de protection "pxb" et "pyb". L'Annexe H donne les exigences relatives au niveau de protection "pzc".

6 Limites de température

6.1 Généralités

Le matériel doit être classé suivant les exigences relatives au classement des températures de l'IEC 60079-0. Le classement des températures doit être déterminé conformément à 6.2 et 6.3.

6.2 Pour le niveau de protection "pxb" ou le niveau de protection "pyb"

Le classement des températures doit être basé sur la plus élevée des températures suivantes:

- a) la surface externe la plus chaude de l'enveloppe; ou
- b) la surface interne la plus chaude des composants.

Exception: Un composant intérieur peut se situer au-delà du classement des températures marquées dans les cas suivants:

- i) il satisfait aux exigences pour "petit composant" de l'IEC 60079-0, ou
- ii) l'enveloppe à surpression interne est de niveau de protection "pxb" et satisfait aux exigences relatives aux durées d'ouverture de l'IEC 60079-0. On doit prendre des mesures appropriées pour empêcher, en cas de disparition de la surpression interne, toute atmosphère explosive gazeuse pouvant exister d'entrer en contact avec la surface chaude du composant avant que celle-ci n'ait suffisamment refroidi pour être revenue à une température inférieure à la valeur maximale autorisée.

On peut le réaliser par la conception et la construction des joints de l'enveloppe à surpression interne et des canalisations ou par d'autres moyens, par exemple, par la mise en marche de systèmes de ventilation auxiliaires ou en prenant des dispositions pour que la surface chaude dans l'enveloppe à surpression interne soit dans un boîtier étanche au gaz ou encapsulé.

Pour le niveau de protection "pyb", les parties chaudes susceptibles de provoquer une inflammation pendant un fonctionnement normal ne sont pas admises à l'intérieur de l'enveloppe.

6.3 Pour le niveau de protection "pzc"

Le classement des températures doit être basé sur la surface extérieure la plus chaude de l'enveloppe.

En déterminant le classement des températures, il convient de prendre en compte tout matériel interne avec sa propre protection contre les explosions qui peut rester sous tension lorsque le système de pressurisation est déconnecté.

7 Dispositions de sécurité et dispositifs de sécurité (sauf pour la surpression interne statique)

7.1 Adéquation des dispositifs de sécurité pour zone dangereuse

Tous les dispositifs de sécurité utilisés pour réduire le matériel électrique protégé par la surpression interne de provoquer une inflammation doivent eux-mêmes ne pas être en mesure de provoquer une inflammation (voir 7.15) ou doivent être installés à l'extérieur de la zone dangereuse.

7.2 Intégrité des dispositifs de sécurité

Les dispositifs de sécurité requis par la présente Norme (voir Tableau 3) sont des parties liées à la sécurité d'un système de commande. La sécurité et l'intégrité du système de commande doivent être compatibles avec

- pour le niveau de protection "pxb" ou le niveau de protection "pyb", une évaluation de défaut simple;
- pour le niveau de protection "pzc", un fonctionnement normal.

NOTE Concernant l'évaluation unique des défauts, la série IEC 61511 ou toute autre norme similaire peut être utilisée.

Disposer un verrouillage électrique sur les moteurs ou les commandes de ventilateur n'est pas suffisant pour signaler la défaillance de la surpression interne, car certaines défaillances telles qu'une courroie de ventilateur qui dérape, un ventilateur qui n'est pas bien maintenu sur son axe ou un ventilateur tournant dans le mauvais sens peuvent ne pas être signalées par ce dispositif.

Tableau 3 – Dispositifs de sécurité en fonction du niveau de protection

Critères de conception	Niveau de protection "pxb"	Niveau de protection "pyb"	Niveau de protection "pzc"
Dispositif de sécurité de détection de la perte de surpression minimale	Capteur de pression; voir 7.11	Capteur de pression; voir 7.11	Indicateur ou capteur de pression; voir 7.11 d)
Dispositif(s) de sécurité de vérification de la période de balayage pour les Groupes I et II	Dispositif temporel, capteur de pression, et capteur de débit à l'évacuation, voir 7.7	Temps et débit marqués; voir 7.8 c)	Temps et débit marqués; voir 7.8 c)
Dispositif de sécurité pour une porte ou un couvercle qui ne peut s'enlever qu'avec un outil	Mise en garde; voir 6.2 b)	Aucune exigence (parties internes chaudes non autorisées)	Aucune exigence
Dispositif de sécurité pour une porte ou un couvercle qui peut s'enlever sans outil	Verrouillage; voir 7.14 (parties internes chaudes non autorisées)	Aucune exigence (parties internes chaudes non autorisées)	Aucune exigence
Dispositif de sécurité pour parties internes chaudes lorsqu'il existe un système de confinement (voir Article 15)	Alarme et débit d'arrêt de substance inflammable	Ne s'applique pas pour le niveau de protection puisque les parties internes chaudes ne sont pas autorisées	Alarme (dégagement normal non autorisé)

7.3 Fournisseur de dispositifs de sécurité

Les dispositifs de sécurité doivent être fournis par le fabricant du matériel ou par l'utilisateur. Si le fabricant ne fournit pas les dispositifs de sécurité, le numéro de certificat doit comporter le suffixe "X", conformément aux exigences relatives au marquage de l'IEC 60079-0, et les conditions particulières d'utilisation énumérées sur le certificat doivent donner toutes les informations nécessaires à l'utilisateur pour lui permettre de se conformer aux exigences de la présente Norme.

7.4 Système de pressurisation évalué en tant que matériel associé

7.4.1 Systèmes de pressurisation pour niveau de protection "pzc"

Le système de pressurisation doit comprendre au minimum: un moyen pour contrôler la surpression minimale (par exemple, un régulateur) et un moyen pour vérifier la surpression minimale (par exemple, un indicateur), le tout en conformité avec 7.11.

Si un orifice est présent, il doit disposer d'une barrière contre les étincelles et les particules.

Si un régulateur est présent et que celui-ci est d'un type tel qu'un mode de défaillance unique applique la totalité de la pression d'entrée à la sortie du régulateur, un moyen (par exemple, un orifice d'évacuation) doit être mis en place pour limiter la pression interne d'une enveloppe à une valeur définie. Cette valeur est à indiquer dans les instructions et à établir par essai ou par calcul. Si plusieurs régulateurs ou orifices d'évacuation sont installés en tant qu'options, on doit déterminer la valeur correspondant à chaque ensemble d'options régulateur/orifice d'évacuation disponibles.

Le système de pressurisation doit être soumis à essai pour que l'on puisse en vérifier le bon fonctionnement.

7.4.2 Systèmes de pressurisation pour niveau de protection "pyb"

Le système de pressurisation doit comprendre: un moyen pour contrôler la surpression minimale (par exemple, un régulateur), un moyen pour vérifier la surpression minimale (par exemple, un capteur de pression) et un dispositif de sécurité automatique, le tout en conformité avec 7.11.

Si un régulateur est présent et que celui-ci est d'un type tel qu'un mode de défaillance unique applique la totalité de la pression d'entrée à la sortie du régulateur, un moyen (par exemple, un orifice d'évacuation) doit être mis en place pour limiter la pression interne d'une enveloppe à une valeur définie. Cette valeur est à indiquer dans les instructions et à établir par essai ou par calcul. Si plusieurs régulateurs ou orifices d'évacuation sont installés en tant qu'options, on doit déterminer la valeur correspondant à chaque ensemble d'options régulateur/orifice d'évacuation disponibles.

Le système de pressurisation doit être soumis à essai pour que l'on puisse en vérifier le bon fonctionnement.

7.4.3 Systèmes de pressurisation pour niveau de protection "pxb"

Le système de pressurisation doit comprendre: un moyen pour contrôler la surpression minimale (par exemple, un régulateur), un moyen pour vérifier la surpression minimale (par exemple, un capteur de pression) et un dispositif de sécurité automatique, le tout en conformité avec 7.11, et un système de commande automatique contenant un capteur de débit conforme à 7.7.

Si un régulateur est présent et que celui-ci est d'un type tel qu'un mode de défaillance unique applique la totalité de la pression d'entrée à la sortie du régulateur, un moyen (par exemple, un orifice d'évacuation) doit être mis en place pour limiter la pression interne d'une enveloppe à une valeur définie. Cette valeur est à indiquer dans les instructions et à établir par essai ou par calcul. Si plusieurs régulateurs ou orifices d'évacuation sont installés en tant qu'options, on doit déterminer la valeur correspondant à chaque ensemble d'options régulateur/orifice d'évacuation disponibles.

Le système de pressurisation doit être soumis à essai pour que l'on puisse en vérifier le bon fonctionnement, y compris celui du système de commande automatique.

7.5 Diagramme séquentiel pour le niveau de protection "pxb"

Pour les systèmes de pressurisation de niveau de protection "pxb", un diagramme séquentiel fonctionnel doit être fourni par le fabricant, par exemple, une table de vérité, un diagramme d'états, un organigramme, etc., afin de définir l'action du système de commande. Le diagramme séquentiel doit clairement identifier et montrer les états opérationnels des dispositifs de sécurité et les actions qui s'ensuivent. Des essais fonctionnels doivent être exigés pour vérifier la conformité au diagramme. Ces essais nécessitent d'être exécutés dans des conditions atmosphériques normales, seulement sauf spécification contraire de la part du fabricant.

NOTE Un exemple de l'information à fournir par le fabricant est proposé à l'Annexe B.

7.6 Caractéristiques assignées des dispositifs de sécurité

Le fabricant doit spécifier les niveaux d'action minimaux et maximaux et les tolérances des dispositifs de sécurité. Les dispositifs de sécurité doivent être utilisés dans les limites des caractéristiques assignées, spécifiées par le fabricant.

7.7 Balayage automatisé du groupe I et du groupe II pour le niveau de protection "pxb"

Un système de commande automatique contenant des dispositifs de sécurité doit être fourni pour mettre sous tension le matériel électrique présent dans une enveloppe à surpression interne seulement après que le balayage a été effectué.

La séquence des opérations du système de commande doit être la suivante:

- a) à la suite du lancement de la séquence, le débit de balayage dans l'enveloppe à surpression interne et la surpression minimale dans celle-ci doivent être contrôlés conformément à la présente Norme;
- b) lorsque le débit minimal de gaz de protection est établi et que la surpression se situe dans les limites spécifiées, le chronomètre du balayage peut démarrer;
- c) après expiration du temps, le matériel électrique est alors prêt à être mis sous tension;
- d) dans l'éventualité d'une défaillance à n'importe quelle étape de la séquence, le circuit doit être réinitialisé tel qu'il était au départ.

7.8 Groupe I ou groupe II – Critères de balayage

Le fabricant doit spécifier les conditions requises pour un balayage approprié après qu'une enveloppe a été ouverte ou que la surpression est tombée au-dessous du minimum spécifié par le fabricant.

- a) Pour le niveau de protection "pxb" ou le niveau de protection "pyb", le fabricant doit spécifier le débit de balayage minimal et le temps minimal pour satisfaire à l'essai de 16.4 ou 16.5, selon le cas. Pour les matériels autres que les machines tournantes et les matériels possédant des géométries complexes, le débit de balayage minimal et le temps minimal peuvent être fondés sur un balayage de cinq fois le volume de l'enveloppe s'il est déterminé qu'un tel balayage est approprié sans essai. .
- b) Pour le niveau de protection "pzc", pour les matériels autres que les machines tournantes et les matériels possédant des géométries complexes, le fabricant doit spécifier le débit de balayage minimal et le temps minimal garantissant que l'enveloppe à surpression interne est balayée par une quantité de gaz de protection équivalente à cinq fois le volume de l'enveloppe. La quantité de gaz de protection peut être réduite, si l'essai de 16.4 ou 16.5, selon le cas, démontre l'efficacité du balayage.

L'essai de balayage pour les machines tournantes et pour les matériels à géométries complexes peut être omis si le temps de balayage est basé sur des essais réalisés avec des enveloppes similaires ou comparables.

- c) le débit de balayage doit être contrôlé à l'évacuation de l'enveloppe à surpression interne. Pour le niveau de protection "pxb", le débit réel doit être contrôlé. Pour le niveau de protection "pyb" ou le niveau de protection "pzc", le débit peut être déduit, par exemple, de la pression de l'enveloppe et d'un orifice défini à l'échappement. Pour le niveau de protection "pyb" ou le niveau de protection "pzc", une étiquette d'instruction doit être fournie pour permettre le balayage de l'enveloppe à surpression interne avant la mise sous tension du matériel électrique. L'étiquette doit comporter ce qui suit ou une formulation similaire:

AVERTISSEMENT – À LA SUITE D'UNE OUVERTURE, LA MISE SOUS TENSION NE DOIT PAS ÊTRE EFFECTUÉE AVANT QUE L'ENVELOPPE N'AIT ÉTÉ BALAYÉE PENDANT ____ MINUTES SOUS UN DÉBIT DE ____.

NOTE Il incombe à l'utilisateur de déterminer l'espace libre des canalisations associées ne faisant pas partie du matériel et d'établir le temps de balayage complémentaire pour le débit minimal donné.

7.9 Groupe III – Nettoyage

Un avertissement, indiquant que la poussière combustible présente à l'intérieur doit être éliminée avant la mise en route de l'alimentation électrique, doit être apposé sur le matériel. Le marquage doit comporter ce qui suit ou une formulation similaire:

AVERTISSEMENT – À LA SUITE D'UNE OUVERTURE, LA MISE SOUS TENSION NE DOIT PAS ÊTRE EFFECTUÉE AVANT QUE LES ACCUMULATIONS DE POUSSIÈRE COMBUSTIBLE N'AIENT ÉTÉ ÉLIMINÉES DE L'ENVELOPPE.

7.10 Exigences lorsqu'un débit minimal est requis

Lorsqu'un débit minimal de gaz de protection est spécifié par le fabricant (par exemple, si le matériel intérieur développe des températures plus chaudes que les caractéristiques assignées de classement des températures marquées), on doit prévoir un ou plusieurs dispositifs de sécurité automatiques s'actionnant lorsque le débit de gaz de protection à l'évacuation chute en dessous de la valeur spécifiée minimale.

7.11 Dispositifs de sécurité pour détecter la surpression minimale

Un ou plusieurs dispositifs de sécurité automatiques doivent être mis en place et s'actionner lorsque la surpression de l'enveloppe à surpression interne tombe au-dessous de la valeur minimale spécifiée par le fabricant.

- a) le signal reçu par le capteur du dispositif de sécurité automatique doit provenir directement de l'enveloppe à surpression interne;
- b) aucune vanne ne doit être autorisée entre le capteur du dispositif de sécurité automatique et l'enveloppe à surpression interne;
- c) il doit être possible de vérifier le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité. Leur emplacement et leur réglage doivent prendre en compte les exigences de 7.12;

NOTE Il incombe normalement à l'utilisateur de définir l'objet pour lequel les dispositifs de sécurité automatiques sont prévus (c'est-à-dire mise hors tension, déclenchement d'une alarme sonore ou tout autre moyen pour assurer la sécurité de l'installation).

- d) Pour le niveau de protection "pzc", les conditions suivantes doivent être respectées si l'enveloppe à surpression interne est équipée d'un indicateur au lieu d'un dispositif de sécurité automatique:
 - 1) l'alimentation en gaz de protection doit être équipée d'une alarme se déclenchant si l'alimentation en gaz de protection ne maintient pas la pression minimale dans l'enveloppe à surpression interne;
 - 2) il ne doit exister aucun dispositif entre l'enveloppe à surpression interne et l'alarme de l'alimentation en gaz de protection autre qu'une vanne d'isolation et/ou un mécanisme de commande de la pression ou du débit;
 - 3) toute vanne d'isolation doit
 - porter le marquage suivant

AVERTISSEMENT – VANNE D'ALIMENTATION EN GAZ DE PROTECTION – SUIVRE LES INSTRUCTIONS AVANT LA FERMETURE

- pouvoir être scellée ou fixée en position ouverte;
- préciser l'information "ouvert" ou "fermé";
- être immédiatement adjacente à l'enveloppe à surpression interne;
- être utilisée seulement au cours de l'entretien de l'enveloppe à surpression interne.

NOTE Cette vanne est destinée à rester ouverte, sauf si l'on sait que la zone est dépourvue d'atmosphère explosive gazeuse ou si le matériel présent dans l'enveloppe à surpression interne a été mis hors tension et a refroidi.

- 4) tout mécanisme de commande de la pression ou du débit, s'il est réglable, doit nécessiter un outil pour qu'il puisse fonctionner;
- 5) aucun filtre ne doit être installé entre l'enveloppe à surpression interne et l'alarme du système de gaz de protection;
- 6) l'indicateur doit être situé de façon à permettre une visualisation aisée;
- 7) l'indicateur doit préciser la pression de l'enveloppe;

- 8) le point de détection pour l'indicateur doit être situé de manière à prendre en compte les conditions de service les plus défavorables;
- 9) l'exclusion de 5.1 des enveloppes non métalliques et des parties non métalliques des enveloppes n'a pas été appliquée;
- 10) aucune vanne d'isolation ne doit être installée entre l'indicateur et l'enveloppe à surpression interne.

Pour tout débitmètre utilisé pour indiquer à la fois la pression de l'enveloppe et le débit de balayage, il convient normalement qu'il soit situé sur l'évacuation.

Un débitmètre utilisé seulement pour indiquer la pression peut être situé normalement n'importe où sur l'enveloppe, sauf à l'arrivée.

NOTE Seulement dans des circonstances exceptionnelles, un débitmètre situé à l'arrivée peut indiquer la pression dans l'enveloppe ou le débit au travers de l'enveloppe.

7.12 Valeur de surpression minimale

Une surpression minimale de 50 Pa pour le niveau de protection "pxb" ou le niveau de protection "pyb", et de 25 Pa pour le niveau de protection "pzc", doit être maintenue par rapport à la pression extérieure en tout point, à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne et de ses canalisations associées, là où pourraient se produire des fuites.

Le fabricant doit spécifier la surpression normale minimale et maximale en service, la surpression maximale durant le balayage et le taux de fuite maximal à la surpression normale maximale.

Il convient d'envisager l'application d'un matériel à surpression interne ayant un circuit de refroidissement intégré dans lequel la circulation est assistée par un ventilateur interne (par exemple, des moteurs), dans la mesure où l'effet de ces ventilateurs peut être de produire une dépression dans des parties du cuvelage, avec pour risque la pénétration de gaz ou de poussière si la surpression interne disparaît (voir Figure C.3).

La distribution de la pression dans différents systèmes et canalisations est illustrée dans les Figures C.1 à C.4.

Il convient que l'installation des canalisations associées et du compresseur ou du ventilateur n'introduise aucun danger. Les exigences de base pour l'installation des systèmes de canalisation sont données à l'Annexe D.

7.13 Mise en surpression d'enveloppes multiples

Lorsqu'une source de gaz de protection est commune à un certain nombre d'enveloppes à surpression interne séparées, le ou les dispositifs de sécurité peuvent être communs à plusieurs de celles-ci, à condition que le résultat du contrôle prenne en compte la configuration la plus défavorable du groupe d'enveloppes. Lorsqu'un dispositif de sécurité commun est monté, l'ouverture d'une porte ou d'un couvercle peut ne pas nécessiter la mise hors tension de tout le matériel électrique des enveloppes à surpression interne ni le déclenchement de l'alarme, à condition que les trois conditions suivantes soient remplies:

- a) pour le niveau de protection "pxb", l'ouverture de la porte ou du couvercle doit être précédée par la mise hors tension du matériel électrique dans l'enveloppe à surpression interne concernée, sauf si l'autorisation en est donnée en 7.15;
- b) le dispositif de sécurité commun continue de contrôler la surpression et, si nécessaire, le débit dans toutes les autres enveloppes à surpression interne du groupe; et
- c) la remise sous tension du matériel électrique de l'enveloppe à surpression interne concernée est précédée par l'opération de balayage spécifiée en 7.7.

7.14 Dispositifs de sécurité pour portes et couvercles

Pour le niveau de protection "pxb", les portes et couvercles qui peuvent être ouverts sans outil ni clé doivent être verrouillés de manière que l'alimentation électrique du matériel électrique non identifié en 7.15 soit interrompue automatiquement lorsqu'on les ouvre et de manière que l'on ne puisse rétablir l'alimentation avant qu'ils ne soient refermés. Les exigences de 7.7 doivent également s'appliquer.

7.15 Matériel qui peut rester sous tension

Pour les enveloppes à surpression interne du groupe I ou du groupe II, le matériel électrique qui peut rester sous tension lorsque le niveau de protection "pxb" ou le niveau de protection "pyb" n'est pas en service doit être protégé par le niveau de protection du matériel (EPL) Ma ou Mb pour le groupe I et le niveau de protection du matériel (EPL) Ga ou Gb pour le groupe II.

Pour les enveloppes à surpression interne du groupe II, le matériel électrique qui peut rester sous tension lorsque le niveau de protection "pzc" n'est pas en service doit être protégé par le niveau de protection du matériel (EPL) Ga, Gb ou Gc.

Pour les enveloppes à surpression interne du groupe III, le matériel électrique qui peut rester sous tension lorsque le niveau de protection "pxb" n'est pas en service doit être protégé par le niveau de protection du matériel (EPL) Da ou Db.

Pour les enveloppes à surpression interne du groupe III, le matériel électrique qui peut rester sous tension lorsque le niveau de protection "pzc" n'est pas en service doit être protégé par le niveau de protection du matériel (EPL) Da, Db ou Dc.

7.16 Matériel autorisé dans le niveau de protection "pyb"

Le matériel électrique situé à l'intérieur d'une enveloppe à surpression de niveau de protection "pyb" doit être protégé par le niveau de protection du matériel (EPL) Ga, Gb ou Gc pour le groupe II.

Le matériel électrique situé à l'intérieur d'une enveloppe à surpression de niveau de protection "pyb" doit être protégé par le niveau de protection du matériel (EPL) Da, Db ou Dc pour le groupe III.

8 Dispositions de sécurité et dispositifs de sécurité pour surpression interne statique

8.1 Adéquation des dispositifs de sécurité pour zone dangereuse

Tous les dispositifs de sécurité utilisés pour éviter que des matériels électriques protégés par surpression interne statique ne soient une cause d'explosion, ne doivent pas eux-mêmes être en mesure de provoquer une explosion et, si le dispositif de sécurité fonctionne électriquement, il doit être protégé par l'un des modes de protection reconnus dans l'IEC 60079-0 adapté à cette application ou bien il doit être monté à l'extérieur de la zone dangereuse.

8.2 Gaz de protection

Le gaz de protection doit être inerte.

8.3 Sources internes de dégagement

Il ne doit pas y avoir de sources internes de dégagement.

8.4 Procédure de remplissage du groupe I et du groupe II

Les instructions doivent spécifier que l'enveloppe à surpression interne doit être remplie d'un gaz inerte dans un emplacement connu pour être non dangereux, en suivant la procédure spécifiée par le fabricant.

8.5 Procédure de remplissage du groupe III

Les instructions doivent spécifier que l'enveloppe à surpression interne doit être nettoyée, si nécessaire, pour s'assurer de l'absence d'accumulation dangereuse de poussière combustible à l'intérieur de l'enveloppe. Les instructions doivent spécifier qu'une fois le nettoyage effectué, l'enveloppe à surpression interne doit être remplie d'un gaz inerte dans un emplacement connu pour être non dangereux, en suivant la procédure spécifiée par le fabricant.

8.6 Dispositifs de sécurité

Deux dispositifs de sécurité automatiques pour le niveau de protection "pxb" ou le niveau de protection "pyb" ou un dispositif de sécurité automatique pour le niveau de protection "pzc" doivent être prévus pour fonctionner lorsque la surpression descend au-dessous de la valeur minimale spécifiée par le fabricant. Il doit être possible de vérifier le fonctionnement correct des dispositifs lorsque le matériel est en service. Les dispositifs de sécurité automatiques ne doivent pouvoir être réarmés qu'au moyen d'un outil ou d'une clé.

NOTE Il incombe normalement à l'utilisateur de définir l'objectif pour lequel les dispositifs de sécurité automatiques sont utilisés (c'est-à-dire la mise hors tension ou le déclenchement d'une alarme sonore ou tout autre moyen pour assurer la sécurité de l'installation).

8.7 Matériel qui peut rester sous tension

Le matériel électrique contenu dans l'enveloppe à surpression interne qui peut être mis sous tension lorsque le mode de protection "p" n'est pas en service doit présenter l'un des niveaux de protection du matériel (EPL) indiqués en 7.15.

8.8 Surpression

Le niveau minimal de surpression doit être supérieur à la perte maximale de pression en service normal mesurée pendant une période au moins égale à 100 fois le temps nécessaire pour le refroidissement des composants sous enveloppe, conformément aux exigences relatives aux durées d'ouverture de l'IEC 60079-0, avec un minimum de 1 h. Le niveau minimal de surpression ne doit pas être à moins de 50 Pa au-dessus de la pression extérieure dans les conditions les plus défavorables spécifiées pour le service normal.

9 Alimentation en gaz de protection

9.1 Alimentation de secours

Si une alimentation de secours en gaz de protection est nécessaire en cas de défaut de l'alimentation principale, chaque alimentation doit être capable de maintenir, de façon indépendante, le niveau de pression ou le débit d'alimentation requis pour le gaz de protection. Les deux sources peuvent partager les mêmes tuyaux ou les mêmes canalisations.

NOTE Une alimentation de secours peut être recommandée s'il est nécessaire de maintenir le fonctionnement du matériel électrique.

9.2 Alimentations indépendantes

Lorsque l'enveloppe d'un produit susceptible de provoquer une inflammation est protégée par une enveloppe à surpression interne de niveau de protection "pzc", et que cette enveloppe

est ensuite installée dans une enveloppe à surpression interne de niveau de protection "pyb", les alimentations en gaz de protection doivent être indépendantes.

9.3 Type de gaz

Le gaz de protection doit être ininflammable.

Les instructions doivent spécifier le gaz de protection et toute variante autorisée. Lorsque le gaz de protection spécifié n'est pas de l'air d'une qualité de mesure normale ou de l'azote, il convient que le gaz de protection, en raison de ses caractéristiques chimiques ou des impuretés qu'il peut contenir, ne réduise pas l'efficacité du mode de protection "p", ni n'affecte défavorablement le bon fonctionnement et l'intégrité des matériels inclus.

Lorsqu'un gaz inerte est utilisé, il existe un risque d'asphyxie. C'est pourquoi un avertissement doit figurer sur l'enveloppe (voir 18.9). Il convient de s'assurer de fournir un moyen approprié de balayer l'enveloppe afin d'éliminer le gaz inerte avant l'ouverture des portes ou des couvercles.

9.4 Température

La température du gaz de protection ne doit normalement pas dépasser 40 °C à l'entrée de l'enveloppe. Dans des circonstances spéciales, une température plus élevée peut être admise, ou une température plus basse peut être requise; dans ce cas, la température doit être marquée sur l'enveloppe.

10 Matériels à surpression interne avec une source interne de dégagement

Les conditions de dégagement, les exigences de conception des systèmes de confinement, les techniques appropriées de pressurisation, les restrictions sur les matériels susceptibles de provoquer une inflammation et les surfaces chaudes internes sont données dans les Articles 11 à 15.

11 Conditions de dégagement

11.1 Pas de dégagement

11.1.1 Il n'y a pas de dégagement interne à considérer lorsque le système de confinement est infaillible; voir 12.2.

11.1.2 On estime qu'aucun dégagement interne n'est présent lorsque les substances inflammables à l'intérieur du système de confinement sont en phase gazeuse ou vapeur lors du fonctionnement dans les limites de températures spécifiées et que

- a) le mélange gazeux dans le système de confinement est toujours inférieur à la LIE; ou
- b) la pression minimale spécifiée pour l'enveloppe à surpression interne est supérieure d'au moins 50 Pa à la pression maximale spécifiée pour le système de confinement, et un dispositif de sécurité automatique est mis en place et s'actionne si la différence de pression descend au-dessous de 50 Pa.

NOTE Il incombe normalement à l'utilisateur de définir l'objet pour lequel on utilise le signal émis par le dispositif de sécurité automatique (c'est-à-dire la mise hors tension, le déclenchement d'une alarme sonore ou tout autre moyen pour maintenir la sécurité de l'installation).

Le numéro de certificat doit comporter le suffixe "X", conformément aux exigences relatives au marquage de l'IEC 60079-0, et les conditions particulières d'utilisation énumérées sur le certificat doivent donner toutes les informations nécessaires à l'utilisateur pour lui permettre une utilisation sûre.

11.2 Dégagement limité de gaz ou vapeur

La quantité de substance inflammable dégagée dans l'enveloppe à surpression interne doit être prévisible dans toutes les conditions de défaut du système de confinement; voir 12.3. Pour les besoins de la présente Norme, le dégagement d'un gaz liquéfié est considéré comme un dégagement de gaz.

11.3 Dégagement limité de liquide

La quantité de substance inflammable dégagée dans l'enveloppe à surpression interne est limitée de la même façon qu'en 11.2, mais la conversion du liquide en vapeur inflammable n'est pas prévisible. On doit tenir compte de l'accumulation éventuelle de liquide à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne, et de ses conséquences.

Si l'oxygène peut se dégager du liquide, le débit maximal d'oxygène doit être estimé; voir 13.2.2.

12 Exigences de conception pour le système de confinement

12.1 Exigences générales de conception

La conception et la construction du système de confinement, qui déterminent si une fuite est susceptible de se produire, doivent être basées sur les conditions de service les plus défavorables spécifiées par le fabricant.

Le système de confinement doit, soit être infaillible, soit avoir un dégagement limité en cas de défaut. Si la substance inflammable est un liquide, il ne doit y avoir aucun dégagement normal (voir Annexe E), et le gaz de protection doit être inerte.

NOTE Il est nécessaire que le gaz soit inerte pour empêcher que le dégagement de vapeurs ne dépasse les capacités du gaz de protection de dilution.

Le fabricant doit spécifier la pression maximale d'arrivée pour le système de confinement.

Des précisions quant à la conception et la construction du système de confinement, aux modes et conditions de fonctionnement de la substance inflammable qu'il peut contenir et aux quantités de dégagement prévues en des emplacements donnés doivent être fournies par le fabricant, afin que le système de confinement puisse être classé comme un système de confinement infaillible (12.2) ou un système de confinement à dégagement limité (12.3).

12.2 Système de confinement infaillible

Un système de confinement infaillible doit être constitué de tubes, tuyaux ou récipients métalliques, en céramique ou en verre n'ayant aucune liaison mobile. Les liaisons doivent être réalisées par soudage, brasure, par scellement de verre au métal ou par alliages eutectiques¹).

Les alliages de soudure à basse température tels que les composés plomb/étain ne sont pas admis.

Il convient que le fabricant examine attentivement les possibilités qu'un système de confinement potentiellement fragile soit endommagé du fait de conditions de fonctionnement défavorables. Il convient que les instructions fournissent des lignes directrices pour la réduction du risque de dommage pour les conditions de fonctionnement défavorables faisant

¹ Méthode consistant à relier au moins deux composants, généralement métalliques, en employant un système d'alliage binaire ou ternaire qui se solidifie à une température constante qui est plus faible qu'au début de la solidification de n'importe lequel des composants que l'on relie.

l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur, telles que les vibrations, les chocs thermiques et les opérations de maintenance exécutées lorsque les portes ou couvercles d'accès de l'enveloppe à surpression interne sont ouverts.

12.3 Système de confinement à dégagement limité

La conception d'un système de confinement à dégagement limité doit être telle que le taux de dégagement de la substance inflammable soit prévisible dans toutes les conditions de défaut du système de confinement. La quantité de substance inflammable dégagée dans l'enveloppe à surpression interne comprend la quantité de substance inflammable dans le système de confinement et le débit de la substance inflammable provenant du procédé et entrant dans le système de confinement. Le débit doit être limité à un taux prévisible par des dispositifs limiteurs de débit appropriés, installés à l'extérieur de l'enveloppe à surpression interne.

Cependant, si cette partie du système de confinement, du point d'entrée dans l'enveloppe à surpression interne jusqu'à l'entrée du limiteur de débit inclus, est conforme à 12.2, le limiteur de débit peut être installé à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne. Dans ce cas, le limiteur de débit doit être fixé de manière permanente et ne doit pas posséder de partie mobile.

Le débit provenant du procédé et entrant dans le système de confinement ne nécessite pas d'être limité si le taux de dégagement maximal provenant du système de confinement dans l'enveloppe à surpression interne peut être estimé. Il est possible de remplir cette condition lorsque

- a) le système de confinement comprend des parties reliées qui satisfont individuellement aux exigences de 12.2 et que les liaisons entre les parties sont construites de telle manière que le taux de dégagement maximal puisse être estimé et que les liaisons soient fixées de façon permanente; ou
- b) le système de confinement comprend des orifices ou des buses pour les besoins du dégagement en fonctionnement normal (par exemple, des flammes), mais satisfait par ailleurs aux exigences de 12.2.

Si le limiteur de débit ne fait pas partie du matériel, le numéro de certificat doit comporter le suffixe "X", conformément aux exigences relatives au marquage de l'IEC 60079-0, et les conditions particulières d'utilisation énumérées sur le certificat doivent donner toutes les informations nécessaires à l'utilisateur pour lui permettre de se conformer aux exigences de la présente Norme, y compris la pression maximale et le débit maximal de la substance inflammable dans le système de confinement.

Les enveloppes à surpression interne contenant une flamme doivent être évaluées de la même façon que si la flamme était éteinte. La quantité maximale de mélange air/combustible qui alimente la flamme doit être ajoutée à la quantité de dégagement du système de confinement.

L'utilisation de joints élastomères, de fenêtres et autres parties non métalliques du système de confinement est autorisée. L'utilisation de tubes filetés, de joints de compression (par exemple, des raccords de compression métalliques) et de joints à bride est également autorisée.

13 Gaz de protection et techniques de pressurisation lorsqu'il existe une source interne de dégagement

13.1 Généralités

Le choix de gaz de protection dépend de la probabilité, de la quantité et des constituants du dégagement du système de confinement. Voir le Tableau 4 pour les gaz de protection autorisés.

Tableau 4 – Exigences du gaz de protection pour une enveloppe à surpression interne avec un système de confinement

Dégagement interne (voir Annexe E)				Dilution continue		Compensation de fuite	
Substance	Normal	Anormal	Annexe	LSI < 80 %	LSI > 80 %	LSI < 80 %	LSI > 80 %
Gaz ou liquide	Aucun	Aucun	E.2	Non applicable		Non applicable	
Gaz	Aucun	Limité	E.3	Air ou inerte	Air	Seulement inerte	<non>
Gaz	Limité	Limité	E.4	Air ou inerte	Air	<non>	<non>
Liquide	Aucun	Limité	E.3	Seulement inerte	<non>	Seulement inerte	<non>
Liquide	Limité	Limité	E.4	<non>	<non>	<non>	<non>

<non> signifie technique de surpression interne non acceptable.

La conception de l'enveloppe à surpression interne avec un système de confinement et un dégagement limité doit être telle qu'aucune atmosphère explosive gazeuse ne puisse se former à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne en présence d'une source d'inflammation potentielle, c'est-à-dire à l'extérieur de la zone de dilution. L'Annexe F donne des exemples de la façon dont les cloisons peuvent être utilisées pour faire en sorte que les sources d'inflammation potentielles soient à l'extérieur de la zone de dilution.

Lorsque le gaz inerte est utilisé en tant que gaz de protection, l'enveloppe à surpression interne doit porter un marquage conformément à 18.9.

Les techniques de surpression interne applicables dépendent de la condition de dégagement et des constituants du dégagement comme suit.

13.2 Surpression interne avec compensation de fuite

13.2.1 Pas de dégagement

Le gaz de protection doit être de l'air ou du gaz inerte.

13.2.2 Dégagement limité d'un gaz ou d'un liquide

Le gaz de protection doit être un gaz inerte.

La concentration en oxygène dans la substance inflammable ne doit pas excéder 2 % (V/V).

Il ne doit y avoir aucun dégagement normal (voir Annexe E) de la substance inflammable.

La LSI de la substance inflammable ne doit pas excéder 80 %.

NOTE Il est difficile ou impossible de protéger un matériel en utilisant la compensation de fuite avec un gaz inerte lorsque la substance inflammable peut réagir avec peu ou pas d'oxygène (c'est-à-dire si elle a une LSI supérieure à 80 %).

13.3 Surpression interne avec dilution

13.3.1 Généralités

Si la substance inflammable a une LSI supérieure à 80 %, ou si elle a une concentration en oxygène dépassant 2 % (V/V), ou s'il existe un dégagement normal (voir Annexe E) de la substance inflammable, on doit utiliser un débit continu pour la dilution de la substance inflammable.

13.3.2 Pas de dégagement

Le gaz de protection doit être de l'air ou du gaz inerte.

13.3.3 Dégagement limité de gaz ou vapeur

Le débit de gaz de protection après le balayage doit être suffisant, dans toutes les conditions de défaut de système de confinement, pour diluer le dégagement maximal à une source d'inflammation potentielle qui se trouve à l'extérieur de la zone de dilution, comme suit:

- lorsque le gaz de protection est de l'air, la substance inflammable dégagée doit être diluée selon une concentration n'excédant pas 25 % de la LII;
- lorsque le gaz de protection est inerte, tout oxygène dégagé doit être dilué à une concentration ne dépassant pas 2 % (V/V).

Lorsque la substance inflammable dégagée par le système de confinement a une LSI supérieure à 80 %, de l'air doit être utilisé pour diluer tout dégagement à une concentration ne dépassant pas 25 % de la LII.

NOTE La dilution nécessite d'être à 25 % de la LII lorsque la substance inflammable est capable de réagir avec peu ou pas d'oxygène du tout, c'est-à-dire si elle a une LSI supérieure à 80 %.

13.3.4 Dégagement limité de liquide

Le gaz de protection doit être inerte et les dispositions de 13.3.3 b) doivent être satisfaites. Il ne doit y avoir aucun dégagement normal (voir Annexe E) de la substance inflammable.

14 Matériel susceptible de provoquer une inflammation

Le matériel électrique situé dans la zone de dilution doit être protégé par un niveau de protection cité dans le Tableau 5. Font exception à cette exigence les flammes, igniteurs ou autres matériels similaires prévus pour allumer une flamme. La zone de dilution résultant de la flamme ne doit chevaucher aucune autre zone de dilution.

Tableau 5 – Niveaux de protection du matériel autorisés dans la zone de dilution sur la base du niveau de protection de l'enveloppe à surpression interne

Le dégagement interne est	Niveau de protection "pxb", Niveau de protection "pyb"	Niveau de protection "pzc"
anormal	Ga ou Gb	Ga, Gb ou Gc
normal	Ga	Ga

Généralement, il convient que toute source interne de dégagement soit proche de la sortie et que tout matériel susceptible de provoquer une inflammation soit proche de l'entrée du gaz de protection, pour permettre au gaz inflammable dégagé de suivre le parcours le plus court possible pour quitter l'enveloppe à surpression interne, sans passer près des matériels susceptibles de provoquer une inflammation.

NOTE L'utilisation d'une fermeture antidéflagrante peut être nécessaire pour éviter le retour dans l'installation d'une flamme produite par une source d'inflammation dans le système de confinement. De telles mesures ne sont pas couvertes par la présente Norme.

15 Surfaces internes chaudes

Un dispositif de sécurité automatique doit être prévu si l'enveloppe à surpression interne contient une quelconque surface dont la température dépasse la température d'inflammation de la substance inflammable potentiellement dégagée par le système de confinement.

L'action du dispositif de sécurité à la suite du fonctionnement du dispositif de sécurité spécifié en 11.1.2 b) est illustrée au Tableau 3.

De plus,

- a) si le gaz de protection est de l'air, le dégagement de la substance inflammable restant dans le système de confinement ne doit pas former une concentration supérieure à 50 % de la LII au voisinage de la ou des surfaces chaudes; ou
- b) si le gaz de protection est inerte, la conception et la construction des joints de l'enveloppe à surpression interne doivent empêcher que l'air externe et le gaz inerte interne (ou le gaz ou la vapeur inflammable interne) ne se mélangent fortement au cours de la période de refroidissement. L'entrée de l'air externe ne doit pas augmenter la concentration en oxygène à une valeur supérieure à 2 % (V/V).

L'enveloppe à surpression interne doit comporter un marquage d'avertissement:

AVERTISSEMENT – NE PAS OUVRIR LA PORTE OU LE COUVERCLE AVANT xxx MINUTES APRÈS LA MISE HORS TENSION

Sur ce marquage, xxx est remplacé par le nombre de minutes correspondant au délai d'attente exigé.

Ce délai doit être le plus long que les deux temps suivants: temps mis par la surface chaude pour se refroidir à une température inférieure à la température d'inflammation de la substance inflammable dégagée par le système de confinement, ou temps mis par la surface chaude pour se refroidir à une température inférieure à la classe de température de l'enveloppe à surpression interne.

16 Vérification et essais de type

16.1 Détermination de la valeur assignée de la surpression maximale

La valeur assignée de la surpression maximale de l'enveloppe est la pression interne de service la plus élevée atteinte en suivant les instructions du fabricant.

NOTE La surpression maximale se produit en général lorsque l'on balaye l'enveloppe.

La pression interne mesurée ne doit pas dépasser la pression interne assignée maximale de l'enveloppe, si cette valeur est spécifiée.

16.2 Essai de surpression maximale

Une surpression égale à la plus grande des deux valeurs suivantes, 1,5 fois la surpression maximale déterminée en 16.1 ou 200 Pa, doit être appliquée à l'enveloppe à surpression interne ainsi que, s'ils font partie intégrante de l'enveloppe, les canalisations associées et leurs raccords.

La pression d'essai doit être appliquée pendant une période de $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$.

L'essai est considéré satisfaisant si aucune déformation permanente, susceptible de remettre en cause le mode de protection, ne se produit.

16.3 Essai de fuite

16.3.1 Autre que pour la surpression interne statique

La pression dans l'enveloppe à surpression interne doit être réglée à la surpression maximale spécifiée par le fabricant pour un service normal. Le débit de fuite doit être mesuré à l'ouverture d'arrivée, l'ouverture d'évacuation étant fermée.

Les conditions normales de service ne comprennent pas la surpression nécessaire pour ouvrir un orifice de ventilation pour balayer l'enveloppe à un débit plus élevé.

Le débit mesuré ne doit pas être supérieur au débit de fuite maximal spécifié par le fabricant.

16.3.2 Surpression interne statique

La pression dans l'enveloppe à surpression interne doit être réglée à la surpression maximale pouvant se produire en service normal. L'ouverture ou les ouvertures étant fermées, la pression interne doit être contrôlée pendant une période de temps conforme à 8.8. La pression ne doit pas chuter au-dessous de la surpression minimale.

16.4 Essai de balayage pour les enveloppes à surpression interne sans source interne de dégagement et essai de procédure de remplissage pour la surpression interne statique

16.4.1 Généralités

Cet essai s'applique, que la compensation de fuite soit utilisée ou non (c'est-à-dire, débit continu).

16.4.2 Enveloppe à surpression interne dont le gaz de protection est de l'air

L'enveloppe à surpression interne doit être préparée pour l'essai comme décrit en Annexe A. L'enveloppe à surpression interne doit être remplie avec le gaz d'essai à une concentration supérieure ou égale à 70 % en n'importe quel point. Dès que l'enveloppe à surpression interne est remplie, l'alimentation en gaz d'essai doit être arrêtée et l'alimentation en air doit être établie au débit de balayage minimal spécifié par le fabricant. Le temps mis pour qu'il n'y ait plus de point d'échantillonnage avec une concentration de gaz d'essai supérieure à celle spécifiée en A.2 doit être mesuré et consigné comme temps de balayage.

Si un deuxième essai est requis, l'enveloppe à surpression interne doit être remplie avec un second gaz d'essai, représentant l'autre extrémité de la gamme de densités, à une concentration au moins égale à 70 % en tout point, et le temps de balayage pour le second essai doit être mesuré. La durée de balayage minimale spécifiée par le fabricant ne doit pas être inférieure au temps de balayage mesuré ou au plus long des deux temps de balayage mesurés lorsque deux essais sont effectués.

16.4.3 Enveloppe à surpression interne dont le gaz de protection est un gaz inerte

L'enveloppe à surpression interne doit être préparée pour l'essai comme décrit en Annexe A. L'enveloppe doit être remplie initialement avec de l'air à la pression atmosphérique normale. L'enveloppe doit ensuite être balayée avec le gaz inerte spécifié par le fabricant.

Le temps mis pour qu'il n'y ait plus de point d'échantillonnage avec une concentration en oxygène supérieure à celle spécifiée en A.3 doit être mesuré et consigné comme temps de balayage.

La durée de balayage minimale spécifiée par le fabricant ne doit pas être inférieure au temps de balayage mesuré.

16.4.4 Enveloppe à surpression interne dont le gaz de protection peut être, soit de l'air, soit un gaz inerte ayant une densité égale à celle de l'air ± 10 %

Lorsque l'air et le gaz inerte peuvent être utilisés comme variantes de gaz de protection avec le même temps de balayage, le temps de balayage doit être mesuré par la méthode spécifiée en 16.4.2.

16.4.5 Essai pour la procédure de remplissage d'une enveloppe à surpression interne protégée par surpression interne statique

Dans le cas de la surpression interne statique, l'enveloppe doit être remplie initialement avec de l'air à une pression atmosphérique normale. Le matériel doit ensuite être rempli avec un gaz inerte selon les spécifications du fabricant. On doit alors vérifier qu'il n'y a pas de point d'échantillonnage avec une concentration en oxygène supérieure à 1 % (V/V), par rapport aux conditions atmosphériques.

16.5 Essais de balayage et de dilution pour une enveloppe à surpression interne avec une source interne de dégagement

16.5.1 Gaz d'essai

Le choix du ou des gaz d'essai doit tenir compte à la fois des gaz extérieurs et des substances inflammables dégagées à l'intérieur.

16.5.2 Enveloppe à surpression interne lorsque la substance inflammable possède moins de 2 % (V/V) d'oxygène et que le gaz de protection est inerte

16.5.2.1 Essai de balayage

L'essai doit être effectué en utilisant la procédure d'essai spécifiée en 16.4.3. Le débit de balayage minimal ne doit pas être inférieur au taux de dégagement maximal produit par le système de confinement.

Le temps minimal de balayage spécifié par le fabricant ne doit pas être inférieur à 1,5 fois le temps de balayage mesuré.

Pour tenir compte de l'oxygène qui pourrait se dégager du système de confinement au cours du balayage, le temps de balayage confirmé par l'essai est augmenté de 50 %.

16.5.2.2 Essai de dilution

Un essai de dilution n'est pas exigé parce que la substance inflammable ne contient pas plus de 2 % (V/V) d'oxygène.

16.5.3 Enveloppe à surpression interne avec surpression interne par débit continu, système de confinement avec moins de 21 % (V/V) d'oxygène et dont le gaz de protection est un gaz inerte

16.5.3.1 Essai de balayage

L'enveloppe doit être remplie d'air. L'air doit également être injecté dans l'enveloppe au travers du système de confinement à un débit correspondant au taux de dégagement maximal, de manière à représenter les conditions les plus défavorables de dégagement, en prenant en compte la position, le nombre et la nature des dégagements et leur proximité avec des matériels susceptibles de provoquer une inflammation, c'est-à-dire à l'extérieur de la zone de dilution.

L'alimentation en gaz de protection doit être établie avec le débit minimal de balayage spécifié par le fabricant.

Le temps mis pour qu'il n'y ait plus de point d'échantillonnage avec une concentration en oxygène supérieure à celle spécifiée en A.3 doit être consigné comme temps de balayage mesuré.

La durée de balayage minimale spécifiée par le fabricant ne doit pas être inférieure au temps de balayage mesuré.

16.5.3.2 Essai de dilution

Immédiatement après l'essai de balayage spécifié en 16.5.3.1, l'alimentation en gaz de protection doit être réglée au débit minimal spécifié par le fabricant, le débit d'oxygène provenant du système de confinement étant maintenu à celui qui est spécifié en 16.5.3.1.

La concentration en oxygène mesurée pendant une période de temps d'au moins 30 min ne doit pas dépasser la concentration spécifiée en A.3.

Une quantité d'air contenant une quantité d'oxygène équivalente à celle qui se trouve dans le système de confinement doit alors être dégagée dans l'enveloppe à surpression interne du système de confinement avec un dégagement d'air en conformité avec 12.3.

Au cours de la période de dégagement, la concentration en oxygène au voisinage des matériels susceptibles de provoquer une inflammation, c'est-à-dire à l'extérieur de la zone de dilution, ne doit pas dépasser 1,5 fois la concentration en oxygène spécifiée en A.3 et doit, dans un temps inférieur ou égal à 30 min, être réduite à une valeur inférieure à la concentration spécifiée.

NOTE Cet essai est utilisé pour simuler un dégagement de masse équivalent à une défaillance catastrophique du système de confinement.

16.5.4 Enveloppe à surpression interne lorsque la substance inflammable n'est pas un liquide, surpression interne par débit continu et le gaz de protection est l'air

16.5.4.1 Essai de balayage

L'essai doit être effectué en utilisant la procédure d'essai spécifiée en 16.4.2.

De plus, pendant l'essai, le gaz d'essai doit être injecté dans l'enveloppe à surpression interne au travers du système de confinement, au taux de dégagement maximal, de manière à représenter les conditions de dégagement les plus défavorables, en prenant en compte la position, le nombre et la nature des dégagements et leur proximité avec des matériels susceptibles de provoquer une inflammation, c'est-à-dire à l'extérieur de la zone de dilution.

Le temps mis pour qu'il n'y ait plus de point d'échantillonnage avec une concentration en gaz d'essai supérieure à celle qui est spécifiée en A.2 doit être mesuré.

Si un deuxième essai est requis, l'essai doit être répété en utilisant le second gaz d'essai, et le temps de balayage doit être consigné comme temps de balayage mesuré.

La durée de balayage minimale spécifiée par le fabricant ne doit pas être inférieure au temps de balayage mesuré ou au plus long des deux temps de balayage mesurés lorsque deux essais sont effectués.

16.5.4.2 Essai de dilution

Immédiatement après l'essai de balayage spécifié en 16.5.4.1, l'alimentation en gaz de protection doit être réglée, si nécessaire, au débit minimal de dilution spécifié par le fabricant, le débit du gaz d'essai provenant du système de confinement étant maintenu à celui qui est spécifié en 16.5.3.1.

La concentration en gaz d'essai mesurée au cours d'une période de temps d'au moins 30 min ne doit pas dépasser celle spécifiée en A.2.

Une quantité de gaz d'essai équivalent au volume de gaz inflammable dans le système de confinement doit alors être dégagée dans l'enveloppe à surpression interne par le système de confinement avec un débit de gaz d'essai équivalent au dégagement maximal de gaz inflammable, conformément à 12.3.

Pendant la période de dégagement, la concentration d'un gaz d'essai au voisinage des matériels susceptibles de provoquer une inflammation, c'est-à-dire à l'extérieur de la zone de dilution, ne doit pas dépasser deux fois la valeur spécifiée en A.2 et doit, dans un temps inférieur ou égal à 30 min, être réduite à une valeur ne dépassant pas cette valeur spécifiée.

Si un second essai est exigé, on doit répéter l'essai en utilisant le second gaz d'essai.

NOTE Cet essai est utilisé pour simuler un dégagement de masse équivalent à une défaillance catastrophique du système de confinement.

16.6 Vérification de la surpression minimale

Un essai doit être effectué pour vérifier que le système de pressurisation est capable de fonctionner et de maintenir une surpression qui satisfait à 7.12 dans des conditions de service normal.

La pression dans l'enveloppe doit être mesurée aux points où la fuite est susceptible de se produire, et en particulier là où la pression la plus faible peut apparaître.

Le gaz de protection doit être introduit dans l'enveloppe à surpression interne à la surpression minimale et, si nécessaire, au débit minimal spécifié par le fabricant.

Pour les machines électriques tournantes, les essais doivent être effectués avec la machine à l'arrêt et en fonctionnement à sa vitesse assignée maximale.

16.7 Essais pour un système de confinement infaillible

16.7.1 Essai de surpression

Une pression d'essai d'au moins 5 fois la pression de service maximale spécifiée pour un service normal, avec un minimum de 1 000 Pa, doit être appliquée au système de confinement pendant une période de $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$. Le système de confinement doit être soumis à l'essai dans les conditions de température assignée les plus défavorables.

Il convient que l'augmentation de la pression d'essai soit telle que la pression maximale soit atteinte en 5 s.

L'essai est considéré satisfaisant si aucune déformation permanente ne se produit et si l'essai spécifié en 16.7.2 est satisfaisant.

16.7.2 Essai d'infailibilité

Le système de confinement doit être rincé et mis en surpression interne avec de l'hélium pur (95,0 % V/V ou supérieur), à une pression égale à la pression de service maximale du système de confinement. Un détecteur de fuite d'hélium doit être utilisé pour vérifier la présence de fuites éventuelles. L'essai est considéré satisfaisant si le détecteur de fuite n'indique aucune fuite.

NOTE Le détecteur indique une fuite si la valeur lue est supérieure à la valeur lue du local ambiant.

16.8 Essai de surpression pour un système de confinement avec dégagement limité

NOTE Cet essai est effectué sur un système de confinement qui a un dégagement limité pendant un service normal.

Une pression d'essai d'au moins 1,5 fois la surpression interne maximale spécifiée pour un service normal, avec un minimum de 200 Pa, doit être appliquée au système de confinement et maintenue pendant une durée de $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$. L'essai est considéré satisfaisant si aucune déformation permanente ne se produit.

17 Essais individuels de série

17.1 Essai fonctionnel

Le fonctionnement des dispositifs de sécurité fournis avec les enveloppes à surpression interne doit être vérifié.

17.2 Essai de fuite

La fuite du gaz de protection doit être soumise à l'essai, comme cela est spécifié en 16.3.

17.3 Essais pour un système de confinement infaillible

Un système de confinement infaillible doit être soumis à l'essai, comme cela est spécifié en 16.7. Toutefois, pour les systèmes liquides, il est approprié de vérifier la présence éventuelle de fuites de liquide durant l'essai de surpression plutôt que pendant l'essai de fuite d'hélium.

17.4 Essai pour un système de confinement avec dégagement limité

Le système de confinement doit être soumis à l'essai, comme cela est spécifié en 16.8.

18 Marquage

18.1 Généralités

Outre les exigences de l'IEC 60079-0, le marquage doit comprendre ce qui suit. Lorsque des marquages d'avertissement sont exigés par la présente Norme, le texte qui suit le mot "AVERTISSEMENT" peut être remplacé par un texte techniquement équivalent. Plusieurs avertissements peuvent être regroupés en un seul avertissement équivalent.

18.2 Identification de la présence d'une surpression interne

L'enveloppe à surpression interne doit porter un marquage "AVERTISSEMENT – ENVELOPPE À SURPRESSION INTERNE".

18.3 Marquage supplémentaire

Les informations supplémentaires suivantes doivent aussi être marquées, si elles sont applicables:

- a) le niveau de protection, "pxb", "pyb" ou "pzc", ou
- b) la quantité minimale de gaz de protection requise pour balayer l'enveloppe, spécifiée par
 - le débit de balayage minimal de gaz de protection; et
 - la durée de balayage minimale, et
 - la durée minimale supplémentaire de balayage par unité de volume de canalisation additionnelle (s'il y a lieu);

NOTE 1 Il incombe normalement à l'utilisateur de décider si la quantité de gaz de protection est à augmenter pour que le balayage des canalisations soit effectué correctement.

Pour le niveau de protection "pzc" et le niveau de protection "pyb", la pression minimale peut être utilisée à la place du débit si la pression est une indication positive du débit correct (voir 7.8 c).

- c) le type de gaz de protection, si ce n'est pas de l'air;
- d) les surpressions minimale et maximale;
- e) le débit minimal de gaz de protection;

- f) la pression d'alimentation minimale et maximale au système de pressurisation;
- g) le débit de fuite maximal provenant de l'enveloppe à surpression interne;
- h) une température spéciale ou une plage de températures spéciale pour le gaz de protection à l'entrée de l'enveloppe à surpression interne, si cela est spécifié par le fabricant;
- i) le ou les points auxquels la pression est à contrôler, sauf s'ils sont indiqués dans la documentation appropriée.

18.4 Source interne de dégagement

Les enveloppes à surpression interne avec un système de confinement doivent de plus être marquées comme suit, le cas échéant:

- a) la pression maximale d'arrivée pour le système de confinement;
- b) le débit maximal entrant dans le système de confinement;
- c) une restriction indiquant que la concentration en oxygène de la substance inflammable ne doit pas dépasser 2 %;
- d) une restriction indiquant que la LSI de la substance inflammable ne doit pas être supérieure à 80 %.

18.5 Surpression interne statique

Les enveloppes à surpression interne protégées par surpression interne statique doivent être marquées comme suit:

AVERTISSEMENT – CETTE ENVELOPPE EST PROTÉGÉE PAR UNE SURPRESSION INTERNE STATIQUE.

CETTE ENVELOPPE DOIT ÊTRE REMPLIE UNIQUEMENT DANS UN EMPLACEMENT NON DANGEREUX CONFORMÉMENT AUX INSTRUCTIONS DU FABRICANT

18.6 Systèmes de pressurisation

Un système de pressurisation, objet d'une certification séparée, est marqué comme matériel associé de pressurisation.

Lorsqu'un système de pressurisation, objet d'une certification séparée, est marqué pour installation dans une zone dangereuse, le symbole "[p]" doit être inclus dans le "marquage Ex". Lorsqu'un système de pressurisation, objet d'une certification séparée, est marqué pour installation uniquement dans une zone non dangereuse, le "marquage Ex" doit être "[Ex p]".

NOTE Les marquages "[p]" et "[Ex p]" ne figurent pas dans l'IEC 60079-0, édition 6 ou antérieure.

18.7 Avertissements exigés par d'autres articles

Tableau 6 – Texte des marquages d'avertissement

Article ou paragraphe	Avertissement recommandé (un texte similaire est autorisé)
5.3.6	AVERTISSEMENT – NE PAS OUVRIR SI UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE EST PRÉSENTE
7.8 c)	AVERTISSEMENT – À LA SUITE D'UNE OUVERTURE, LA MISE SOUS TENSION NE DOIT PAS ÊTRE EFFECTUÉE AVANT QUE L'ENVELOPPE N'AIT ÉTÉ BALAYÉE PENDANT ____ MINUTES SOUS UN DÉBIT DE ____
7.9	AVERTISSEMENT – À LA SUITE D'UNE OUVERTURE, LA MISE SOUS TENSION NE DOIT PAS ÊTRE EFFECTUÉE AVANT QUE LES ACCUMULATIONS DE POUSSIÈRE COMBUSTIBLE N'AIENT ÉTÉ ÉLIMINÉES DANS L'ENVELOPPE.
7.11 d)	AVERTISSEMENT – VANNE D'ALIMENTATION EN GAZ DE PROTECTION – SUIVRE LES INSTRUCTIONS AVANT LA FERMETURE
15	AVERTISSEMENT – NE PAS OUVRIR LES PORTES OU COUVERCLES AVANT xxx MINUTES APRÈS LA MISE SOUS TENSION
G.7.1	AVERTISSEMENT – PRÉSENCE DE BATTERIES À L'INTÉRIEUR DE CETTE ENVELOPPE. NE PAS OUVRIR SI UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE EST PRÉSENTE
G.7.2	AVERTISSEMENT – CETTE ENVELOPPE À SURPRESSION INTERNE CONTIENT UNE BATTERIE QUI RESTE CONNECTÉE APRÈS QUE L'ALIMENTATION EXTERNE A ÉTÉ ISOLÉE. IL CONVIENT DE RETIRER LA BATTERIE S'IL FAUT QUE L'ENVELOPPE RESTE SANS PROTECTION EX P PENDANT UNE DURÉE PROLONGÉE
G.7.3	AVERTISSEMENT – LES BATTERIES PRÉSENTES DANS CETTE ENVELOPPE À SURPRESSION INTERNE SONT À ENTREtenir PÉRIODIQUEMENT. VOIR INSTRUCTIONS
H.3.1	AVERTISSEMENT – PRÉSENCE DE BATTERIES À L'INTÉRIEUR DE CETTE ENVELOPPE. NE PAS OUVRIR SI UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE EST PRÉSENTE
H.3.2	AVERTISSEMENT – CETTE ENVELOPPE À SURPRESSION INTERNE CONTIENT UNE BATTERIE QUI RESTE CONNECTÉE APRÈS QUE L'ALIMENTATION EXTERNE A ÉTÉ ISOLÉE. IL CONVIENT DE RETIRER LA BATTERIE S'IL FAUT QUE L'ENVELOPPE RESTE SANS PROTECTION EX P PENDANT UNE DURÉE PROLONGÉE
H.3.3	AVERTISSEMENT – LES BATTERIES PRÉSENTES DANS CETTE ENVELOPPE À SURPRESSION INTERNE SONT À ENTREtenir PÉRIODIQUEMENT. VOIR INSTRUCTIONS

18.8 Surpression limitée par l'utilisateur

Si les instructions exigent de l'utilisateur qu'il limite la pression, la pression de service maximale doit être marquée sur l'enveloppe. Les instructions doivent contenir les exigences suivantes au choix:

- a) exigences pour l'utilisateur d'installer une alimentation en gaz de protection ne dépassant pas la pression de service maximale de l'enveloppe dans des conditions de défaut unique. Il convient que le défaut provoque lui-même son signalment. La protection peut être munie, soit d'un régulateur redondant, soit d'une vanne de délestage de pression externe capable de supporter le débit maximal; ou
- b) exigences pour l'utilisateur d'utiliser seulement un système de ventilateur, et non de l'air comprimé, pour l'alimentation en gaz de protection.

La conformité est vérifiée par examen des instructions et des marquages.

18.9 Gaz inerte

Les enveloppes à surpression interne utilisant le gaz inerte comme gaz de protection doivent être marquées comme suit:

AVERTISSEMENT – CETTE ENVELOPPE CONTIENT UN GAZ INERTE ET PEUT CONSTITUER UN DANGER D'ASPHYXIE. CETTE ENVELOPPE CONTIENT ÉGALEMENT UNE SUBSTANCE INFLAMMABLE QUI PEUT SE SITUER DANS DES LIMITES D'INFLAMMABILITÉ LORS D'UNE EXPOSITION À L'AIR.

19 Instructions

Outre les instructions requises par l'IEC 60079-0,

- le gaz de protection et toute variante autorisée doivent être spécifiés.
- les instructions relatives au matériel du groupe III doivent indiquer la nécessité d'éliminer la poussière combustible de la manière appropriée avant de rétablir l'alimentation.

NOTE Il incombe à l'utilisateur de déterminer en quoi consiste la manière appropriée d'éliminer la poussière combustible.

L'Annexe D fournit des recommandations concernant la surpression interne.

Annexe A (normative)

Essais de balayage et de dilution

A.1 Généralités

L'atmosphère interne de l'enveloppe à surpression interne doit être soumise à l'essai aux différents points où l'on estime que, très probablement, du gaz d'essai subsiste, et à proximité des matériels potentiellement susceptibles de provoquer une inflammation, c'est-à-dire à l'extérieur de la zone de dilution normale.

La concentration en gaz aux points d'essai doit être analysée ou mesurée pendant toute la période de l'essai ou des essais. Par exemple, l'enveloppe à surpression interne peut être équipée d'un certain nombre de petits tubes, l'extrémité ouverte de ceux-ci doit être située à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne en des points d'échantillonnage.

Si l'essai consiste à prélever des échantillons, il convient que les quantités prélevées n'aient pas d'influence significative sur l'essai.

Si nécessaire, on peut fermer les orifices de l'enveloppe à surpression interne pour permettre de remplir l'enveloppe à surpression interne avec le gaz d'essai spécifié, à condition de les rouvrir pour les essais de balayage et de dilution.

Si l'on utilise de l'air comme gaz de protection, la méthode d'essai doit être la suivante:

- lorsque cela est exigé pour des applications spécifiques, des essais peuvent être effectués pour des gaz et des vapeurs inflammables spécifiques. Dans ce cas, les gaz inflammables doivent être spécifiés, et les gaz d'essai choisis doivent avoir des densités dans les limites de ± 10 % des gaz les plus lourds et les plus légers spécifiés;
- si un seul gaz a été spécifié, un seul essai doit être effectué avec un gaz d'essai ayant une densité dans les limites de ± 10 % du gaz spécifié;
- si tous les gaz inflammables sont à couvrir, deux essais doivent être effectués. Le premier essai à effectuer doit couvrir des gaz plus légers que l'air, avec comme gaz d'essai l'hélium. Le second essai à effectuer doit couvrir des gaz plus lourds que l'air, avec comme gaz d'essai l'argon ou le dioxyde de carbone.

Il convient que les gaz d'essai soient ininflammables et non toxiques.

A.2 Critère de conformité lorsque le gaz de protection est de l'air

La concentration en gaz d'essai aux points d'échantillonnage après balayage et dilution applicable, ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

- une valeur équivalente à 25 % de la LII la plus défavorable si des essais ont été effectués pour des gaz inflammables spécifiques;
- une valeur équivalente à 25 % de la LII si un seul gaz spécifique inflammable est couvert;
- 1 % pour l'essai à l'hélium et 0,25 % pour l'essai à l'argon ou au dioxyde de carbone si tous les gaz inflammables sont couverts.

NOTE Ces valeurs correspondent respectivement à approximativement 25 % de la LII pour les gaz inflammables légers et lourds.

A.3 Critère de conformité si le gaz de protection est inerte

Lorsque le gaz de protection est inerte, la concentration en oxygène après balayage et dilution applicable ne doit pas dépasser 2 % (V/V).

Annexe B
(informative)

Exemples de diagramme séquentiel fonctionnel

Le Tableau B.1 donne un exemple des informations à fournir par le fabricant pour un système de commande simple destiné à une enveloppe à surpression interne avec compensation de fuite.

Tableau B.1 – Table de vérité d'un système
de commande de balayage pour compensation de fuite

S0	S1	S2	S3	MOP	XOP	PFLO	PTIM
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1	0	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	1	1	0	1	1

La Figure B.1 démontre un diagramme d'états d'un système de commande de balayage pour compensation de fuite.

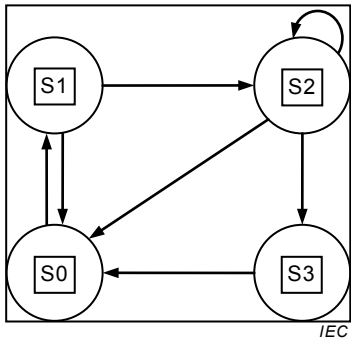


Figure B.1 – Diagramme d'états d'un système
de commande de balayage pour compensation de fuite

DÉFINITIONS LOGIQUES DE LA COMPENSATION DE FUITE

Surpression maximale en excès = [XOP]

Surpression > 50 Pa (25 Pa pour niveau de protection "pzc") = [MOP]

Débit de balayage > minimal = [PFLO]

Temps de balayage incomplet = $\overline{[PTIM]}$

Temps de balayage complet = [PTIM]

État initial = S0

[MOP] & $\overline{[XOP]}$ & $\overline{[PFLO]}$ & $\overline{[PTIM]}$ = S1 Conditions minimales pour démarrer le balayage

[MOP] & $\overline{[XOP]}$ & [PFLO] & $\overline{[PTIM]}$ = S2 Balayage

[MOP] & $\overline{[XOP]}$ & [PTIM] = S3 Balayage achevé, alimentation établie

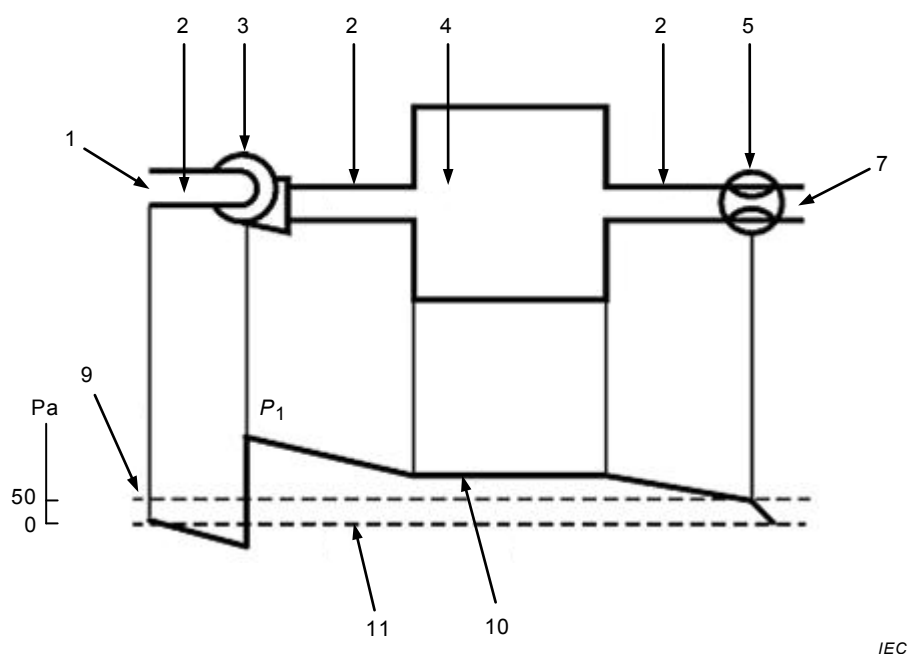
Chaque état du système est défini par sa réponse aux entrées des dispositifs de contrôle. Les états sont uniques. Les transitions entre les états sont autorisées uniquement le long des trajets définis par les flèches et dans le sens des flèches. Les conditions logiques pour l'occupation de chaque état sont définies de manière unique par des expressions logiques booléennes. Toutes les combinaisons possibles des conditions d'entrée sont indiquées dans le tableau. D'autres systèmes avec davantage de dispositifs de contrôle peuvent être décrits par cette méthode, mais chaque état de fonctionnement est défini de manière unique par ses entrées.

Annexe C (informative)

Exemples de variations de pression dans les canalisations et les enveloppes

Les Figures C.1 à C.4 montrent des exemples de variations de pression dans les canalisations et les enveloppes.

NOTE Les figures qui suivent présentent des exemples dans lesquels la surpression est assurée par un ventilateur. A cet égard, cependant, d'autres moyens peuvent être utilisés, par exemple, en utilisant de l'air provenant de bouteilles d'air comprimé, de compresseurs, etc. Dans ces cas, il y aurait différentes chutes de pression jusqu'à l'entrée de l'enveloppe.



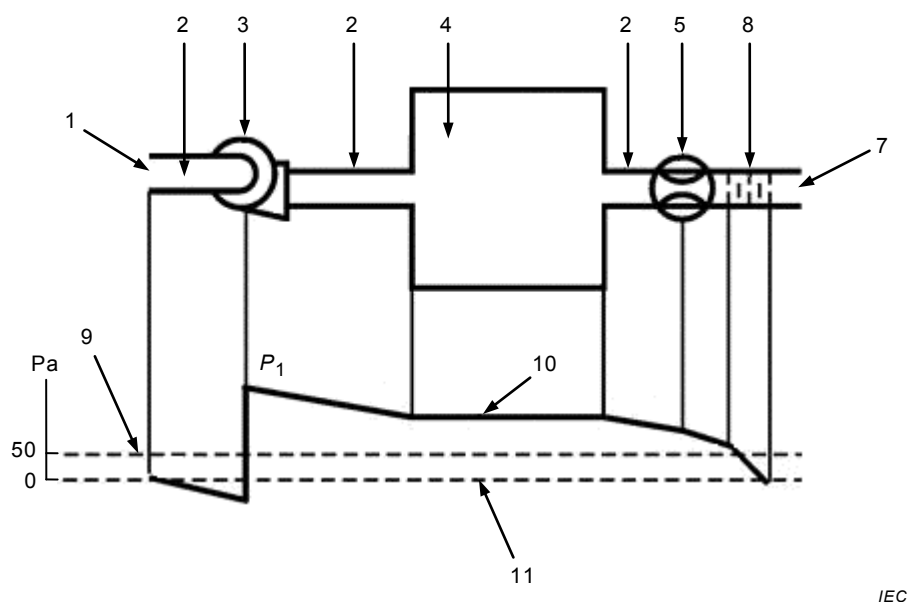
IEC

Légende

P_1 Pression du gaz de protection (déterminée par la résistance au débit traversant les canalisations, les pièces situées à l'intérieur de l'enveloppe et, dans certains cas, un étrangleur)

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1 Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux) | 7 Sortie du gaz de protection |
| 2 Canalisation | 8 (Pas utilisé dans ce schéma) |
| 3 Ventilateur | 9 Surpression |
| 4 Enveloppe | 10 Pression interne |
| 5 Étrangleur (s'il est exigé pour maintenir la surpression) | 11 Pression externe |
| 6 (Pas utilisé dans ce schéma) | |

**Figure C.1 a) – Sortie de gaz de protection
sans barrière contre les étincelles et les particules**



IEC

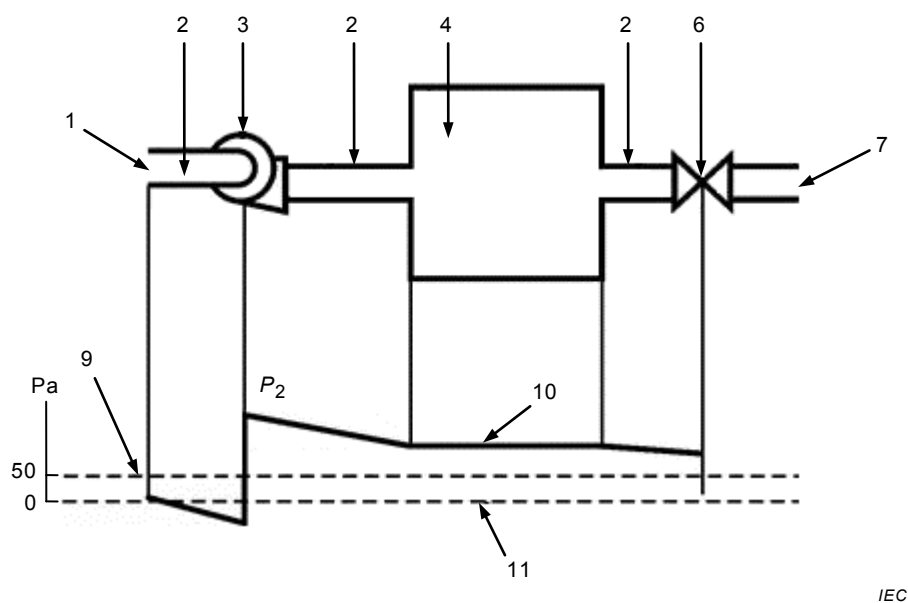
Légende

P_1 Pression du gaz de protection (déterminée par la résistance au débit traversant les canalisations, les pièces situées à l'intérieur de l'enveloppe et, dans certains cas, un étrangleur et une barrière contre les étincelles et les particules)

- | | |
|--|--|
| 1 Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux) | 7 Sortie du gaz de protection |
| 2 Canalisation | 8 Barrière contre les étincelles et les particules |
| 3 Ventilateur | 9 Surpression |
| 4 Enveloppe | 10 Pression interne |
| 5 Étrangleur (s'il est exigé pour maintenir la surpression) | 11 Pression externe |
| 6 (Pas utilisé dans ce schéma) | |

Figure C.1 b) – Sortie de gaz de protection avec une barrière contre les étincelles et les particules

Figure C.1 – Sortie de gaz de protection



Légende

P_2 Pression du gaz de protection (quasi constante)

1 Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux)

2 Canalisations

3 Ventilateur

4 Enveloppe

5 (Pas utilisé dans ce schéma)

6 Vanne de sortie

7 Sortie du gaz de protection

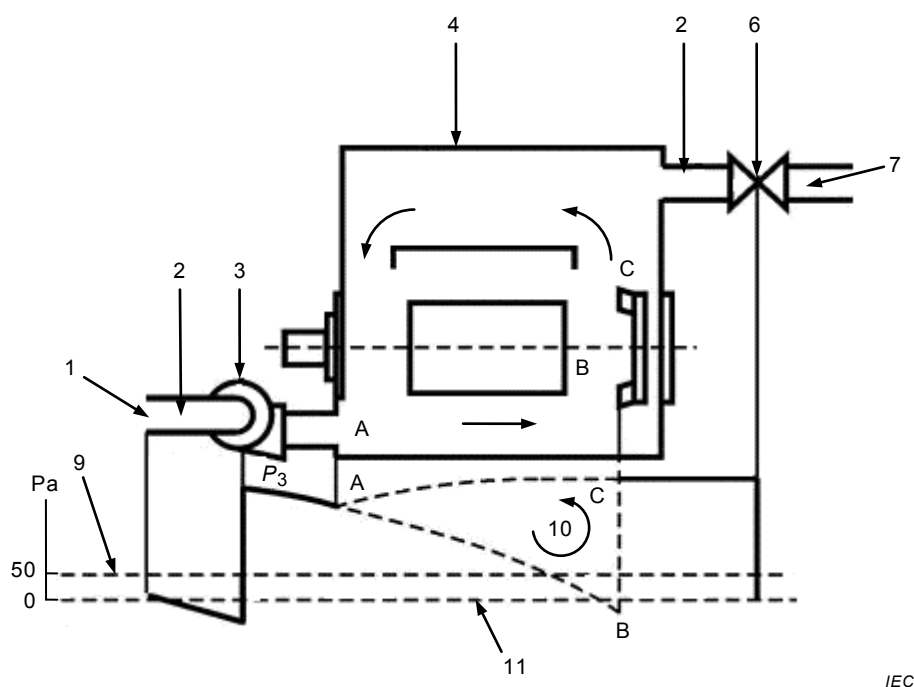
8 (Pas utilisé dans ce schéma)

9 Surpression

10 Pression interne

11 Pression externe

Figure C.2 – Enveloppes à surpression interne avec compensation de fuite, enveloppes sans parties mobiles



Légende

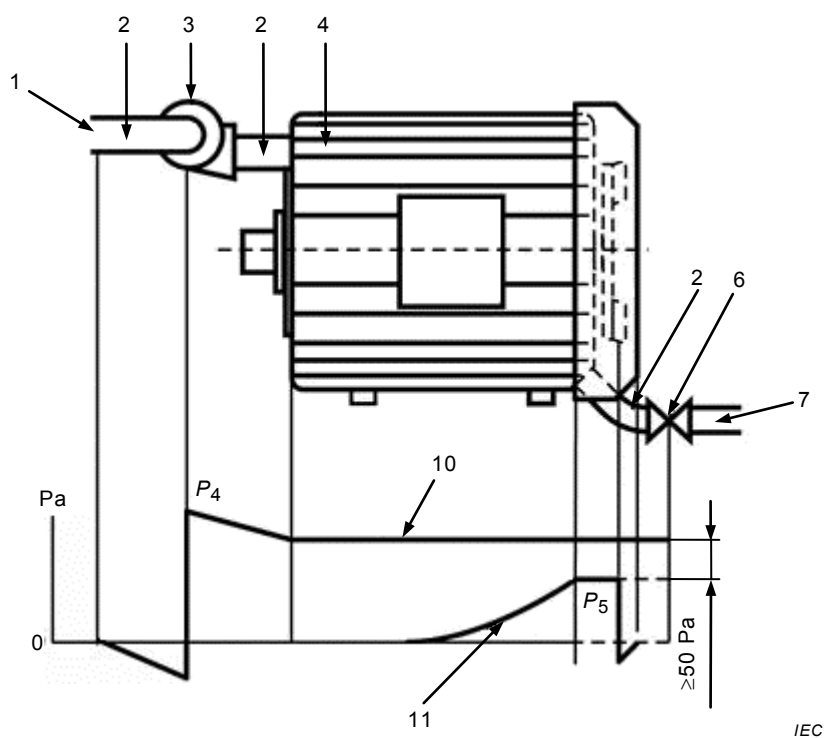
P_3 Pression du gaz de protection (déterminée par la résistance au débit des parties internes, et influencée entre A, B, et C par le ventilateur interne de refroidissement)

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1 Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux) | 7 Sortie du gaz de protection |
| 2 Canalisations | 8 (Pas utilisé dans ce schéma) |
| 3 Ventilateur | 9 Surpression |
| 4 Enveloppe | 10 Pression interne |
| 5 (Pas utilisé dans ce schéma) | 11 Pression externe |
| 6 Vanne de sortie | |

Figure C.3 – Enveloppes à surpression interne avec compensation de fuite, machine électrique tournante avec un ventilateur interne de refroidissement

La pression en tout point où une fuite peut se produire est supérieure au minimum de 50 Pa pour le niveau de protection "pxb".

Il convient de prendre les précautions nécessaires lors de l'application d'une surpression interne à des moteurs ayant un circuit de refroidissement intégré dans lequel la circulation est assistée par un ventilateur interne, dans la mesure où l'effet de ces ventilateurs peut être de produire une dépression dans des parties du cuvelage, avec pour risque la pénétration de l'atmosphère extérieure. Il convient de soumettre au fabricant du moteur toute proposition concernant la pressurisation d'un moteur à ventilation interne.



Légende

P_4 Pression du gaz de protection (déterminée par la résistance au débit des parties internes et par la plus grande valeur de pression de l'air extérieur)

P_5 Pression de l'air extérieur, causée par le ventilateur externe de refroidissement

1 Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux)

2 Canalisations

3 Ventilateur

4 Enveloppe

5 (Pas utilisé dans ce schéma)

6 Vanne de sortie

7 Sortie du gaz de protection

8 (Pas utilisé dans ce schéma)

9 (Pas utilisé dans ce schéma)

10 Pression interne

11 Pression externe

Figure C.4 – Enveloppe à surpression interne avec compensation de fuite, machine électrique tournante avec un ventilateur externe de refroidissement

Annexe D (informative)

Information à fournir à l'utilisateur

D.1 Généralités

Il est essentiel pour la sécurité que les informations sur les installations appropriées du système de pressurisation soient fournies à l'utilisateur.

Il convient que le fabricant aborde les questions spécifiques qui, le cas échéant, sont indiquées ci-après de D.2 à D.6 inclus.

D.2 Canalisations de gaz de protection

D.2.1 Emplacement de l'entrée

A l'exception des alimentations en gaz en bouteille et de certaines applications du groupe I, il convient que le point auquel le gaz de protection entre dans la ou les canalisations d'alimentation soit situé dans un emplacement non dangereux.

Il convient de prendre en considération le fait de réduire au maximum la migration de gaz inflammables ou de poussières combustibles de la zone dangereuse vers la zone non dangereuse en cas de perte de surpression.

Pour les applications du groupe I, lorsque les entrées du gaz de protection dans les canalisations d'alimentation sont situées dans un emplacement dangereux, il convient de prendre les précautions suivantes:

- a) si la concentration en grisou dépasse 10 % de la limite inférieure d'explosivité, il convient que deux détecteurs de grisou indépendants soient placés à la sortie du ventilateur ou du compresseur, chacun étant prévu pour mettre automatiquement hors tension l'enveloppe à surpression interne;
- b) il convient que le temps de réalisation de la mise hors service automatique ne soit pas supérieur à la moitié du temps de transit mis par le gaz de protection pour aller du point de détection à l'enveloppe à surpression interne;
- c) après une éventuelle mise hors tension automatique, il convient que l'enveloppe à surpression interne soit de nouveau balayée avant que l'alimentation électrique ne soit rétablie. Il convient que le temps de balayage ne débute pas tant que la concentration en grisou à la source de gaz de protection n'est pas descendue au-dessous de 10 % de la limite inférieure d'explosivité.

D.2.2 Canalisations entre l'enveloppe à surpression interne et l'entrée

Il convient normalement que les canalisations d'arrivée à un compresseur ne traversent aucun emplacement dangereux.

Si la ligne d'arrivée du compresseur traverse un emplacement dangereux, il convient qu'elle soit constituée de matériau non combustible et protégée contre les dommages mécaniques et la corrosion.

Il convient que des précautions appropriées soient prises pour s'assurer que les canalisations sont exemptes de fuites, dans le cas où la pression intérieure est inférieure à celle de l'atmosphère extérieure (voir Annexe C). Il convient d'envisager des mesures de protection complémentaires, par exemple, des détecteurs de gaz combustibles, pour s'assurer que les canalisations sont exemptes de concentrations inflammables de gaz ou de vapeur.

D.2.3 Sorties pour gaz de protection

Il convient que les canalisations pour l'évacuation du gaz de protection soient, de préférence, munies de sorties dans un emplacement qui, en dehors de la zone à proximité immédiate des sorties, soit un emplacement non dangereux, sauf si des barrières contre les particules et les étincelles ont été prévues par le fabricant ou ajoutées par l'utilisateur.

D.2.4 Temps de balayage additionnel pour prendre en compte les canalisations

Il convient que la durée du balayage soit augmentée du temps nécessaire pour balayer le volume libre des canalisations associées, qui ne font pas partie des matériels, d'au moins cinq fois leur volume au débit minimal spécifié par le fabricant.

D.2.5 Température du gaz de protection à l'entrée

Si nécessaire, il convient de prendre des mesures pour éviter la condensation ou le gel.

D.3 Puissance pour alimentation en gaz de protection

Il convient que la puissance électrique pour l'alimentation en gaz de protection de l'enveloppe à surpression interne (ventilateur, compresseur, etc.) soit fournie, soit par une source électrique séparée, soit par le côté alimentation d'un isolateur électrique (par exemple, un sectionneur).

D.4 Surpression interne statique

Si la surpression descend en dessous du minimum spécifié, il convient que l'enveloppe à surpression interne passe dans un emplacement non dangereux avant le remplissage.

D.5 Enveloppes avec système de confinement

Il convient que la pression maximale et le débit de la substance inflammable dans le système de confinement ne dépassent pas les valeurs assignées spécifiées par le fabricant.

Des précautions complémentaires peuvent être nécessaires si un mélange explosif peut se former à cause de la pénétration de l'air dans le système de confinement.

Il convient de prendre des précautions adéquates pour prévenir des conditions de fonctionnement défavorables pouvant endommager le système de confinement. Il convient que les documents descriptifs expliquent les conditions telles que les vibrations, les chocs thermiques et les opérations de maintenance, lorsque les portes ou couvercles d'accès de l'enveloppe à surpression interne sont ouverts.

Un commutateur de débit peut être exigé pour arrêter le débit de la substance inflammable, par exemple, si elle est susceptible d'être enflammée par une surface interne chaude, et si la pression interne positive est utilisée pour prévenir le dégagement provenant du système de confinement.

Des précautions complémentaires peuvent être nécessaires si un dégagement anormal peut affecter de façon défavorable le classement de la zone extérieure.

Il convient de prendre en compte la formation éventuelle d'un mélange inflammable à cause de la pénétration d'air dans le système de confinement et les précautions complémentaires résultantes qui peuvent s'imposer.

D.6 Surpression maximale de l'enveloppe

Il convient que l'utilisateur limite la pression, comme cela est spécifié par le fabricant.

Annexe E (normative)

Classement des types de dégagement à l'intérieur des enveloppes

E.1 Généralités

Les conséquences d'un dégagement de substances inflammables dans une enveloppe sont plus graves qu'un dégagement similaire à l'air libre. Une fuite de courte durée à l'intérieur d'une enveloppe accumule des substances inflammables qui restent dans l'enveloppe longtemps et même après l'arrêt de la fuite. De ce fait, il est nécessaire d'accorder une plus grande importance au "dégagement normal" et au "dégagement anormal" qu'à un dégagement à l'air libre.

Dans tous les cas, des dispositifs doivent être mis en place pour limiter l'écoulement de substances inflammables entre le système de confinement et l'enveloppe à surpression interne. Seuls sont autorisés des dégagements limités.

E.2 Aucun dégagement normal, aucun dégagement anormal

Le système de confinement satisfait aux exigences de conception de 12.2 et aux exigences d'essai de 16.6 pour le confinement infaillible.

E.3 Aucun dégagement normal, dégagement anormal limité

Un système de confinement qui ne satisfait pas aux exigences pour le confinement infaillible et comprend des tubes métalliques, des tuyaux ou des éléments tels que tubes Bourdon, soufflets ou spirales, avec des joints non soumis à la mise hors contact au cours de l'entretien de routine et réalisés par filetage, soudure, alliages eutectiques ou joints métalliques de compression, doit être considéré comme étant sans dégagement normal, mais avec dégagement anormal limité.

Les joints rotatifs ou glissants, les joints à bride, les joints élastomères et les tubes flexibles non métalliques ne satisfont pas à ce critère.

E.4 Dégagement normal limité

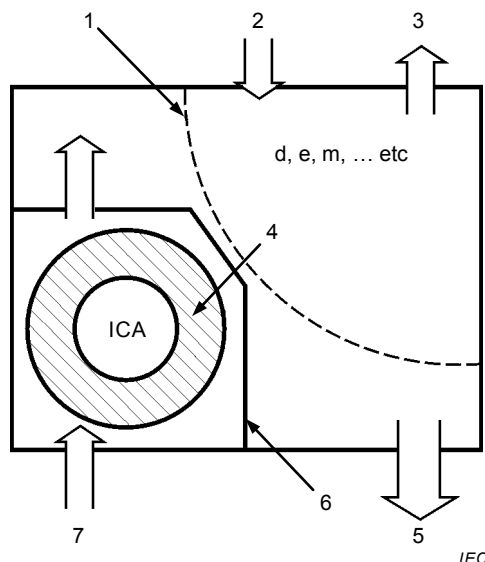
Les systèmes qui ne peuvent pas satisfaire aux exigences relatives à "aucun dégagement normal" doivent être considérés comme ayant un dégagement normal limité. Cela comprend des systèmes de confinement avec joints soumis à l'entretien de routine. Ces joints doivent être clairement identifiés.

Les systèmes de confinement dont la construction comprend des tubes non métalliques, des tuyaux ou des éléments tels que des tubes Bourdon, des soufflets, des diaphragmes, des spirales, des joints élastomères, des joints rotatifs ou glissants doivent être considérés comme une source de dégagement en service normal.

Les enveloppes utilisant une flamme en service normal doivent être évaluées avec la flamme éteinte. On doit supposer que l'extinction de la flamme est un événement normal et que le matériel doit être classé comme ayant un dégagement normal, à moins que des dispositifs soient installés pour arrêter le débit de gaz ou de vapeur inflammable automatiquement avec l'extinction de la flamme.

Annexe F (informative)

Exemples pour l'utilisation du concept de zone de dilution

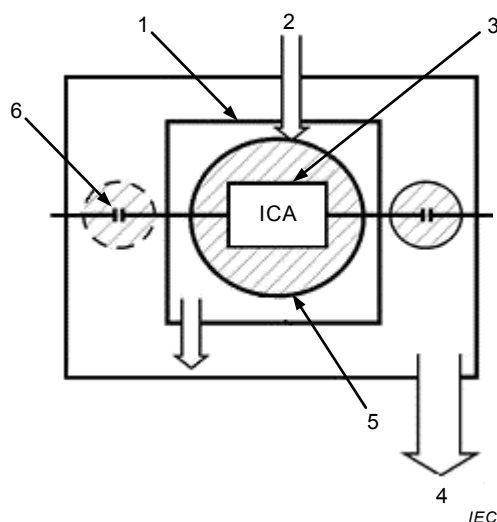


Légende

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1 Limite nominale de la zone de dilution | 5 Sortie du balayage |
| 2 Entrée du matériau inflammable | 6 Cloison pour enfermer l'ICE |
| 3 Sortie du matériau inflammable | 7 Entrée du balayage |
| 4 Zone des essais de dilution | |

Figure F.1 – Schéma présentant l'utilisation du concept de zone de dilution pour simplifier les exigences des essais de balayage et de dilution

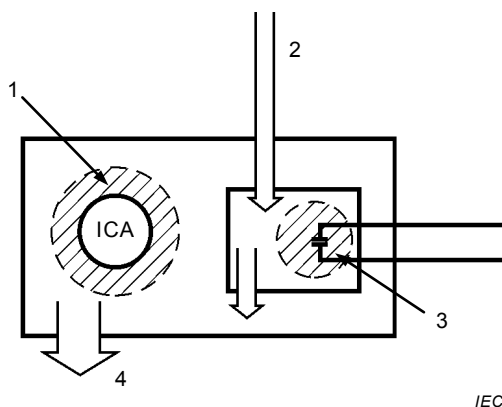
En enfermant un matériel susceptible de provoquer une inflammation (indiqué par le sigle ICA sur les Figures F.1 à F.3) dans une enveloppe intérieure ou en utilisant des cloisons, on peut démontrer au moyen d'un essai simple que l'ICE ne se situe pas à l'intérieur d'une zone de dilution. Il n'est pas nécessaire de déterminer l'étendue de la zone de dilution si l'on souhaite simplement déterminer que la zone de dilution ne s'étend pas à l'ICE.

**Légende**

- | | |
|--|---|
| 1 Cloison interne | 4 Sortie du balayage |
| 2 Entrée du balayage | 5 Emplacement de l'ICE |
| 3 Parties infaillibles du système de confinement | 6 Source potentielle de dégagement avec zone de dilution nominale |

Figure F.2 – Schéma présentant l'utilisation du concept de système de confinement infaillible pour simplifier les exigences relatives au balayage et à la dilution autour de l'ICE

Étant donné que les parties du système de confinement situées dans la cloison interne satisfont aux exigences pour le confinement infaillible, l'ICE (indiqué par le sigle ICA sur les Figures F.1 à F.3) ne peut pas se trouver à l'intérieur d'une zone de dilution.

**Légende**

- | | |
|---|---|
| 1 Zone des essais de dilution | 3 Source potentielle de dégagement avec zone de dilution nominale |
| 2 Entrée du balayage avec un gaz inerte | 4 Sortie du balayage |

Figure F.3 – Schéma présentant l'utilisation de cloisons internes autour de la source potentielle de dégagement pour simplifier les exigences relatives au balayage et à la dilution autour de l'ICE situé à l'extérieur des cloisons

Étant donné que la zone de dilution se trouve à l'intérieur de la cloison interne, l'ICE (indiqué par le sigle ICA sur les Figures F.1 à F.3) ne se situe pas à l'intérieur d'une zone de dilution.

Annexe G (normative)

Éléments de batterie et piles internes pour le niveau de protection "pxb" et le niveau de protection "pyb"

G.1 Exigences générales

G.1.1 Généralités

Lorsque le matériel protégé contient des batteries, les précautions appropriées doivent être prises lors de la conception du matériel pour empêcher la production de gaz explosif, d'étincelles ou de points chauds.

G.1.2 Systèmes électrochimiques acceptés

Seules les piles énumérées dans l'IEC 60079-0, pour lesquelles il existe une norme de pile IEC, doivent être utilisées dans les enveloppes à surpression interne.

G.1.3 Piles rechargeables et batteries rechargeables

Les piles rechargeables et les batteries rechargeables peuvent être utilisées si:

- les piles individuelles sont des piles étanches (soit des piles étanches aux gaz, soit des piles étanches à soupape); ou
- le volume de la batterie ne dépasse pas 1 % du volume libre interne de l'enveloppe à surpression interne.

Si l'enveloppe à surpression interne contient plus d'une batterie indépendante, chacune ayant son propre système de charge, seul le cas le plus défavorable de dégagement gazeux depuis une batterie indépendante doit être pris en considération.

G.1.4 Protection mécanique

Les parties sous tension exposées des piles, des batteries et de leurs composants de protection associés, qui sont situées dans l'enveloppe à surpression interne, doivent être munies d'une protection d'au moins IP30, même lorsque les portes ou couvercles d'accès de l'enveloppe à surpression interne sont ouverts. Si les piles sont encapsulées, on doit veiller à ce que les dispositifs de décharge de pression ne soient pas obstrués. La dimension de l'orifice d'évacuation doit être suffisante pour prévenir toute surpression dangereuse à l'intérieur de l'ensemble encapsulé au taux de dégagement le plus défavorable prévisible depuis la batterie. Au minimum un orifice d'évacuation est exigé pour chaque pile.

L'encapsulage des piles et des batteries doit tenir compte de la dilatation éventuelle des piles quand on les charge.

Pour les besoins de la présente Norme, les termes "encapsuler" et "encapsulage" n'impliquent pas la conformité à l'IEC 60079-18.

Les caractéristiques physiques des orifices d'évacuation dépendent du type et de la capacité des agencements de batteries. Il convient également de prendre en considération les effets du vieillissement sur la capacité de la batterie, et par conséquent sur le taux d'évolution du gaz émanant de la batterie.

Les piles, les batteries et leurs composants de protection associés doivent être convenablement fixés.

G.2 Protection électrique par circuits de limitation d'énergie

G.2.1 Évaluation de la limitation en énergie

L'objet de la présente section est d'autoriser les circuits qui peuvent être évalués en utilisant les principes de l'IEC 60079-11 comme ligne directrice.

G.2.2 Composants de protection

Sauf pour les batteries à sécurité inhérente (voir G.5), des composants de protection tels que des résistances et/ou des fusibles doivent être fournis pour établir un circuit à énergie limitée destiné à empêcher que le courant tiré d'une batterie soit supérieur au courant correspondant à la limite évaluée pour la sécurité.

Les composants de protection doivent être conformes aux exigences suivantes. La documentation technique du fabricant suffit pour vérifier la conformité à ces exigences, aucun essai supplémentaire n'étant nécessaire.

- Les diodes utilisées pour éviter la charge, ou la charge en polarité inverse, des piles non rechargeables ne doivent pas être exposées à une tension inverse appliquée dépassant les deux tiers de leur tension inverse de crête (TIC) assignée (ou tension inverse de crête répétitive (V_{rrm}) si celle-ci est spécifiée).
- Ces diodes doivent être capables de supporter une tension inverse de 400 Vcc avec un courant de fuite inverse < 10 uA dans les conditions de température les plus extrêmes (prise en compte d'un premier défaut dans le circuit associé).
- Le courant direct maximal (prise en compte d'un premier défaut dans le circuit associé) des diodes destinées à empêcher la charge d'une pile non rechargeable doit être limité, par exemple, par un fusible ou une résistance, à une valeur ne dépassant pas 50 % du courant direct de crête assigné du fabricant.
- Les fusibles doivent être conformes à l'IEC 60127 (toute partie) comme suit:
 La tension à utiliser pour évaluer un fusible dépend de la tension maximale à laquelle celui-ci peut être soumis, plus les tolérances. Dans le cas d'une tension fournie par batterie, la tension à envisager doit être la tension nominale définie dans la norme IEC appropriée pour le système électrochimique utilisé.
 Si un fusible est utilisé pour protéger une batterie, on doit supposer que $1,7 I_n$ (valeur nominale de courant assigné du fusible) circule continuellement. Les caractéristiques temps/courant du fusible doivent permettre de s'assurer que les valeurs assignées des transitoires des composants protégés ne sont pas dépassées.
- Les résistances de limitation de courant doivent être de l'un des types suivants et peuvent être utilisées jusqu'aux deux tiers de la valeur assignée donnée par le fabricant:
 - type à film,
 - type à fil enroulé avec protection empêchant le déroulement du fil en cas de cassure, ou
 - résistances imprimées telles que celles utilisées dans les circuits hybrides ou similaires, recouvertes d'un revêtement conforme à l'IEC 60079-11 ou encapsulées conformément à l'IEC 60079-11.
 On doit considérer qu'une résistance de limitation de courant ne produira un défaut qu'en cas de circuit ouvert.
- Les autres composants doivent être conformes aux exigences appropriées de l'IEC 60079-11.

G.2.3 Prévention des pressions gazeuses excessives

Des moyens pour prévenir le développement de pressions gazeuses excessives doivent être fournis:

- a) en cas de charge en polarité inverse, par exemple, des diodes de dérivation mises en place aux bornes de chaque pile d'une batterie;
- b) en cas de taux de décharge excessifs, par exemple, un fusible mis en place en série avec la batterie;
- c) pour les batteries rechargeables, en cas de taux de charge excessifs, par exemple, un chargeur dont la conception permet de limiter les conditions de charge à celles recommandées par le fabricant.

G.3 Exigences additionnelles pour les batteries non rechargeables

G.3.1 Prévention de la charge en polarité inverse

Aucune protection supplémentaire n'est nécessaire pour prévenir le dégagement de gaz électrolytique dû à l'inversion de polarité, ou la charge en polarité inverse d'une pile par d'autres piles de la même batterie si:

- la capacité est égale ou inférieure à 1,5 Ah (à un taux de décharge de 1 h); et
- le volume est inférieur à 1 % du volume libre de l'enveloppe;

ou si le fabricant de la batterie confirme que les piles sont électrochimiquement équilibrées et qu'à la fin de la décharge la résistance interne d'une pile individuelle dépasse 25 kΩ.

Il convient de ne pas considérer que ces assouplissements autorisent d'une quelconque façon les dégagements de gaz électrolytique de ces piles.

Si une batterie non rechargeable contient trois piles ou plus en série, un ou plusieurs composants doivent être mis en place pour prévenir la génération de gaz à l'intérieur d'une pile usagée à cause d'une charge en polarité inverse (voir Figure G.1).

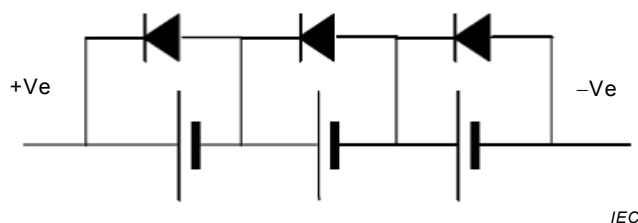


Figure G.1 – Protection contre la charge en polarité inverse

Pour que l'agencement de protection soit efficace, la chute de tension directe aux bornes de chaque diode utilisée pour éviter la charge en polarité inverse d'une pile ne doit pas dépasser la tension de charge inverse sûre de cette pile.

Les diodes au silicium sont considérées appropriées pour satisfaire à cette exigence.

G.3.2 Prévention de la charge accidentelle des batteries non rechargeables

Si le matériel comporte plus d'une batterie ou source de tension et qu'il existe une possibilité d'interconnexion, des composants de protection tels que des diodes antiretour doivent être mis en place pour éviter que les batteries non rechargeables ne soient traversées par des courants de charge.

Au moins deux dispositifs connectés en série doivent être mis en place pour limiter la charge des batteries non rechargeables, même dans des conditions de premier défaut, à un niveau ne dépassant pas la plus petite des deux valeurs suivantes: 10 μA ou 2/3 du niveau spécifié par le fabricant des batteries (par exemple, deux diodes ou une diode et une résistance (voir Figure G.2).

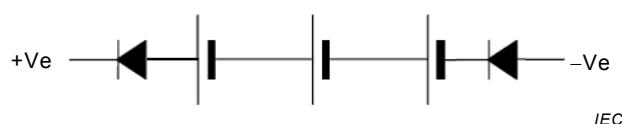


Figure G.2 – Protection contre la charge accidentelle

Il convient que la pile soit connectée entre les composants de protection pour réduire le risque qu'un premier défaut ne provoque la mise en court-circuit des composants de protection.

G.4 Exigences additionnelles pour les batteries rechargeables

G.4.1 Charge des batteries rechargeables à l'intérieur de l'enceinte en surpression interne

Si les batteries sont à recharger lorsqu'elles sont à l'intérieur de l'enveloppe en surpression interne, les conditions de charge doivent être entièrement spécifiées et des composants de protection doivent être installés pour faire en sorte que ces conditions ne soient pas dépassées.

Si l'on utilise des batteries de capacité égale ou inférieure à 1,5 Ah, et de volume inférieur à 1 % du volume libre de l'enveloppe, il n'est pas nécessaire de mettre en place des composants de protection supplémentaires sur la batterie pour éviter les dégagements de gaz électrolytique dus aux courants de recharge.

Il convient de ne pas considérer que ces assouplissements autorisent d'une quelconque façon les dégagements de gaz électrolytique de ces piles.

NOTE Les indications ci-dessus limitent effectivement l'utilisation des piles (ou des batteries) non équipées de composant de protection aux types connus sous le nom de "pile de type bouton", utilisés notamment pour sauvegarder la mémoire des circuits électroniques programmables.

Pour les batteries à retirer de l'enveloppe à surpression interne pour les charger, les exigences du fabricant concernant la façon correcte de les mettre en charge s'appliquent.

Si une décharge approfondie peut entraîner, au cours de la recharge qui suit, une augmentation du dégagement de gaz électrolytique et/ou des dommages mécaniques internes, un ou plusieurs dispositifs doivent être mis en place pour prévenir la décharge approfondie.

Des précautions adaptées doivent être prises pour prévenir tout montage incorrect (on utilisera par exemple des fiches et des prises qui sont polarisées ou qui sont marquées de façon claire pour indiquer comment effectuer le montage correctement).

Par sécurité, si l'on utilise des fiches et des prises, des dispositions doivent être prises pour ouvrir le circuit avant de débrancher les fiches.

La position de la batterie à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne doit être choisie en tenant dûment compte de l'emplacement des matériels susceptibles de provoquer une inflammation et de façon à permettre la libre diffusion des dégagements gazeux sur l'ensemble de l'enveloppe. Le matériel susceptible de provoquer une inflammation ne doit pas être placé dans une zone soumise à des dégagements gazeux provenant de la batterie.

G.5 Exigences spécifiques pour les piles et les batteries à sécurité inhérente (IhS)

Une batterie IhS est une batterie non rechargeable dans laquelle les conditions suivantes sont satisfaites:

- la résistance interne de la batterie limite le courant de court-circuit provenant de la batterie à une valeur qui ne dépasse pas celle du tableau indiquant le Courant de court-circuit admissible correspondant à la tension et au groupe de matériels indiqués dans les tableaux de l'IEC 60079-11, en fonction de la tension de circuit ouvert maximale de la batterie et
- la température maximale de la surface externe de la batterie ne dépasse pas la température de surface maximale pour la Classe de température déclarée pour le matériel, mise en référence avec la température ambiante locale lorsque la batterie est mise en court-circuit par un conducteur de résistance négligeable devant la résistance interne de la batterie. La résistance du court-circuit est considérée comme négligeable si elle n'est pas supérieure à un dixième de la résistance interne de la batterie.

Il n'est pas nécessaire de prendre en compte les défauts apparaissant à l'intérieur d'une pile IhS, sauf si plus de deux piles sont connectées pour former une batterie, auquel cas la charge en polarité inverse doit être évitée.

Des batteries IhS peuvent être formées par interconnexion de piles IhS si la résistance interne de la batterie limite la valeur maximale du courant de court-circuit à une valeur ne dépassant pas celle du tableau indiquant le courant de court-circuit admissible correspondant à la tension et au groupe de matériels indiqués dans les tableaux de l'IEC 60079-11, en fonction de la tension de circuit ouvert maximale de la batterie.

La nature du circuit auquel la pile IhS peut être connectée est spécifiée en G.6.

Pour faciliter le bon remplacement des batteries à sécurité inhérente, les paramètres essentiels doivent être marqués à proximité de la batterie et figurer dans les instructions (par exemple, le type, la tension nominale, la résistance interne minimale, etc.).

G.6 Matériel situé à l'intérieur d'une enveloppe à surpression interne connectée à une batterie qui est également située à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne et n'est pas déconnectée en cas de perte de la surpression interne

G.6.1 Généralités

Pour les besoins de l'évaluation et des essais du circuit connecté à la batterie, la tension à prendre en considération est la tension de circuit ouvert maximale.

La classe de température du matériel doit prendre en considération la superficie des composants individuels qui composent le matériel connecté à la batterie. La méthode d'évaluation doit consister, soit à procéder à un essai, soit à utiliser l'évaluation de température des petits composants décrite dans l'IEC 60079-0.

G.6.2 Isolation des circuits

Pour les besoins du présent article, on considère que le matériel est connecté à la batterie, sauf si la batterie n'est connectée au matériel qu'une fois que le balayage a été achevé, que des dispositions ont été prises pour la déconnexion de la batterie en cas de défaut de pression ou de débit, et que la déconnexion ou l'isolation satisfait aux exigences suivantes:

- elle est déconnectée par des contacts de valeurs assignées appropriées; ou
- elle est isolée par un dispositif d'isolation optique de valeurs assignées appropriées; ou

- elle est isolée par un transformateur à double enroulement de valeurs assignées appropriées, capable de supporter un essai d'isolement entre enroulements de 5 fois la tension de circuit ouvert maximale de la batterie, avec un minimum de 500 Vca efficaces pendant au moins 60 secondes;
- et la ligne de fuite et la distance d'isolement entre la batterie et les composants isolés ou déconnectés et les circuits associés correspondent aux indications du tableau de la ligne de fuite et de la distance d'isolement de l'IEC 60079-11, colonne ia ou ib.

G.6.3 Batterie à sécurité intrinsèque ou batterie à sécurité inhérente utilisée avec le matériel "Ex"

Si la batterie est protégée par sécurité intrinsèque selon l'IEC 60079-11 ou est à sécurité inhérente et que le matériel connecté est protégé par l'un des modes de protection énumérés dans l'IEC 60079-0 ou est considéré comme étant un matériel simple selon les définitions de l'IEC 60079-11, il n'existe aucune exigence supplémentaire.

G.6.4 Batterie à sécurité intrinsèque ou batterie à sécurité inhérente utilisée avec le matériel non "Ex"

Lorsqu'il est prévu de connecter une batterie à sécurité intrinsèque ou une batterie à sécurité inhérente située à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne à un matériel non "Ex" avant que le balayage ne soit terminé, et/ou qu'il est prévu qu'elle reste connectée au matériel en l'absence de pression (et de débit si cela a été spécifié), les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent au matériel connecté:

Soit:

a) Les conditions suivantes doivent être satisfaites:

- la tension de circuit ouvert maximale de la batterie et des circuits associés ne dépasse pas 6 V;
- le courant de court-circuit provenant de la batterie ne doit pas dépasser 2 A. Ce courant peut être limité par la résistance interne de la batterie elle-même ou peut être limité à cette valeur par l'ajout d'une résistance externe de limitation de courant, installée aussi près que possible de la batterie et conforme aux exigences de G.2.1;
- la capacité de circuit cumulée totale, tolérances incluses, ne dépasse pas 1 000 µF;
- l'inductance de circuit cumulée totale, tolérances incluses, ne dépasse pas la valeur de L donnée par la formule suivante:

$$L = \frac{2e}{I^2}$$

où:

L est l'inductance admissible en µH

I est le courant de court-circuit disponible en A

e est l'énergie d'inflammation pour un groupe de matériels donné, en µJ

Groupe de matériels	Énergie d'inflammation
IIC	40 µJ
IIB	160 µJ
IIA	320 µJ
I	525 µJ

soit

b) l'enveloppe à surpression interne doit être marquée conformément à G.7, et les conditions suivantes doivent être satisfaites:

- la tension de circuit ouvert maximale de la batterie et des circuits associés ne dépasse pas 6 V;
- le courant de court-circuit doit être limité à 2 A;
- la capacité effective restant connectée à la batterie, déterminée par examen du circuit, ne dépasse pas 1 000 μ F.

On peut prendre en compte les composants de protection (par exemple, les résistances) associés à la capacité et conformes aux exigences relatives aux composants similaires données en G.2.1 dans la détermination de la capacité effective, en utilisant l'IEC 60079-11 avec un facteur de sécurité de 1,0;

- l'inductance effective restant connectée à la batterie, déterminée par examen du circuit, ne dépasse pas les valeurs données pour L indiquées ci-dessus.

On peut prendre en compte les composants de protection (par exemple les résistances) associés à l'inductance et conformes aux exigences relatives aux composants similaires données en G.2.1 dans la détermination de l'inductance effective, en utilisant l'IEC 60079-11 avec un facteur de sécurité de 1,0;

soit

- c) si la tension des sources est supérieure à 6 V ou si le courant de court-circuit est supérieur à 2 A, le matériel connecté doit être évalué conformément à l'IEC 60079-11, catégorie "ib";

soit

- d) une pile intégrée dans un composant électronique à semi-conducteurs (par exemple, une pile au lithium logée à l'intérieur d'un circuit intégré) peut être utilisée si les critères suivants sont remplis:
 - la pile doit être à sécurité inhérente; et
 - aucune tension externe ne doit être détectable; et
 - la capacité et l'inductance internes du composant électronique à semi-conducteurs, indiquées par le fabricant, ne doivent pas dépasser les valeurs données en a)) ci-dessus.

Étant donné que la tension de pile n'est pas détectable de manière externe, l'essai de court-circuit conforme aux exigences de G.5 peut être effectué par évaluation.

G.7 Exigences supplémentaires pour la construction et le marquage des enveloppes à surpression interne contenant une ou plusieurs piles ou batteries

G.7.1 Généralités

Les portes et les couvercles d'une enveloppe à surpression interne ne peuvent s'ouvrir qu'au moyen d'un outil ou d'une clé.

Les enveloppes doivent être marquées de ce qui suit ou d'une mention équivalente:

"AVERTISSEMENT – PRÉSENCE DE BATTERIES À L'INTÉRIEUR DE CETTE ENVELOPPE. NE PAS OUVRIR SI UNE ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE EST PRÉSENTE".

G.7.2 Mise en garde concernant la dépose des batteries

Si G.6.4 b) l'exige, l'enveloppe doit être marquée de ce qui suit ou d'une mention équivalente:

AVERTISSEMENT – Cette enveloppe à surpression interne contient une batterie qui reste connectée APRÈS que l'alimentation externe a été ISOLÉE. Par SÉCURITÉ, il convient de retirer la batterie s'IL FAUT QUE l'enveloppe reste sans protection Ex p pendant une DURÉE PROLONGÉE.

G.7.3 Batteries nécessitant un entretien périodique

L'enveloppe doit porter une marque d'avertissement:

"AVERTISSEMENT – Les batteries PRÉSENTES dans cette enveloppe À surpression interne NÉCESSITENT d'ÊTRE entretenues PÉRIODIQUEMENT. Consulter les instructions".

G.8 Essais de type

G.8.1 Tension

Pour les besoins des essais de température, la tension à utiliser est la tension nominale de batterie.

G.8.2 Essai de court-circuit pour une pile ou une batterie à sécurité inhérente

On doit appliquer un court-circuit à la pile ou batterie neuve et on doit vérifier les points suivants:

- le courant circulant dans le circuit, et
- la température de la surface extérieure de la pile ou de la batterie susceptible d'entrer en contact avec une atmosphère explosive externe lorsque la porte de l'enveloppe à surpression interne est ouverte.

Le courant maximal ne doit pas dépasser la valeur donnée en G.5.

La température maximale ne doit pas dépasser la classe de température du matériel.

La pile ou la batterie ne doit pas se déformer, exploser ou dégager de la fumée.

G.8.3 Essai complet de connexion à une charge pour les batteries autres que celles à sécurité inhérente

Une batterie neuve non rechargeable ou une batterie rechargeable complètement rechargée doit être connectée à la charge qu'elle alimente en fonctionnement normal. La température du boîtier ne doit pas dépasser la plus petite des valeurs suivantes: la classe de température du matériel ou la température maximale autorisée par le fabricant de la batterie.

Annexe H (normative)

Éléments de batterie et piles internes pour le niveau de protection "pzc"

H.1 Exigences générales

H.1.1 Généralités

Lorsque le matériel protégé contient des batteries, les précautions appropriées doivent être prises lors de la conception du matériel pour empêcher la production de gaz explosif, d'étincelles ou de points chauds.

H.1.2 Systèmes électrochimiques acceptés

Seules les piles énumérées dans l'IEC 60079-0, pour lesquelles il existe une norme de pile IEC, doivent être utilisées dans les enveloppes à surpression interne.

H.1.3 Piles rechargeables et batteries rechargeables

Les piles rechargeables et les batteries rechargeables peuvent être utilisées si:

- Les piles individuelles sont des piles étanches (soit des piles étanches aux gaz, soit des piles étanches à soupape); ou
- Le volume de la batterie ne dépasse pas 1 % du volume libre interne de l'enveloppe à surpression interne.

Si l'enveloppe à surpression interne contient plus d'une batterie indépendante, chacune ayant son propre système de charge, seul le cas le plus défavorable de dégagement gazeux depuis une batterie indépendante doit être pris en considération.

H.1.4 Protection mécanique

Si les piles sont encapsulées, on doit veiller à ce que les dispositifs de décharge de pression ne soient pas obstrués. La dimension de l'orifice d'évacuation doit être suffisante pour prévenir toute surpression dangereuse à l'intérieur de l'ensemble encapsulé au taux de dégagement le plus défavorable prévisible depuis la batterie. Au minimum un orifice d'évacuation est exigé pour chaque pile.

L'encapsulage des piles et des batteries doit tenir compte de la dilatation éventuelle des piles quand on les charge.

Pour les besoins de la présente norme, les termes "encapsuler" et "encapsulage" n'impliquent pas la conformité à l'IEC 60079-18.

Les caractéristiques physiques des orifices d'évacuation dépendent du type et de la capacité des agencements de batteries. Il convient également de prendre en considération les effets du vieillissement sur la capacité de la batterie, et par conséquent sur le taux d'évolution du gaz émanant de la batterie.

Les piles, les batteries et leurs composants de protection associés doivent être convenablement fixés.

H.2 Matériel situé à l'intérieur d'une enveloppe à surpression interne connectée à une batterie qui est également située à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne et n'est pas déconnectée lorsque l'alimentation destinée à l'enveloppe est coupée

Le matériel qui n'est pas déconnecté ne doit pas avoir de composants fonctionnant en travail/repos, sauf si l'on peut évaluer au moyen de l'IEC 60079-15 ou IEC 60079-11 pour le niveau de protection "ic" que le circuit n'est pas susceptible de provoquer une inflammation.

H.3 Exigences supplémentaires pour la construction et le marquage des enveloppes à surpression interne contenant une ou plusieurs piles ou batteries

H.3.1 Généralités

Les portes et les couvercles d'une enveloppe à surpression interne donnant accès aux piles ou aux batteries ne peuvent s'ouvrir qu'au moyen d'un outil ou d'une clé.

Les enveloppes doivent être marquées de ce qui suit ou d'une mention équivalente:

"Avertissement – PRÉSENCE de batteries À l'INTÉRIEUR de cette enveloppe. Ne pas ouvrir si une ATMOSPHÈRE explosive EST PRÉSENTE".

H.3.2 Mise en garde pour la dépose des batteries

Si la pile ou la batterie n'est pas déconnectée lorsque la surpression interne est absente, l'enveloppe doit être marquée de ce qui suit ou d'une mention équivalente:

Avertissement – Cette enveloppe À surpression interne contient une batterie qui reste connectée APRÈS que l'alimentation externe a été isolée. Il convient de retirer la batterie s'IL FAUT QUE l'enveloppe reste sans protection Ex p pendant une DURÉE PROLONGÉE.

H.3.3 Batteries nécessitant un entretien périodique

L'enveloppe doit porter une marque d'avertissement:

"AVERTISSEMENT – Les batteries PRÉSENTES dans cette enveloppe À surpression interne NÉCESSITENT D'ÊTRE entretenues PÉRIODIQUEMENT. Consulter les instructions. "

Bibliographie

IEC 60050-151, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050-426, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 426: Matériel électrique pour atmosphères explosives*

IEC 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

IEC 60079-1, *Atmosphères explosives – Partie 1: Enveloppes antidéflagrantes "d"*

IEC 60079-5, *Atmosphères explosives – Partie 5: Remplissage pulvérulent "q"*

IEC 60079-6, *Atmosphères explosives – Partie 6: Immersion dans l'huile "o"*

IEC 60079-7, *Atmosphères explosives – Partie 7: Protection de l'équipement par sécurité augmentée "e"*

IEC 60079-13, *Atmosphères explosives – Partie 13: Protection du matériel par salle à surpression interne "p"*

IEC 60079-18, *Atmosphères explosives – Partie 18: Protection du matériel par encapsulage "m"*

IEC 60079-20-1, *Atmosphères explosives – Partie 20-1: Caractéristiques des substances pour le classement des gaz et des vapeurs – Méthodes et données d'essai*

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

IEC 60079-28, *Atmosphères explosives – Partie 28: Protection du matériel et des systèmes de transmission utilisant le rayonnement optique*

IEC 61511 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur des industries de transformation*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch