

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60079-2

Quatrième édition
Fourth edition
2001-02

**Matériel électrique pour atmosphères explosives
gazeuses –**

**Partie 2:
Enveloppes à surpression interne «p»**

**Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres –**

**Part 2:
Pressurized enclosures "p"**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60079-2:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60079-2

Quatrième édition
Fourth edition
2001-02

**Matériel électrique pour atmosphères explosives
gazeuses –**

**Partie 2:
Enveloppes à surpression interne «p»**

**Electrical apparatus for explosive gas
atmospheres –**

**Part 2:
Pressurized enclosures "p"**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives.....	12
3 Termes et définitions.....	14
4 Modes de protection.....	18
5 Prescriptions de construction pour enveloppes à surpression interne.....	24
5.1 Enveloppe.....	24
5.2 Matériaux.....	24
5.3 Portes et couvercles.....	24
5.4 Résistance mécanique	26
5.5 Orifices, cloisons, compartiments et composants internes.....	26
5.6 Matériaux isolants	28
5.7 Etanchéité.....	28
5.8 Barrière contre étincelles et particules.....	28
6 Limites de températures	28
6.1 Généralités	28
6.2 Pour le mode px ou le mode py	30
6.3 Pour le mode pz.....	30
7 Dispositions de sécurité et dispositifs de sécurité (sauf pour la surpression interne statique).....	30
8 Dispositions de sécurité et dispositifs de sécurité pour surpression interne statique	38
9 Alimentation en gaz de protection.....	40
9.1 Type de gaz.....	40
9.2 Température.....	40
10 Matériels à surpression interne à source interne de dégagement	40
11 Conditions de dégagement	40
11.1 Pas de dégagement	40
11.2 Dégagement limité de gaz ou de vapeur	42
11.3 Dégagement limité d'un liquide.....	42
12 Prescriptions de conception pour le système de confinement.....	42
12.1 Prescriptions générales de conception	42
12.2 Système de confinement infaillible.....	42
12.3 Système de confinement à dégagement limité	44
13 Gaz de protection et techniques de surpression interne	44
13.1 Généralités	44
13.2 Surpression interne avec compensation de fuite	46
13.3 Surpression interne avec dilution.....	48
14 Matériels susceptibles de provoquer une inflammation.....	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
4 Protection types	19
5 Constructional requirements for pressurized enclosures	25
5.1 Enclosure	25
5.2 Materials	25
5.3 Doors and covers	25
5.4 Mechanical strength	27
5.5 Apertures, partitions, compartments and internal components	27
5.6 Insulating materials	29
5.7 Sealing	29
5.8 Spark and particle barriers	29
6 Temperature limits	29
6.1 General	29
6.2 For type px or type py	31
6.3 For type pz	31
7 Safety provisions and safety devices (except for static pressurization)	31
8 Safety provisions and safety devices for static pressurization	39
9 Supply of protective gas	41
9.1 Type of gas	41
9.2 Temperature	41
10 Pressurized apparatus with an internal source of release	41
11 Release conditions	41
11.1 No release	41
11.2 Limited release of a gas or vapour	43
11.3 Limited release of a liquid	43
12 Design requirements for the containment system	43
12.1 General design requirements	43
12.2 Infallible containment system	43
12.3 Containment system with a limited release	45
13 Protective gas and pressurizing techniques	45
13.1 General	45
13.2 Pressurization with leakage compensation	47
13.3 Pressurization with dilution	49
14 Ignition-capable apparatus	49

Articles	Pages
15 Surfaces internes chaudes	48
16 Vérification et essais de type	50
16.1 Essai de surpression maximale	50
16.2 Essai de fuite	50
16.3 Essai de balayage pour enveloppes à surpression interne sans source interne de dégagement (la technique de surpression interne peut être la compensation des fuites ou le débit continu) et essai de procédure de remplissage pour surpression interne statique	50
16.4 Essais de balayage et de dilution pour une enveloppe à surpression interne avec une source interne de dégagement	52
16.5 Vérification de la surpression minimale	56
16.6 Essais pour un système de confinement infaillible	58
16.7 Essai de surpression pour un système de confinement avec dégagement limité	58
16.8 Capacité de vérification de l'enveloppe à surpression interne pour limiter la pression interne	58
17 Essais individuels	60
17.1 Essais fonctionnels	60
17.2 Essai de fuite	60
17.3 Essais pour un système de confinement infaillible	60
17.4 Essai pour un système de confinement avec dégagement limité	60
18 Marquage	60
Annexe A (normative) Essais de balayage et de dilution	64
Annexe B (informative) Exemples de diagramme de séquence fonctionnel	68
Annexe C (informative) Exemples de variations de pression dans les canalisations et les enveloppes	72
Annexe D (informative) Information à fournir par l'utilisateur	82
Annexe E (normative) Classification des conditions de dégagement à l'intérieur des enveloppes	86
Annexe F (informative) Exemples pour l'utilisation du concept de la zone de dilution	88
Annexe G (normative) Essai d'infailibilité d'un système de confinement	92
Bibliographie	94
Figure B.1 – Diagramme d'état d'un système de commande de balayage pour compensation de fuite	68
Figure C.1 a) – Sortie de gaz de protection sans barrière contre les étincelles et particules	72
Figure C.1 b) – Sortie de gaz de protection avec une barrière contre les étincelles et particules	74
Figure C.2 – Enveloppes à surpression interne avec compensation des fuites, enveloppes sans parties mobiles	76
Figure C.3 – Enveloppes à surpression interne avec compensation des fuites, machine électrique tournante avec un ventilateur interne de refroidissement.	78
Figure C.4 – Enveloppe à surpression interne avec compensation des fuites, machine électrique tournante avec un ventilateur externe de refroidissement	80

Clause	Page
15 Internal hot surfaces.....	49
16 Type verification and tests.....	51
16.1 Maximum overpressure test	51
16.2 Leakage test	51
16.3 Purging test for pressurized enclosures with no internal source of release (pressurization technique may be leakage compensation or continuous flow) and filling procedure test for static pressurization	51
16.4 Purging and dilution tests for a pressurized enclosure with an internal source of release.....	53
16.5 Verification of minimum overpressure.....	57
16.6 Tests for an infallible containment system	59
16.7 Overpressure test for a containment system with a limited release.....	59
16.8 Verifying ability of the pressurized enclosure to limit internal pressure	59
17 Routine tests.....	61
17.1 Functional test	61
17.2 Leakage test.....	61
17.3 Tests for an infallible containment system	61
17.4 Test for a containment system with a limited release	61
18 Marking.....	61
Annex A (normative) Purging and dilution tests	65
Annex B (informative) Examples of functional sequence diagram	69
Annex C (informative) Examples of the changes in pressure in ducts and enclosures	73
Annex D (informative) Information to be provided to the user	83
Annex E (normative) Classification of the type of release within enclosures.....	87
Annex F (informative) Examples for the use of the dilution area concept	89
Annex G (normative) Infallibility test for containment system	93
Bibliography.....	95
Figure B.1 – State diagram of a leakage-compensation purge control system	69
Figure C.1 a) – Protective gas outlet without a spark and particle barrier	73
Figure C.1 b) – Protective gas outlet with a spark and particle barrier.....	75
Figure C.2 – Pressurized enclosures with leakage compensation, enclosures without moving parts.....	77
Figure C.3 – Pressurized enclosures with leakage compensation, rotating electrical machine with an internal cooling fan.	79
Figure C.4 – Pressurized enclosure with a leakage compensation, rotating electrical machine with an external cooling fan.....	81

Pages

Figure F.1 – Schéma présentant l'utilisation du concept de la zone de dilution pour simplifier les prescriptions d'essais de balayage et de dilution	88
Figure F.2 – Schéma présentant l'utilisation du concept de système de confinement infaillible pour simplifier les prescriptions de balayage et de dilution autour de l'ICA	90
Figure F.3 – Schéma présentant l'utilisation de cloisons internes autour de la source potentielle de dégagement pour simplifier les prescriptions de balayage et de dilution autour de l'ICA situé à l'extérieur des cloisons	90
Figure G.1 – Schéma de principe de l'essai d'infailibilité décrit en 16.6.2 a)	92
Tableau 1 – Détermination du mode de protection.....	20
Tableau 2 – Critères de conception fondés sur le mode de protection	22
Tableau 3 – Dispositifs de sécurité fondés sur le mode de protection	32
Tableau 4 – Prescriptions du gaz de protection pour une enveloppe à surpression interne avec un système de confinement.....	46
Tableau 5 – Modes de protection autorisés dans la zone de dilution	48
Tableau B.1 – Table de vérité d'un système de commande de balayage pour compensation de fuite.....	68

	Page
Figure F.1 – Diagram showing the use of the dilution area concept to simplify the purge and dilution test requirements	89
Figure F.2 – Diagram showing the use of the infallible containment system concept to simplify the purging and dilution requirements around ICA.....	91
Figure F.3 – Diagram showing the use of internal partitions around the potential source of release to simplify the purging and dilution requirements around ICA located outside the partitions	91
Figure G.1 – Schematic diagram of the infallibility test described in 16.6.2 a)	93
Table 1 – Determination of protection type	21
Table 2 – Design criteria based upon protection type	23
Table 3 – Safety devices based upon protection type	33
Table 4 – Protective gas requirements for a pressurized enclosure with a containment system.....	47
Table 5 – Protection types permitted within the dilution area.....	49
Table B.1 – Truth table of a leakage-compensation purge control system.....	69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES –

Partie 2: Enveloppes à surpression interne «p»

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60079-2 a été établie par le comité d'études 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue comme rapport technique en 1983. Elle constitue une révision technique et a dorénavant le statut de Norme internationale.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31/344/FDIS	31/352/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les annexes A, E et G font partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, C, D et F sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES –**Part 2: Pressurized enclosures "p"****FOREWORD**

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The 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: Electrical apparatus for explosive atmospheres.

This fourth edition cancels and replaces the third edition which was issued as a technical report in 1983. It constitutes a technical revision and now has the status of an International Standard.

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

FDIS	Report on voting
31/344/FDIS	31/352/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, E and G form an integral part of this standard.

Annexes B, C, D and F are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60079 fournit les prescriptions 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, et si nécessaire
- b) un gaz de protection est fourni en quantité suffisante pour assurer que la concentration du mélange résultant autour des parties électriques est maintenue à une valeur en dehors de la limite d'explosivité correspondant aux conditions particulières d'utilisation. Le gaz de protection alimente une enveloppe contenant une ou plusieurs sources internes de dégagement afin d'empêcher la formation d'une atmosphère explosive gazeuse.

La présente norme comprend des prescriptions pour le matériel et ses éléments associés, y compris les canalisations d'amenée et d'évacuation, et aussi pour les matériels auxiliaires de commande nécessaires pour s'assurer que la surpression interne et/ou la dilution sont établies et maintenues.

INTRODUCTION

This part of IEC 60079 gives requirements for the design, construction, testing and marking of electrical apparatus for use in potentially 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 and, where necessary,
- b) a protective gas is provided in sufficient quantity to ensure that the resultant mixture concentration around the electrical parts is maintained at a value outside the explosive limit appropriate to the particular conditions of use. The protective gas 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.

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

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES –

Partie 2: Enveloppes à surpression interne «p»

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de la CEI 60079 contient les prescriptions 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.

Les prescriptions contenues dans cette norme complètent celles de la CEI 60079-0.

1.2 Cette norme spécifie les prescriptions pour enveloppes à surpression interne contenant un dégagement limité de substance inflammable.

1.3 Cette norme ne contient pas les prescriptions pour les enveloppes à surpression interne lorsque le système de confinement peut dégager

- a) soit de l'air avec une quantité d'oxygène supérieure à la normale;
- b) soit un mélange d'oxygène avec un gaz inerte dans une proportion supérieure à 21 %.

1.4 Cette norme ne contient pas de prescriptions relatives aux salles à surpression interne ou aux bâtiments pour analyseurs; voir la CEI 60079-13 et la CEI 60079-16.

1.5 Compte tenu des facteurs de sécurité incorporés dans le mode de protection, l'incertitude de mesure inhérente à un équipement de mesure de bonne qualité et régulièrement étalonné est considérée comme n'ayant aucune influence préjudiciable significative et il n'est pas nécessaire d'en tenir compte lors de l'exécution des mesures destinées à vérifier la conformité du matériel aux prescriptions de cette norme.

1.6 Lorsque l'utilisateur assume le rôle du fabricant, il incombe à l'utilisateur d'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 normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60079. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60079 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines électriques tournantes (code IP)*

CEI 60050(151), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES –

Part 2: Pressurized enclosures "p"

1 Scope

1.1 This part of IEC 60079 contains the specific requirements for the construction and testing of electrical apparatus with pressurized enclosures, of protection type "p" intended for use in explosive gas atmospheres.

The requirements contained in this standard are supplementary to those in IEC 60079-0.

1.2 This standard specifies requirements for pressurized enclosures containing a limited release of a flammable substance.

1.3 This standard does not contain 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 in a proportion greater than 21 %.

1.4 This standard does not contain requirements for pressurized rooms or analyser houses; see IEC 60079-13 and IEC 60079-16.

1.5 Due to the safety factors incorporated in the type of protection, the uncertainty of measurement inherent in good quality, regularly calibrated measurement equipment is considered to have no significant detrimental effect and need not be taken into account when making the measurements necessary to verify compliance of the apparatus with the requirements of this standard.

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

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60079. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60079 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating electrical machines (IP code)*

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

CEI 60050(426), *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 426: Matériel électrique pour atmosphères explosives*

CEI 60079-0:1998, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 0: Règles générales*

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

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

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050(426) et dans la CEI 60079-0 ainsi que les définitions suivantes 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 être constituée d'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 à toute source d'inflammation potentielle (c'est-à-dire en dehors de la zone de dilution)

NOTE La dilution d'oxygène par gaz inerte peut aboutir à une concentration de gaz ou de vapeur inflammable supérieure à la limite d'explosivité supérieure (LSE).

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

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

IEC 60079-0:1998, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

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

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms and definitions given in IEC 60050(426) and IEC 60079-0 and 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 apparatus that generates a visual or audible signal that is intended to attract attention

3.2

containment system

part of the apparatus 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 Dilution of oxygen by inert gas may result in a concentration of flammable gas or vapour above the upper explosive limit (UEL).

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 apparatus. 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

dispositif hermétiquement étanche

dispositif construit de telle manière que l'atmosphère extérieure ne puisse pas accéder à l'intérieur et dans lequel tout scellement est effectué par fusion, par exemple par brasage, soudage ou fusion de verre et métal

3.8

matériel susceptible de provoquer une inflammation (ICA)

matériel qui, en service normal, constitue une source d'inflammation pour une atmosphère explosive gazeuse spécifiée. Cela comprend le matériel électrique non protégé par un mode de protection énuméré en 7.13

3.9

indicateur

pièce de matériel qui indique si un débit ou une pression est suffisante et est contrôlée périodiquement, conformément à la prescription 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 peut se former

3.11

compensation de fuite

fournit 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 ou d'une pièce – 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 surpression interne

groupement de 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 le balayage et pour maintenir une surpression et, si nécessaire, pour la dilution

NOTE Pour les besoins de cette 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.

3.7**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, for example, brazing, welding or the fusion of glass to metal

3.8**ignition-capable apparatus (ICA)**

apparatus which in normal operation constitutes a source of ignition for a specified explosive gas atmosphere. This includes electrical apparatus not protected by a type of protection listed in 7.13

3.9**indicator**

piece of apparatus that shows whether flow or pressure is adequate and is 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**

providing 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 or room by maintaining a protective gas therein at a pressure above that of the external atmosphere.

3.14**pressurization system**

grouping of components used to pressurize and monitor 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 purging and maintaining an overpressure and, if required, dilution.

NOTE For the purpose 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

alimentation en gaz de protection

compresseur, ventilateur ou conteneur de gaz comprimé qui fournit le gaz de protection à une pression positive. L'alimentation comprend les conduits ou les canalisations d'entrée (d'aspiration), les régulateurs de pression, les conduits d'évacuation, les canalisations et les vannes d'alimentation. Les composants du système de surpression interne 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 au travers de l'enveloppe et des canalisations, de telle façon que la concentration de l'atmosphère explosive gazeuse soit ramenée à un niveau de sécurité

3.19

essai de série

essai auquel est soumis chaque dispositif individuel (matériel) au cours de la fabrication ou après celle-ci, pour s'assurer qu'il est conforme à certains critères
[VEI 151-04-16, modifié]

3.20

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

3.21

surpression mode px

surpression interne qui réduit la classification dans une enveloppe à surpression interne de la zone 1 à «non dangereux» ou du groupe I à «non dangereux»

3.22

surpression mode py

surpression interne qui réduit la classification dans l'enveloppe à surpression interne de zone 1 à zone 2

3.23

surpression mode pz

surpression interne qui réduit la classification dans l'enveloppe à surpression interne de zone 2 à «non dangereux»

3.24

essai de type

essai d'un ou de plusieurs dispositifs fabriqués selon une certaine conception pour démontrer que la conception satisfait à certaines spécifications
[VEI 151-04-15, modifié]

4 Modes de protection

La protection par surpression interne est subdivisée en trois modes de protection (px, py, et pz) qui sont sélectionnés en se fondant sur l'atmosphère explosive extérieure (groupe I, zone 1, ou zone 2), s'il existe le potentiel pour un dégagement interne, et si le matériel dans l'enveloppe à surpression interne est capable d'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 surpression interne; voir tableau 2.

3.17**protective gas supply**

compressor, blower, or compressed gas container that provides the protective gas at a positive pressure. The supply includes inlet (suction) pipes or ducts, pressure regulators, outlet pipes, ducts, and supply valves. Components of the pressurization system 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**routine test**

test to which each individual device (equipment) is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria
[IEV 151-04-16, modified]

3.20**static pressurization**

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

3.21**type px pressurizing**

pressurization that reduces the classification within the pressurized enclosure from zone 1 to non-hazardous or group I to non-hazardous

3.22**type py pressurizing**

pressurization that reduces the classification within the pressurized enclosure from zone 1 to zone 2

3.23**type pz pressurizing**

pressurization that reduces the classification within the pressurized enclosure from zone 2 to non-hazardous

3.24**type test**

test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications
[IEV 151-04-15]

4 Protection types

Protection by pressurization is subdivided into three protection types (px, py, and pz) which are selected based upon the external explosive atmosphere (group I, zone 1, or zone 2), whether there is the potential for an internal release, and whether the apparatus within the pressurized enclosure is ignition-capable; see table 1. The protection type then defines design criteria for the pressurized enclosure and the pressurization system; see table 2.

Tableau 1 – Détermination du mode de protection

Substance inflammable dans le système de confinement	Classification de zone externe	Enveloppe contenant un matériel susceptible d'inflammation	Enveloppe ne contenant pas de matériel susceptible de provoquer une inflammation
Aucun système de confinement	1	Mode px ^a	Mode py
Aucun système de confinement	2	Mode pz	Pas d'exigence de surpression interne
Gaz/vapeur	1	Mode px ^a	Mode py
Gaz/vapeur	2	Mode px (et le matériel susceptible d'inflammation n'est pas situé dans la zone de dilution)	Mode py ^b
Liquide	1	Mode px ^a (inerte) ^c	Mode py
Liquide	2	Mode pz (inerte) ^c	Pas d'exigence de surpression interne ^d

NOTE Si la substance inflammable est un liquide, le dégagement normal n'est jamais autorisé.

^a Le mode de protection px s'applique également au groupe I.

^b S'il n'y a pas de dégagement normal, voir annexe E.

^c Le gaz de protection doit être inerte si la mention «(inerte)» est présente après le mode de surpression interne; voir article 13.

^d La protection par surpression interne n'est pas exigée à partir du moment où il est considéré peu probable qu'un défaut occasionnant un relâchement de liquide se produise en même temps qu'un défaut dans le matériel qui serait à l'origine d'une source d'inflammation.

Table 1 – Determination of protection type

Flammable substance in the containment system	External zone classification	Enclosure contains ignition-capable apparatus	Enclosure does not contain ignition-capable apparatus
No containment system	1	Type px ^a	Type py
No containment system	2	Type pz	No pressurization required
Gas/vapour	1	Type px ^a	Type py
Gas/vapour	2	Type px (and ignition-capable apparatus is not located in the dilution area)	Type py ^b
Liquid	1	Type px ^a (inert) ^c	Type py
Liquid	2	Type pz (inert) ^c	No pressurization required
NOTE If the flammable substance is a liquid, normal release is never permitted.			
^a Protection type px also applies to group I. ^b If no normal release; see annex E. ^c The protective gas shall be inert if "(inert)" is shown after the pressurization type; see clause 13. ^d Protection by pressurization is not required since it is considered unlikely that a fault causing a release of liquid will simultaneously occur with a fault in the equipment that would provide an ignition source.			

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

Critères de conception	Mode px	Mode py	Mode pz avec indicateur	Mode pz avec alarme
Degré de protection des enveloppes selon la CEI 60529 ou la CEI 60034-5	IP4X minimum	IP4X minimum	IP4X minimum	IP3X minimum
Résistance de l'enveloppe au choc	CEI 60079-0, tableau 4	CEI 60079-0, tableau 4	CEI 60079-0, tableau 4	CEI 60079-0, la moitié de la valeur au tableau 4
Vérification de la période de balayage	Prescrit 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 d'un orifice d'évacuation normalement fermé en zone 1	Barrière contre étincelles et particules prescrite. Voir 5.8, sauf particules incandescentes non normalement produites	Pas de prescription (note 1)	Barrière contre étincelles et particules prescrite. Voir 5.8, sauf particules incandescentes non normalement produites	Barrière contre étincelles et particules prescrite. Voir 5.8, sauf particules incandescentes non normalement produites
Empêcher les particules incandescentes de sortir d'un orifice d'évacuation normalement fermé en zone 2	Pas de prescription (note 2)	Pas de prescription (note 2)	Pas de prescription (note 2)	Pas de prescription (note 2)
Empêcher les particules incandescentes de sortir d'un orifice ouvert en zone 1 en service normal	Barrière contre étincelles et particules prescrite, voir 5.8	Barrière contre étincelles et particules prescrite, voir 5.8	Barrière contre étincelles et particules prescrite, voir 5.8	Barrière contre étincelles et particules prescrite, voir 5.8
Empêcher les particules incandescentes de sortir d'un orifice ouvert en zone 2 en service normal	Barrière contre étincelles et particules prescrite, voir 5.8, sauf particules incandescentes non normalement produites	Pas de prescription (note 1)	Barrière contre étincelles et particules prescrite. Voir 5.8, sauf particules incandescentes non normalement produites	Barrière contre étincelles et particules prescrite, voir 5.8, sauf particules incandescentes non normalement produites
Porte/couvercle dont l'enveloppe exige un outil	Avertissement, voir 5.3 et 6.2 b) ii)	Avertissement, voir 5.3 (note 1)	Avertissement, voir 5.3 et 6.2 b) ii)	Avertissement, voir 5.3 et 6.2 b) ii)
Porte/couvercle n'exigeant pas un outil pour l'enlèvement	Verrouillage, voir 7.12 (pas de parties internes chaudes)	Avertissement, voir 5.3 (note 1)	Pas de prescription (note 3)	Pas de prescription (note 3)
Parties internes chaudes qui exigent une période de refroidissement avant l'ouverture de l'enveloppe	Conforme à 6.2 b) ii)	Non applicable	Avertissement, voir 5.3 et 6.2 b) ii)	Avertissement, voir 5.3 et 6.2 b) ii)
NOTE 1 Le paragraphe 6.2 b) ii) n'est pas applicable pour le mode py dans la mesure où ne sont autorisées ni les parties internes chaudes ni les particules incandescentes normalement créées. NOTE 2 Il n'y a pas de prescription relative aux barrières de particules et d'étincelles dans la mesure où, en fonctionnement anormal avec ouverture des orifices, il est peu probable que l'atmosphère externe soit dans les limites d'explosivité. NOTE 3 Il n'y a pas de prescription relative au marquage ou à l'accessibilité d'outil sur une enveloppe pz 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.				

Table 2 – Design criteria based upon protection type

Design criteria	Type px	Type py	Type pz with indicator	Type pz 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, table 4	IEC 60079-0, table 4	IEC 60079-0, table 4	IEC 60079-0, half the value in table 4
Verifying purge period	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 a zone 1 area	Spark and particle barrier required, see 5.8, unless incandescent particles not normally produced.	No requirement (note 1)	Spark and particle barrier required, see 5.8, unless incandescent particles not normally produced	Spark and particle barrier required, see 5.8, unless incandescent particles not normally produced
Preventing incandescent particles from exiting a normally closed relief vent into a zone 2 area	No requirement (note 2)	No requirement (note 2)	No requirement (note 2)	No requirement (note 2)
Preventing incandescent particles from exiting a vent open to a zone 1 area in normal operation	Spark and particle barrier required, see 5.8	Spark and particle barrier required, see 5.8	Spark and particle barrier required; see 5.8	Spark and particle barrier required, see 5.8
Preventing incandescent particles from exiting a vent open to a zone 2 area in normal operation	Spark and particle barrier required, see 5.8, unless incandescent particles not normally produced	No requirement (note 1)	Spark and particle barrier required, see 5.8, unless incandescent particles not normally produced	Spark and particle barrier required, see 5.8, unless incandescent particles not normally produced
Door/cover requiring a tool to remove	Warning, see 5.3 and 6.2 b) ii)	Warning, see 5.3 (note 1)	Warning, see 5.3 and 6.2 b) ii)	Warning, see 5.3 and 6.2 b) ii)
Door/cover not requiring a tool to remove	Interlock, see 7.12 (no internal hot parts)	Warning, see 5.3 (note 1)	No requirement (note 3)	No requirement (note 3)
Internal hot parts that require a cool-down period before opening enclosure	Comply with 6.2 b) ii)	Not applicable	Warning, see 5.3 and 6.2 b) ii)	Warning, see 5.3 and 6.2 b) ii)
NOTE 1 Subclause 6.2 b) ii) is not applicable for type py since neither hot internal parts nor normally created incandescent particles are permitted. NOTE 2 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. NOTE 3 There is no requirement for marking or tool accessibility on a pz 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 Prescriptions de construction pour enveloppes à surpression interne

5.1 Enveloppe

L'enveloppe à surpression interne doit posséder un degré de protection, conformément au tableau 2.

NOTE Le degré de protection de IP44 peut être prescrit sur un front de taille dans des conditions d'humidité et de poussière.

5.2 Matériaux

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

5.3 Portes et couvercles

5.3.1 Pour le groupe I, les enveloppes à surpression interne, les portes et couvercles doivent soit

- posséder des fermetures spéciales conformes à 9.2 de la CEI 60079-0; ou
- être verrouillés de manière à ce que l'alimentation électrique du matériel non protégé par un mode de protection énuméré en 7.13 de cette norme soit déconnectée automatiquement lorsqu'ils sont ouverts et de sorte que l'alimentation ne puisse être rétablie avant qu'ils ne soient fermés. Les prescriptions de 7.6 doivent s'appliquer également.

5.3.2 Pour les enveloppes à surpression interne du groupe I à surpression interne statique, les portes et couvercles doivent posséder des fermetures spéciales conformes à 9.2 de la CEI 60079-0 et doivent porter le marquage suivant:

MISE EN GARDE – NE PAS OUVRIR DANS UN EMPLACEMENT DANGEREUX.

5.3.3 Pour les enveloppes à surpression interne du groupe II, les prescriptions pour fermetures de 9.2 de la CEI 60079-0 ne s'appliquent pas.

A l'exception de ceux qui peuvent être ouverts uniquement à l'aide d'un outil ou d'une clé, les portes et couvercles doivent être verrouillés de telle sorte que l'alimentation électrique à un matériel électrique non protégé par un mode de protection donné dans l'une des autres normes énumérées dans la CEI 60079-0 soit automatiquement déconnectée en cas d'ouverture, et de telle sorte que l'alimentation électrique ne puisse être rétablie avant leur fermeture.

NOTE Les pressions internes élevées peuvent provoquer l'ouverture violente des portes et couvercles. Il convient que les opérateurs et le personnel de maintenance soient protégés pour éviter les blessures, au moyen de méthodes telles que celles citées ci-après:

- a) utiliser des fermetures multiples 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 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 Pour les enveloppes à surpression interne du groupe II à surpression interne statique, les portes et couvercles doivent uniquement être ouverts au moyen d'un outil, et doivent porter le marquage suivant:

MISE EN GARDE – NE PAS OUVRIR DANS UN EMPLACEMENT DANGEREUX.

5.3.5 Pour le type px, une enveloppe à surpression interne qui contient des parties chaudes exigeant une période de refroidissement ne doit pas s'ouvrir aisément sans l'utilisation d'une clef ou d'un outil.

5 Constructional requirements for pressurized enclosures

5.1 Enclosure

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

NOTE The degree of protection of IP44 may be required on a coal face under humid and dusty conditions.

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 For group I pressurized enclosures, doors and covers shall either

- have special fasteners complying with 9.2 of IEC 60079-0, or
- be interlocked so that the electrical supply to apparatus not protected by a type of protection listed in 7.13 is disconnected automatically when they are opened and so that the supply cannot be restored until they are closed. The requirements of 7.6 shall also apply.

5.3.2 For group I pressurized enclosures with static pressurization, doors and covers shall have special fasteners complying with 9.2 of IEC 60079-0 and shall be marked:

WARNING – DO NOT OPEN IN HAZARDOUS AREA.

5.3.3 For group II pressurized enclosures, the requirements for fasteners in 9.2 of IEC 60079-0 do not apply.

Doors and covers, except for those which can be opened only by the use of a tool or key, shall be interlocked so that the electrical supply to electrical apparatus not protected by a type of protection given in one of the other standards listed in the IEC 60079-0 is disconnected automatically when they are opened and so that the supply cannot be restored until they are closed.

NOTE High internal pressures may cause doors or covers to open violently. Operators and 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 For group II pressurized enclosures with static pressurization, doors and covers shall only be opened by the use of a tool, and shall be marked:

WARNING – DO NOT OPEN IN HAZARDOUS AREA.

5.3.5 For type px, a pressurized enclosure that contains hot parts requiring a cool-down period shall not open readily without the use of a key or tool.

5.4 Résistance mécanique

Les canalisations d'enveloppe à surpression interne, le cas échéant, et leurs parties 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 une pression peut se produire en service susceptible de provoquer une déformation des canalisations d'enveloppe, le cas échéant, ou des parties 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 matériel doit être marqué «X» et les documents descriptifs doivent contenir toute information nécessaire requise par l'utilisateur pour assurer la conformité aux prescriptions de cette norme.

5.5 Orifices, cloisons, compartiments et composants internes

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

NOTE 1 Des zones sans balayage peuvent être éliminées par l'emplacement adapté d'amenée et d'évacuation d'alimentation en gaz de protection et en tenant compte de l'effet des cloisons.

NOTE 2 Pour les gaz ou vapeurs plus lourds que l'air, il convient que l'arrivée pour le gaz de protection soit à proximité du haut de l'enveloppe à surpression interne, avec l'évacuation à proximité du bas de l'enveloppe.

NOTE 3 Pour les gaz ou vapeurs plus légers que l'air, il convient que l'arrivée pour le gaz de protection soit à proximité du bas de l'enveloppe, avec l'évacuation à proximité du haut de l'enveloppe.

NOTE 4 La localisation des amenées et des évacuations sur les côtés opposés de l'enveloppe encourage la ventilation transversale.

NOTE 5 Il convient que des cloisons internes (par exemple 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.

NOTE 6 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 dans lesquels le matériel peut être réparti.

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

NOTE Il est recommandé pour les orifices ne fournissant pas moins de 1 cm² de zone d'orifice pour tous les 1 000 cm³, avec une taille minimale d'orifice d'un diamètre de 6,3 mm, de prévoir un balayage approprié.

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

5.5.4 Les composants à volume interne libre de moins de 20 cm³ ne sont pas considérés comme étant des compartiments internes nécessitant le 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 1 % est fondé sur 25 % de la limite d'explosivité inférieure (LIE) d'hydrogène; voir A.2.

NOTE 2 Des composants électriques considérés comme étant étanches, tels que des transistors, des microcircuits, des condensateurs, etc., ne sont pas inclus dans le calcul du volume total de composant.

5.5.5 Dans le cas de surpression interne statique, l'enveloppe doit posséder un ou plusieurs orifices. Après remplissage et surpression interne, tous les orifices doivent être fermés.

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 apparatus shall be marked "X" and the description documents shall contain all necessary information required by the user to ensure conformity with the requirements of this standard.

5.5 Apertures, partitions, compartments and internal components

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

NOTE 1 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.

NOTE 2 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.

NOTE 3 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.

NOTE 4 Locating inlets and outlets at opposite sides of the enclosure promotes cross ventilation.

NOTE 5 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.

NOTE 6 The number of apertures should be chosen with regard to the design of the apparatus, particular consideration being given to the purging of sub-compartments into which the apparatus might be divided.

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

NOTE 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 should be 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 apparatus.

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

NOTE 2 Electrical components considered to be environmentally sealed such as transistors, microcircuits, capacitors, etc., are not included in the calculation of the total component volume.

5.5.5 In the case of static pressurization, the enclosure shall have one or more aperture(s). After filling and pressurization, all apertures shall be closed.

5.6 Matériaux isolants

Pour le matériel du groupe I, le matériau isolant 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 les coupe-circuits contacteurs, isolateurs) doit posséder au moins une des propriétés suivantes:

- un indice de résistance au cheminement comparatif égal ou supérieur à CTI 400 M, conformément à la CEI 60112;
- un dispositif approprié qui détecte une possible décomposition du matériau isolant à l'intérieur de l'enveloppe conduisant à une condition de danger et qui déconnecte automatiquement l'alimentation électrique de l'enveloppe du côté réseau. La présence et le fonctionnement d'un tel dispositif doivent être vérifiés par la station d'essai;
- les distances dans l'air entre conducteurs nus conformes à celles montrées pour la tension équivalente dans le tableau 4 de la CEI 60664-1 pour un matériau du groupe III d'un degré de pollution 3.

5.7 Etanchéité

Tous les raccordements de câbles et de 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 partie de l'enveloppe.

5.8 Barrière contre étincelles et particules

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

EXCEPTION 1: La barrière contre les étincelles et les particules n'est pas prescrite pour un orifice d'évacuation dans la zone 1 si les particules incandescentes ne sont pas produites de façon normale.

EXCEPTION 2: La barrière contre les étincelles et les particules n'est pas prescrite lors de l'évacuation dans la zone 2 si des particules incandescentes ne sont pas produites de façon normale.

On doit supposer que les particules incandescentes sont produites normalement, 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.

Si le fabricant ne fournit pas de barrières contre les étincelles et les particules, le matériel doit être marqué selon 27.2 i) de la CEI 60079-0.

6 Limites de températures

6.1 Généralités

Le matériel doit être classé suivant les prescriptions relatives à la classification des températures de la CEI 60079-0. La classification doit être déterminée conformément à 6.2 et 6.3.

5.6 Insulating materials

For group I apparatus, insulating material subjected to electrical stresses capable of causing arcs in air and which result from rated currents of more than 16 A (in switching apparatus 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 by the testing station;
- creepage distances between live exposed conductors complying with those shown for the equivalent voltage in material group III of pollution degree 3 in table 4 of IEC 60664-1.

5.7 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.

5.8 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.

EXCEPTION 1: The spark and particle barrier is not required for a normally closed relief vent exhausting into a zone 1 area if incandescent particles are not normally produced.

EXCEPTION 2: The spark and particle barrier is not required when exhausting into a zone 2 area if incandescent particles are not normally produced.

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.

If the manufacturer does not provide the spark and particle barriers, the apparatus shall be marked in accordance with 27.2 i) of IEC 60079-0.

6 Temperature limits

6.1 General

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

6.2 Pour le mode px ou le mode py

La classification des températures doit être fondée sur la plus élevée des températures suivantes, soit

- a) la surface extérieure la plus chaude de l'enveloppe;
- b) la surface intérieure la plus chaude du composant.

Exception: Un composant intérieur peut se situer au-delà de la classification des températures marquées dans les cas suivants:

- i) il est conforme à 5.3 de la CEI 60079-0; ou
- ii) l'enveloppe à surpression interne porte la marquage prescrit en 6.2 de la CEI 60079-0, avec la période de temps suffisante pour permettre au composant de refroidir selon la classification des températures marquées. Il est nécessaire, en cas de cessation de surpression interne, de prendre des mesures appropriées pour empêcher toute atmosphère explosive gazeuse susceptible d'exister d'entrer en contact avec la surface chaude du composant avant qu'elle ne soit refroidie à une température inférieure à la valeur maximale autorisée.

NOTE 1 Cela est réalisable 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.

NOTE 2 Dans une enveloppe py, les parties chaudes susceptibles de provoquer une inflammation pendant une opération normale ne sont pas admises.

6.3 Pour le mode pz

La classification des températures doit être fondée sur la surface extérieure la plus chaude de l'enveloppe.

NOTE En déterminant la classe de température, il convient de prendre en compte tout matériel interne avec sa propre protection qui peut rester sans tension lorsque le système de surpression interne est déconnecté.

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

7.1 Tous les dispositifs de sécurité utilisés pour empêcher le matériel électrique protégé par la surpression interne de causer une explosion doivent eux-mêmes ne pas être en mesure de causer une explosion (voir 7.13) ou doivent être montés à l'extérieur de la zone dangereuse.

7.2 Les dispositifs de sécurité prescrits par cette norme (voir tableau 3) forment des parties liées à la sécurité d'un système de contrôle. Il incombe au fabricant d'estimer que la sécurité et l'intégrité du système de commande sont compatibles avec

- une évaluation unique des défauts, pour le mode px ou le mode py; ou
- un fonctionnement normal, pour le mode pz.

6.2 For type px or type py

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 5.3 of IEC 60079-0, or
- ii) the pressurized enclosure is marked as required in 6.2 of IEC 60079-0, with the time period sufficient to permit the component to cool to the marked temperature class. 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.

NOTE 1 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.

NOTE 2 In a py-enclosure, hot ignition-capable parts in normal operation are not permissible.

6.3 For type pz

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

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

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

7.1 All safety devices used to prevent electrical apparatus protected by pressurization from causing an explosion shall themselves not be capable of causing an explosion (see 7.13) or shall be mounted outside the hazardous area.

7.2 The safety devices required by this standard (see table 3) form safety related parts of a control system. It is the responsibility of the manufacturer to assess that the safety and integrity of the control system is consistent

- with, for type px or type py, a single fault evaluation; or with,
- for type pz, normal operation.

Tableau 3 – Dispositifs de sécurité fondés sur le mode de protection

Critères de conception	Mode px	Mode py	Mode pz
Dispositif de sécurité de détection de la perte de surpression minimale	Capteur de pression; voir 7.9	Capteur de pression; voir 7.9	Indicateur ou capteur de pression; voir 7.9 d)
Dispositif(s) de sécurité de vérification de la période de balayage	Dispositif temporel, capteur de pression, et capteur de débit à l'évacuation, voir 7.6	Marquage du temps et du débit; voir 7.7 c)	Marquage du temps et du débit, voir 7.7 c)
Dispositif de sécurité pour une porte ou un couvercle dont l'ouverture exige un outil	Mise en garde, voir 6.2 b)	Mise en garde, voir 6.2 b)	Pas de prescription
Dispositif de sécurité pour une porte ou un couvercle dont l'ouverture n'exige pas un outil	Verrouillage, voir 7.12 (pas de parties internes chaudes)	Mise en garde, voir 6.2 b) (pas de parties internes chaudes)	Mise en garde, voir 6.2 b)
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 mode de protection puisque les parties chaudes intérieures ne sont pas autorisées	Alarme (dégagement normal non autorisé)

7.3 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 matériel doit être marqué «X» et les documents descriptifs doivent contenir toutes informations nécessaires prescrites par l'utilisateur pour assurer la conformité aux prescriptions de cette norme.

7.4 Pour les systèmes de surpression interne de mode px, un diagramme fonctionnel des séquences doit être fourni par le fabricant, par exemple table de vérité, diagramme d'état, 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 prescrits pour vérifier la conformité au diagramme. Ces essais nécessitent seulement d'être exécutés dans des conditions atmosphériques normales, 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.

7.5 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 des limites fonctionnelles normales, selon la spécification du fabricant.

7.6 Les dispositifs de sécurité doivent être fournis pour empêcher le matériel électrique dans une enveloppe à surpression interne d'être sous tension avant l'exécution du balayage.

Pour le mode px, la séquence des opérations des dispositifs de sécurité doit être la suivante:

- à la suite du lancement de la séquence, le débit de balayage au travers de l'enveloppe à surpression interne et la surpression dans celle-ci doivent être contrôlés conformément à cette norme;
- lorsque le débit minimal de gaz de protection est établi et que la surpression se situe dans les limites spécifiées, la temporisation du balayage peut démarrer;
- après expiration du temps, le matériel électrique est alors prêt à être mis sous tension;
- dans l'éventualité d'un défaut dans toute étape de la séquence, le circuit doit être ré-initialisé tel qu'il était au départ.

Table 3 – Safety devices based upon protection type

Design criteria	Type px	Type py	Type pz
Safety device to detect loss of minimum overpressure	Pressure sensor see 7.9	Pressure sensor, see 7.9	Indicator or pressure sensor, see 7.9 d)
Safety device(s) to verify purge period	Timing device, pressure sensor, and flow sensor at outlet; see 7.6	Time and flow marked, see 7.7 c)	Time and flow marked, see 7.7 c)
Safety device for a door or cover that requires a tool to open	Warning, see 6.2 b)	Warning, see 6.2 b)	No requirement
Safety device for a door or cover that does not require a tool to open	Interlock, see 7.12 (no internal hot parts)	Warning, see 6.2 b) (no internal hot parts)	Warning, see 6.2 b)
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 type since internal hot parts not permitted	Alarm (normal release not permitted)

7.3 The safety devices shall be provided by the manufacturer of the apparatus or by the user. If the manufacturer does not provide the safety devices, the apparatus shall be marked "X" and the description documents shall contain all necessary information required by the user to ensure conformity with the requirements of this standard.

7.4 For type px 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 only be carried out under normal atmospheric conditions unless otherwise specified by the manufacturer.

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

7.5 The manufacturer shall specify the maximum and minimum action levels and tolerances of the safety devices. The safety devices shall be used within the normal operational limits as specified by the manufacturer.

7.6 Safety devices shall be provided to prevent electrical apparatus within a pressurized enclosure becoming energised until purging has been completed.

For type px, the sequence of operations of the safety devices shall be as follows:

- following the initiation of the sequence, the purging flow through and the overpressure in the pressurized enclosure shall be monitored in accordance with this standard;
- when the minimum flow rate of protective gas is achieved and the overpressure is within the specified limits, the purge timer can be started;
- after expiry of the time, the electrical apparatus is then available to be energised;
- in the event of failure of any step in the sequence, the circuit shall be arranged to reset to the beginning.

7.7 Le fabricant doit spécifier les conditions prescrites 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 mode px ou le mode py, le fabricant doit spécifier le débit de balayage minimal et le temps minimal pour satisfaire à l'essai de 16.3 ou 16.4, selon le cas. Le débit de balayage minimal et le temps minimal peuvent être fondés sur un balayage de cinq fois le volume de l'enveloppe si le poste d'essais détermine qu'un tel balayage est approprié sans essai.
- b) Pour le mode pz, le fabricant doit spécifier le débit de balayage minimal et le temps minimal pour assurer que l'enveloppe à surpression interne est soumise au balayage 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 le balayage effectif est démontré par l'essai de 16.3 ou 16.4, selon le cas.
- c) Le débit de balayage doit être contrôlé à l'évacuation de l'enveloppe à surpression interne. Pour le mode px, le débit réel doit être contrôlé. Pour le mode py ou le mode pz, le débit peut être déduit, par exemple, de la pression de l'enveloppe et d'un orifice défini à l'évacuation. Pour le mode py ou le mode pz, une étiquette d'instructions peut être fournie pour le balayage de l'enveloppe à surpression interne avant la mise sous tension du matériel électrique.

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

7.8 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 classification des températures marquées), il est nécessaire de prévoir un ou plusieurs dispositifs de sécurité automatiques pour fonctionner lorsque le débit de gaz de protection à l'évacuation tombe au-dessous de la valeur spécifiée minimale.

7.9 Un ou plusieurs dispositifs de sécurité automatiques doivent être prévus pour fonctionner lorsque la surpression de l'enveloppe à surpression interne tombe au-dessous de la valeur minimale spécifiée par le fabricant.

- a) Le capteur du dispositif de sécurité automatique doit prendre son signal 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 fonctionnement correct des dispositifs de sécurité. Leur emplacement et leur réglage doit prendre en compte les prescriptions de 7.10.

NOTE L'objet pour lequel les dispositifs de sécurité automatiques sont prévus (à savoir mise hors tension, déclenchement d'une alarme ou tout autre moyen pour assurer la sécurité de l'installation) est du ressort de l'utilisateur.

- d) Pour le mode pz, les conditions suivantes doivent être observées si l'enveloppe à surpression interne est équipée d'un indicateur à la place d'un dispositif de sécurité automatique:
 - 1) l'alimentation en gaz de protection doit être équipée d'une alarme pour indiquer une défaillance de l'alimentation en gaz de protection, dans le maintien de la pression minimale de 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 pression ou de commande du débit;
 - 3) toute vanne d'isolation doit
 - porter un marquage conforme à 18.7;
 - être en mesure d'être étanche ou sûre en position ouverte;
 - préciser l'information «ouvert» ou «fermé»;

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

- a) For type px or type py, the manufacturer shall specify the minimum purge flow and time to satisfy the test in 16.3 or 16.4 as appropriate. The minimum purge flow and time may be based upon a five-enclosure-volume purge if the testing station determines that such a purge is adequate without test.
- b) For type pz, 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 16.3 or 16.4 as appropriate.
- c) The purging flow rate shall be monitored at the outlet of the pressurized enclosure. For type px, the actual flow shall be monitored. For type py or type pz, the flow may be deduced, for example, from the enclosure pressure and a defined orifice at the outlet. For type py or type pz, an instruction label shall be provided to permit purging the pressurized enclosure before energizing the electrical apparatus.

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

7.8 When a minimum rate of flow of protective gas is specified by the manufacturer (for example, if internal apparatus 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.

7.9 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 7.10.

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

- d) For type pz, 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 as required in 18.7;
 - be capable of being sealed or secured in the open position;
 - have an indication of whether it is open or closed;

- être immédiatement adjacente à l'enveloppe à surpression interne;
- être utilisée seulement au cours du service de l'enveloppe à surpression interne;
- 4) tout mécanisme de commande de la pression ou du débit, s'il est réglable, nécessite un outil pour le faire 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;

NOTE 1 S'il est utilisé pour indiquer à la fois la pression de l'enveloppe et le débit de balayage, il convient que le débitmètre soit situé sur l'évacuation.

NOTE 2 Pour indiquer seulement la pression, un débitmètre peut être situé n'importe où sur l'enveloppe, sauf à l'arrivée.

NOTE 3 Seulement dans des circonstances exceptionnelles, un débitmètre situé à l'arrivée pourra indiquer la pression dans l'enveloppe ou le débit au travers de l'enveloppe.

- 9) aucune vanne d'isolation ne doit être installée entre l'indicateur et l'enveloppe à surpression interne.

7.10 Une surpression minimale de 50 Pa pour le mode px ou le mode py, et 25 Pa pour le mode pz 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 minimale et maximale en service et le taux de fuite maximal à la surpression maximale.

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

NOTE Il est essentiel pour la sécurité d'une installation d'enveloppes à surpression interne que l'installation des canalisations associées et du compresseur ou du ventilateur n'entraîne pas un danger. Les prescriptions de base pour l'installation des systèmes de canalisation sont données à l'annexe D.

7.11 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 de ce 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 ne nécessite pas 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 mode px, 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 7.13;
- 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;
- c) la remise sous tension du matériel électrique de l'enveloppe à surpression interne concernée est précédée par l'opération de balayage spécifiée en 7.6.

7.12 Pour le type px, les portes et couvercles doivent être verrouillés de telle manière que l'alimentation électrique du matériel électrique non identifié en 7.13 soit interrompue automatiquement lorsqu'ils sont ouverts et de sorte que l'alimentation ne puisse pas être rétablie avant qu'ils ne soient fermés. Les prescriptions de 7.6 s'appliquent également.

- be located immediately adjacent to the pressurized enclosure;
 - be used only during servicing of the pressurized enclosure;
- 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;

NOTE 1 A flowmeter, if used to indicate both enclosure pressure and purging flow, should be located on the outlet.

NOTE 2 A flowmeter, if used only to indicate pressure, may be located anywhere on the enclosure, except the inlet.

NOTE 3 Only in exceptional circumstances will a flowmeter located at the inlet indicate the pressure in the enclosure or the flow through the enclosure.

- 9) no isolating valve shall be fitted between the indicator and the pressurized enclosure.

7.10 A minimum overpressure of 50 Pa for type px or type py, and 25 Pa for type pz 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 overpressure in service and the maximum leakage rate at the maximum overpressure.

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

NOTE It is essential for the safety of an installation of pressurized enclosures that the installation of the associated ducts and of the compressor or fan does not introduce a hazard. The basic requirements for the installation of ducting systems are given in annex D.

7.11 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 apparatus in the pressurized enclosures or initiate the alarm, provided that the following three conditions are met:

- a) for type px, the opening of the door or cover shall be preceded by disconnecting the supply to the electrical apparatus in the particular pressurized enclosure, except if permitted by 7.13;
- 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;
- c) the subsequent connecting of the supply to the electrical apparatus in the particular pressurized enclosure is preceded by the purging procedure specified in 7.6.

7.12 For type px, doors and covers shall be interlocked so that the electrical supply to electrical apparatus not identified in 7.13 is disconnected automatically when they are opened and so that the supply cannot be restored until they are closed. The requirements of 7.6 shall also apply.

EXCEPTION: Les portes et couvercles pouvant être ouverts uniquement au moyen d'un outil ou d'une clé doivent être marqués de l'avertissement suivant: «NE PAS OUVRIR SOUS TENSION».

7.13 Le matériel électrique à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne qui peut être mis sous tension lorsque la protection de mode px ou de mode py n'est pas en fonctionnement doit être protégé par des modes de protection «d», «e», «i», «m», «o», ou «q».

Le matériel électrique dans l'enveloppe à surpression interne qui peut être mis sous tension lorsque la protection de mode pz n'est pas en fonctionnement doit être protégé par des modes de protection «d», «e», «i», «m», «o», «q», «nA» ou «nC».

7.14 Le matériel électrique dans une enveloppe à surpression interne de mode py doit être protégé par des modes de protection «o», «q», «d», «i», «m», «e», «nA» ou «nC».

NOTE L'enveloppe à surpression interne peut servir en tant qu'enveloppe de mode «n» pour le matériel électrique interne.

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

8.1 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 la CEI 60079-0 ou il doit être monté à l'extérieur de la zone dangereuse.

8.2 Le gaz de protection doit être inerte. La concentration en oxygène après le remplissage avec un gaz inerte doit être inférieure à 1 % par volume.

8.3 Des sources internes de dégagement ne sont pas autorisées.

8.4 L'enveloppe à surpression interne doit être remplie d'un gaz inerte dans un emplacement non dangereux en suivant la procédure spécifiée par le fabricant.

8.5 Deux dispositifs de sécurité automatiques pour le mode px ou le mode py ou un dispositif de sécurité automatique pour le mode pz 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 automatiques de sécurité ne doivent pouvoir être ré-armés qu'au moyen d'un outil ou d'une clé.

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

8.6 Les matériels électriques contenus dans l'enveloppe à surpression interne qui peuvent être mis sous tension lorsque le mode de protection «p» n'est pas en service doivent être protégés par l'un des modes de protection énumérés en 7.13.

8.7 Le niveau minimal de surpression interne 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 à 6.2 de la CEI 60079-0, avec un minimum de 1 h. Le niveau minimal de surpression ne doit pas être inférieur à 50 Pa au-dessus de la pression extérieure dans des conditions les plus défavorables spécifiées en service normal.

EXCEPTION: Doors and covers that can be opened only by the use of a tool or key and shall be marked with the warning: "DO NOT OPEN WHEN ENERGISED".

7.13 Electrical apparatus within the pressurized enclosure that may be energised when type px or type py protection is not in operation shall be protected by types of protection "d", "e", "i", "m", "o" or "q".

Electrical apparatus within the pressurized enclosure that may be energised when type pz protection is not in operation shall be protected by types of protection "d", "e", "i", "m", "o", "q", "nA" or "nC".

7.14 Electrical apparatus within a type py pressurized enclosure shall be protected by types of protection "o", "q", "d", "i", "m", "e", "nA" or "nC".

NOTE The pressurized enclosure may serve as the type "n" enclosure for the internal electrical apparatus.

8 Safety provisions and safety devices for static pressurization

8.1 All safety devices used to prevent electrical apparatus 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 or shall be mounted outside the hazardous area.

8.2 The protective gas shall be inert. The concentration of oxygen after filling with inert gas shall be less than 1 % by volume.

8.3 Internal sources of release are not permitted.

8.4 The pressurized enclosure shall be filled with inert gas in a non-hazardous area using the procedure specified by the manufacturer.

8.5 Two automatic safety devices for type px or type py or one automatic safety device for type pz 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 apparatus is in service. The automatic safety devices shall only be capable of being reset 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 the responsibility of the user.

8.6 Electrical apparatus within the pressurized enclosure that may be energised when type of protection "p" is not in operation shall be protected by one of the types of protection listed in 7.13.

8.7 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 6.2 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 Alimentation en gaz de protection

9.1 Type de gaz

Le gaz de protection doit être ininflammable. Le fabricant doit spécifier le gaz de protection et toute alternative permise.

NOTE 1 En raison de ses caractéristiques chimiques ou des impuretés qu'il peut contenir, il convient que le gaz de protection ne réduise pas l'efficacité du mode de protection «p», ou n'affecte pas défavorablement le fonctionnement satisfaisant et l'intégrité des matériels inclus.

NOTE 2 Air d'une qualité d'instrument normale, azote, ou tout autre gaz ininflammable considéré comme gaz de protection acceptable.

NOTE 3 Lorsqu'un gaz inerte est utilisé, il existe un risque d'asphyxie. C'est pourquoi il convient qu'un avertissement adapté figure sur l'enveloppe. En alternative, il convient de fournir un moyen approprié de balayer l'enveloppe afin d'enlever le gaz inerte avant l'ouverture des portes ou des couvercles.

9.2 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.

NOTE Si nécessaire, il convient que des mesures soient prises pour éviter la condensation ou la congélation.

10 Matériels à surpression interne à source interne de dégagement

Les conditions de dégagement, les prescriptions de conception de systèmes de confinement, les techniques appropriées de surpression interne, 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 d'au moins 50 Pa supérieure à la pression maximale spécifiée pour le système de confinement et un dispositif automatique de sécurité est prévu pour fonctionner si la différence de pression descend au-dessous de 50 Pa.

NOTE Le but pour lequel le signal émis par le dispositif automatique de sécurité est utilisé (c'est-à-dire la mise hors tension ou le déclenchement d'une alarme ou tout autre moyen pour maintenir la sécurité de l'installation) est de la responsabilité de l'utilisateur.

Les conditions à remplir dans ce paragraphe imposent que le matériel soit marqué «X» conformément à 27.2 i) de la CEI 60079-0.

9 Supply of protective gas

9.1 Type of gas

The protective gas shall be non-flammable. The manufacturer shall specify the protective gas and any alternative permitted.

NOTE 1 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 apparatus.

NOTE 2 Air of normal instrument quality, nitrogen, or other non-flammable gas is considered acceptable as a protective gas.

NOTE 3 When an inert gas is used, a risk of asphyxiation exists. Therefore a suitable warning should be affixed to the enclosure. Alternatively, a suitable means of purging the enclosure to remove the inert gas prior to the opening of doors or covers should be provided.

9.2 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.

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

10 Pressurized apparatus with an internal source of release

The release conditions, containment system design requirements, the appropriate pressurization techniques and the restrictions on ignition-capable apparatus 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 LEL; 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 the responsibility of the user.

The conditions to be met in this subclause require the apparatus to be marked "X" in accordance with 27.2 i) of IEC 60079-0.

11.2 Dégagement limité de gaz ou de vapeur

La quantité de substance inflammable dégagée dans l'enveloppe à surpression interne doit être prévisible dans toutes les conditions de défauts de système de confinement; voir 12.3.

NOTE Pour les besoins de cette norme, le dégagement d'un gaz liquéfié est considéré comme un dégagement de gaz.

11.3 Dégagement limité d'un 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 l'enveloppe à surpression interne et des conséquences afférentes.

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

12 Prescriptions de conception pour le système de confinement

12.1 Prescriptions générales de conception

La conception et la construction du système de confinement, qui déterminent si une fuite est susceptible de se produire, doivent être fondées sur les conditions de service les plus défavorables spécifiées par le fabricant.

Le système de confinement doit être soit infaillible, soit avoir un dégagement limité lors d'un 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, les modes et conditions de fonctionnement de la substance inflammable qu'il peut contenir et la ou les quantités de dégagement prévues en des emplacements donnés doivent être fournis par le fabricant, afin que le système de confinement puisse être comme un système de confinement infaillible (12.2) ou un système de confinement à dégagement limité (12.3).

12.2 Système de confinement infaillible

Le système de confinement doit être constitué de tubes, tuyaux ou récipients métalliques, en céramique ou en verre qui n'ont aucune liaison mobile. Les joints doivent être réalisés par soudure, brasure, par scellement de verre au métal ou par méthodes eutectiques ¹⁾.

Les alliages de soudure à basse température tels que les composés plomb/étain ne sont pas admis.

NOTE Il convient que le fabricant prenne en considération avec attention les dommages à l'encontre d'un système de confinement potentiellement fragile du fait de conditions de fonctionnement défavorables. Les conditions de fonctionnement défavorables devant faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur peuvent comprendre des vibrations, des chocs thermiques et des opérations de maintenance lorsque des portes ou des couvercles d'accès de l'enveloppe à surpression interne sont ouverts.

¹⁾ Une 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 étant reliés.

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.

NOTE For the purpose 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

The 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.

NOTE The manufacturer should carefully consider damage to a potentially fragile containment system by adverse operating conditions. Adverse operating conditions to be agreed between manufacturer and user may include vibration, thermal shock and maintenance operations when doors or access covers of the pressurized enclosure are open.

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.

12.3 Système de confinement à dégagement limité

La conception d'un système de confinement à dégagement limité doit être telle que le débit 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 entrant dans le système de confinement et provenant du procédé. 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.

Il n'est pas nécessaire que le débit provenant du procédé, dans le système de confinement, soit limité si le taux de dégagement maximal provenant du système de confinement dans l'enveloppe à surpression interne peut être prévu. Il est possible de remplir cette condition lorsque

- a) le système de confinement comprend des parties reliées qui répondent individuellement aux prescriptions de 12.2 et les liaisons entre les parties sont construites de telle manière que le taux de dégagement maximal puisse être prévisible et que les liaisons sont fixées de façon permanente; et/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 répond par ailleurs aux prescriptions de 12.2.

Si le limiteur de débit n'est pas une partie du matériel, l'enveloppe à surpression interne doit être marquée «X». La condition particulière en vue d'une utilisation sans danger doit spécifier le débit et la pression maximale 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.

NOTE 1 Des joints élastomères, des fenêtres et autres parties non métalliques du système de confinement sont permis. Des tubes filetés, des joints de compression (par exemple des raccords de compression métalliques) et des joints à bride sont également autorisés.

NOTE 2 Il convient que l'utilisateur prenne en compte la formation éventuelle d'un mélange inflammable dû à l'éventualité de pénétration d'air dans le système de confinement et les précautions complémentaires qui en résultent pouvant être nécessaires.

13 Gaz de protection et techniques de surpression interne

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 la tabulation du gaz de protection autorisé.

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; and/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 apparatus, the pressurized enclosure shall be marked "X". The special condition for safe use shall specify 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.

NOTE 1 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.

NOTE 2 Consideration should be given by the user 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.

13 Protective gas and pressurizing techniques

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.

Tableau 4 – Prescriptions 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	LSE < 80 %	LSE > 80 %	LSE < 80 %	LSE > 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 compensation de l'enveloppe à surpression 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 à une source d'inflammation potentielle, c'est-à-dire à l'extérieur de la zone de dilution. L'annexe F fournit des exemples de la façon dont les cloisons internes peuvent être utilisées pour assurer que des sources d'inflammations potentielles sont à l'extérieur de la zone de la 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 internes 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 un 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 d'oxygène dans la substance inflammable ne doit pas excéder 2 % (V/V).

Il ne doit pas y avoir de dégagement normal (voir annexe E) de la substance inflammable.

La LSE de la substance inflammable ne doit pas excéder 80 %.

NOTE 1 Il est difficile ou impossible de protéger un matériel en utilisant la compensation des fuites avec un gaz inerte lorsque la substance inflammable peut réagir avec peu ou pas d'oxygène, c'est-à-dire qu'elle a une LSE supérieure à 80 %.

NOTE 2 Si la substance inflammable a une LSE supérieure à 80 %, ou si elle a une concentration d'oxygène dépassant 2 % (V/V), ou s'il existe un dégagement normal (voir annexe E) de la substance inflammable, alors il convient que le débit continu selon 13.3 soit utilisé pour la dilution de la substance inflammable.

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	UEL < 80 %	UEL > 80 %	UEL < 80 %	UEL > 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 UEL of the flammable substance shall not exceed 80 %.

NOTE 1 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 UEL greater than 80 %).

NOTE 2 If the flammable substance has a UEL 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 in accordance with 13.3 should be used to dilute the flammable substance.

13.3 Surpression interne avec dilution

13.3.1 Pas de dégagement

Le gaz de protection doit être de l'air ou du gaz inerte.

13.3.2 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, c'est-à-dire 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 LIE;
- 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 LSE supérieure à 80 %, de l'air doit être utilisé pour diluer tout dégagement à une concentration ne dépassant pas 25 % de la LIE.

NOTE Il est nécessaire de diluer à 25 % de la LIE lorsque la substance inflammable est capable de réagir avec peu ou pas d'oxygène du tout, c'est-à-dire qu'elle a une LSE supérieure à 80 %.

13.3.3 Dégagement limité de liquide

Le gaz de protection doit être inerte et les dispositions de 13.3.2 b) doivent être satisfaites. Il ne doit y avoir aucun dégagement normal (voir annexe E) de la substance inflammable.

14 Matériels susceptibles de provoquer une inflammation

Les matériels électriques dans la zone de dilution doivent être protégés par un mode de protection cité dans le tableau 5. Font exception à cette prescription 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 – Modes de protection autorisés dans la zone de dilution

Le dégagement interne est	Mode px, mode py	Mode pz
anormal	d,e,i,m,o,q	d,e,i,m,o,q,nA,nC
normal	ia	ia

NOTE 1 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 prendre le parcours le plus court possible pour quitter l'enveloppe à surpression interne, sans passer près des matériels susceptibles de provoquer une inflammation.

NOTE 2 L'utilisation d'un arrête-flamme peut être nécessaire pour éviter le retour dans l'équipement d'une inflammation 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 possédant une température qui dépasse la température d'inflammation de la substance inflammable potentiellement dégagée du 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.

13.3 Pressurization with dilution

13.3.1 No release

The protective gas shall be air or inert gas.

13.3.2 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 LEL;
- 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 UEL greater than 80 %, any release shall be diluted with air to a concentration not exceeding 25 % of the LEL.

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

13.3.3 Limited release of a liquid

The protective gas shall be inert and the provisions of 13.3.2 b) shall be complied with. There shall not be any normal release (see annex E) of the flammable substance.

14 Ignition-capable apparatus

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

Table 5 – Protection types permitted within the dilution area

Internal release is	Type px, type py	Type pz
abnormal	d,e,i,m,o,q	d,e,i,m,o,q,nA,nC
normal	ia	ia

NOTE 1 Generally, any internal source of release should be near to the outlet and any ignition-capable apparatus 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 apparatus.

NOTE 2 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.

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 LIE 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 être telles qu'elles empêchent un mélange significatif de l'air externe avec du gaz inerte interne (ou du gaz ou de la vapeur inflammable interne) au cours de la période de refroidissement. L'entrée de l'air externe ne doit pas augmenter la concentration d'oxygène à une valeur supérieure à 2 % (V/V).

L'enveloppe à surpression interne doit porter une marque d'avertissement indiquant le délai à observer entre l'enlèvement de la source de chaleur à l'intérieur de l'enveloppe à surpression interne et l'ouverture de toutes portes ou tous couvercles. Ce délai doit être le plus long des 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 inférieure à la classe de température de l'enveloppe à surpression interne.

16 Vérification et essais de type

16.1 Essai de surpression maximale

Une surpression égale à 1,5 fois la surpression maximale spécifiée ou 200 Pa, quelle que soit la plus élevée, doit être appliquée à l'enveloppe à surpression interne ainsi que, lorsqu'ils sont une partie intégrante de l'enveloppe, les canalisations associées et leurs raccordements.

La pression d'essai doit être appliquée pour une période de $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$.

L'essai est considéré comme satisfaisant si aucune déformation permanente, susceptible de remettre en cause le mode de protection, ne se produit.

16.2 Essai de fuite

16.2.1 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'amenée, l'ouverture de sortie étant fermée.

Le débit mesuré ne doit pas être supérieur au débit de fuite maximal spécifié par le fabricant.

16.2.2 Dans le cas de surpression interne statique, la pression dans l'enveloppe à surpression interne doit être réglée à la surpression maximale qui peut 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 8.7. La variation de pression ne doit pas être supérieure à la surpression minimale spécifiée pour un service normal.

16.3 Essai de balayage pour enveloppes à surpression interne sans source interne de dégagement (la technique de surpression interne peut être la compensation des fuites ou le débit continu) et essai de procédure de remplissage pour surpression interne statique

16.3.1 Enveloppe à surpression interne dont le gaz de protection est de l'air

L'enveloppe à surpression interne doit être préparée pour l'essai conformément à la description de l'annexe A. L'enveloppe à surpression interne doit être remplie de gaz d'essai à une concentration au moins égale à 70 % en tout 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

Additionally,

- a) 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 LEL 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 with a warning stating the delay to be observed between the removal of the source of heat within the pressurized enclosure and the opening of any doors or covers. 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 Maximum overpressure test

A pressure equal to 1,5 times the maximum overpressure specified 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 $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$.

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

16.2 Leakage test

16.2.1 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.

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

16.2.2 In the case of 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 8.7. The change of pressure shall be not greater than the minimum overpressure specified for normal service.

16.3 Purging test for pressurized enclosures with no internal source of release (pressurization technique may be leakage compensation or continuous flow) and filling procedure test for static pressurization

16.3.1 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 clause A.2 shall be measured and noted as the purging time. If a second test is required,

celle spécifiée à l'article A.2 doit être mesuré et consigné comme temps de balayage. Si un deuxième essai est prescrit, 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 minimale de balayage 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.

16.3.2 Enveloppe à surpression interne dont le gaz de protection est un gaz inerte

L'enveloppe à surpression interne doit être préparée pour l'essai conformément à la description de l'annexe A. L'enveloppe doit être remplie initialement avec de l'air à une 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 à l'article A.3 doit être mesuré et consigné comme temps de balayage.

La durée minimale de balayage spécifiée par le fabricant ne doit pas être inférieure au temps de balayage mesuré.

16.3.3 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 %

Lorsqu'en alternative, l'air et le gaz inerte sont permis comme gaz de protection avec le même temps de balayage, le temps de balayage doit être mesuré par la méthode spécifiée en 16.3.1.

16.3.4 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 indications du fabricant. On doit alors vérifier qu'il n'y a pas de point d'échantillonnage avec une concentration d'oxygène supérieure à 1 % (V/V), par rapport aux conditions atmosphériques.

16.4 Essais de balayage et de dilution pour une enveloppe à surpression interne avec une source interne de dégagement

16.4.1 Gaz d'essai

Le choix du ou des gaz d'essai doit tenir compte à la fois des gaz extérieurs et des substances inflammables dégagés à l'intérieur.

16.4.2 Enveloppe à surpression interne lorsque la substance inflammable possède moins de 2 % (V/V) d'oxygène et que le gaz de protection est inerte

16.4.2.1 Essai de balayage

Cet essai doit être effectué en utilisant la procédure d'essai spécifiée en 16.3.2. La valeur minimale du débit de balayage ne doit pas être inférieure à la valeur maximale de dégagement provenant du 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.

NOTE 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 %.

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.

16.3.2 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 clause 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.

16.3.3 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 16.3.1.

16.3.4 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 apparatus 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.

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

16.4.1 Test gas

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

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

16.4.2.1 Purging test

The test shall be carried out using the test procedure specified in 16.3.2. 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.

NOTE 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 %.

16.4.2.2 Essai de dilution

Un essai de dilution n'est pas prescrit parce que la substance inflammable ne contient pas plus de 2 % (V/V) d'oxygène.

16.4.3 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

16.4.3.1 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 débit 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 jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de points d'échantillonnage avec une concentration en oxygène supérieure à celle qui est spécifiée à l'article 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.

16.4.3.2 Essai de dilution

Immédiatement après l'essai de balayage spécifié en 16.4.3.1, 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 16.4.3.1.

La concentration d'oxygène mesurée pendant une période de temps d'au moins 30 min ne doit pas dépasser la concentration spécifiée à l'article A.3.

Une quantité d'air contenant une quantité d'oxygène équivalente à celle qui est 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 d'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 à l'article 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.

16.4.4 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

16.4.4.1 Essai de balayage

L'essai doit être effectué en utilisant la procédure d'essai spécifiée en 16.3.1.

16.4.2.2 Dilution test

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

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

16.4.3.1 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 apparatus 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 clause 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.

16.4.3.2 Dilution test

Immediately after the purging test specified in 16.4.3.1, 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 16.4.3.1.

The oxygen concentration measured over a period of time not less than 30 min shall not exceed the concentration as specified in clause 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 apparatus, that is outside the dilution area, shall not exceed 1,5 times the oxygen concentration specified in clause 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.

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

16.4.4.1 Purging test

The test shall be carried out using the test procedure specified in 16.3.1.

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 débit 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 jusqu'à ce qu'il n'y ait pas de point d'échantillonnage avec une concentration en gaz d'essai supérieure à celle qui est spécifiée à l'article A.2 doit être mesuré.

Si un deuxième essai est prescrit, 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 minimal 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.

16.4.4.2 Essai de dilution

Immédiatement après l'essai de balayage spécifié en 16.4.4.1, 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 16.4.3.1.

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 à l'article A.2.

Une quantité de gaz d'essai équivalente 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 à l'article 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 deuxième essai est prescrit, l'essai doit être répété 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.

16.5 Vérification de la surpression minimale

Un essai doit être effectué pour vérifier que le système de surpression interne est capable de fonctionner et de maintenir une surpression conforme à 7.10 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.

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 apparatus, that are outside the dilution area.

The time taken until there is no sample point where there is a test gas concentration exceeding that specified in clause 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.

16.4.4.2 Dilution test

Immediately after the purging test specified in 16.4.4.1 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 16.4.3.1.

The test gas concentration measured during a time period of not less than 30 min shall not exceed that specified in clause 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 apparatus, that is outside the dilution area, shall not exceed twice the value specified in clause 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.

16.5 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 7.10 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.

16.6 Essais pour un système de confinement infaillible

NOTE Ces essais sont effectués sur un système de confinement conçu pour être infaillible.

16.6.1 Essai de surpression

Une pression d'essai d'au moins 5 fois la surpression interne maximale spécifiée pour un service normal, avec un minimum de 1 000 Pa, doit être appliquée au système de confinement pour une période de $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$. Le système de confinement doit être soumis à l'essai dans des 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 comme satisfaisant si aucune déformation permanente ne se produit et si l'essai spécifié en 16.6.2 est satisfaisant.

16.6.2 Essai d'infailibilité

- a) Le système de confinement doit être entouré d'hélium à une pression égale à la pression maximale spécifiée pour un service normal. Le système de confinement doit être vidé jusqu'à une pression absolue de 0,1 Pa ou mieux. Un diagramme schématique de cet essai figure à l'annexe G.
- b) En variante, le système de confinement doit être placé dans une chambre à vide et être alimenté en hélium sous la pression maximale spécifiée pour le service normal. La chambre à vide doit être vidée à une pression absolue de 0,1 Pa ou mieux.

L'essai est considéré comme satisfaisant si une pression absolue de 0,1 Pa peut être maintenue avec le fonctionnement du système d'évacuation.

16.7 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 maximale interne 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 comme satisfaisant si aucune déformation permanente ne se produit.

16.8 Capacité de vérification de l'enveloppe à surpression interne pour limiter la pression interne

16.8.1 Cet essai est applicable lorsqu'une enveloppe est conçue pour utilisation avec de l'air comprimé (ou tout autre gaz comprimé) et lorsque des dispositifs de fuites, des orifices ou des dispositifs de délestage de pression sont utilisés pour limiter la surpression maximale lorsqu'un régulateur échoue.

AVERTISSEMENT – LES ESSAIS SUIVANTS PEUVENT ÊTRE FONDAMENTALEMENT
DANGEREUX, SAUF SI DES PROTECTIONS APPROPRIÉES SONT EMPLOYÉES
POUR LE PERSONNEL ET LES BIENS.

16.8.2 Le système de surpression interne et l'enveloppe doivent être soumis à l'essai en utilisant la pression d'alimentation assignée maximale ou une pression de 690 kPa, à savoir celle des deux qui est supérieure, appliquée à l'arrivée du système de surpression interne. Le régulateur dans le système de surpression interne doit être contourné pour simuler une défaillance du régulateur.

NOTE La pression de 690 kPa représente une pression maximale pour une alimentation en air d'instrument type.

16.6 Tests for an infallible containment system

NOTE These tests are carried out on a containment system designed to be infallible.

16.6.1 Overpressure test

A test pressure of at least 5 times the maximum internal overpressure 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 16.6.2 is passed.

16.6.2 Infallibility test

- The containment system shall be surrounded by helium at a pressure equal to the maximum pressure specified for normal service. The containment system shall be evacuated down to an absolute pressure of 0,1 Pa or better. A schematic diagram of this test is given in annex G.
- Alternatively the containment system shall be located in a vacuum chamber and be connected to a helium supply at the maximum pressure specified for normal service. The vacuum chamber shall be evacuated down to an absolute pressure of 0,1 Pa or better.

The test is considered satisfactory if an absolute pressure of 0,1 Pa can be maintained with the evacuating system operating.

16.7 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.

16.8 Verifying ability of the pressurized enclosure to limit internal pressure

16.8.1 This test is applicable when an enclosure is designed for use with compressed air (or other compressed gas) and where leakage, vents, or pressure relief devices are relied upon to limit the maximum overpressure when a regulator fails.

WARNING – THE FOLLOWING TESTS CAN BE INHERENTLY DANGEROUS UNLESS ADEQUATE SAFEGUARDS FOR PERSONNEL AND PROPERTY ARE EMPLOYED.

16.8.2 The pressurization system and enclosure shall be tested using the maximum rated supply pressure or 690 kPa, whichever is the greater, applied to the inlet of the pressurization system. The regulator in the pressurization system shall be by-passed to simulate failure of the regulator.

NOTE The 690 kPa pressure represents a maximum pressure for a typical instrument air supply.

16.8.3 Toutes les ouvertures doivent être fermées, à l'exclusion des orifices et des dispositifs de délestage de la pression, qui peuvent être fermés pendant un service normal du matériel.

16.8.4 La pression interne mesurée ne doit pas dépasser la surpression maximale spécifiée.

17 Essais individuels

17.1 Essais fonctionnels

La performance des dispositifs de sécurité doit être vérifiée.

17.2 Essai de fuite

La fuite du gaz de protection doit être soumise à l'essai comme cela est spécifié en 16.2.

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 16.6.

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 16.7.

18 Marquage

18.1 L'enveloppe à surpression interne doit être marquée conformément aux prescriptions de la CEI 60079-0.

18.2 Lorsque des marquages d'avertissement sont prescrits par cette norme, le texte qui suit le mot «AVERTISSEMENT» peut être remplacé par un texte techniquement équivalent. Des avertissements multiples peuvent être combinés en un seul avertissement équivalent.

18.3 Les informations supplémentaires suivantes doivent aussi être marquées, si elles sont applicables:

- a) la catégorie de surpression interne, pour suivre le mode de marquage de protection «p», prescrit par la CEI 60079-0, c'est-à-dire px, py, ou pz;
- b) la quantité minimale de gaz de protection prescrite 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 (si applicable);

NOTE 1 Il incombe à l'utilisateur d'augmenter la quantité de gaz de protection pour assurer le balayage des canalisations.

NOTE 2 Pour le mode pz et le mode py, la pression minimale peut être utilisée à la place du débit si la pression est une indication positive du débit correct (voir 7.7 c)).

- c) type de gaz de protection lorsque ce n'est pas de l'air;
- d) surpression minimale et maximale;
- e) débit minimal de gaz de protection;
- f) pression d'alimentation minimale et maximale au système de surpression interne;
- g) débit maximal de fuite provenant de l'enveloppe à surpression interne;

16.8.3 All openings, excluding vents and pressure relief devices, that can be closed during normal operation of the equipment shall be closed.

16.8.4 The measured internal pressure shall not exceed the specified maximum overpressure.

17 Routine tests

17.1 Functional test

The performance of safety devices shall be verified.

17.2 Leakage test

The leakage of protection gas shall be tested as specified in 16.2.

17.3 Tests for an infallible containment system

An infallible containment system shall be tested as specified in 16.6.

17.4 Test for a containment system with a limited release

The containment system shall be tested as specified in 16.7.

18 Marking

18.1 The pressurized enclosure shall be marked in accordance with the requirements of IEC 60079-0.

18.2 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.

18.3 The following supplementary information shall also be marked as appropriate:

- a) the pressurization category to follow the IEC 60079-0 required type of protection marking "p", that is px, py, or pz;
- 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 the responsibility of the user to increase the quantity of protective gas to ensure purging of the ducts.

NOTE 2 For type pz and type py, the minimum pressure may be used in place of the flow rate if the pressure is a positive indication of the correct flow; see 7.7 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) une température spéciale ou une plage de températures pour le gaz de protection à l'entrée de l'enveloppe à surpression interne lorsque cela est spécifié par le fabricant;
- i) le ou les points auxquels la pression doit être contrôlée, sauf s'ils sont indiqués dans la documentation appropriée.

18.4 Enveloppe à surpression interne avec un système de confinement, devant de plus, être marquée comme suit, le cas échéant:

- a) la pression maximale d'entrée pour le système de confinement;
- b) le débit maximal dans le système de confinement;
- c) une restriction selon laquelle il faut que la concentration d'oxygène de la substance inflammable ne dépasse pas 2 %;
- d) une restriction selon laquelle il faut que la substance inflammable ne possède pas une LSE supérieure à 80 %.

18.5 L'enveloppe à surpression interne protégée par surpression interne statique doit être marquée comme suit:

AVERTISSEMENT – CETTE ENVELOPPE EST PROTÉGÉE PAR LA SURPRESSION
INTERNE STATIQUE. CETTE ENVELOPPE DOIT ÊTRE UNIQUEMENT REMPLIE
DANS UN EMPLACEMENT NON DANGEREUX SELON LES INSTRUCTIONS
DU FABRICANT.

18.6 S'ils font l'objet d'une certification, le système de surpression interne et les dispositifs de sécurité associés doivent être marqués [Ex p].

18.7 Lorsque l'exige le paragraphe 7.9 d) 3), la vanne doit être marquée comme suit:

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

NOTE Cette vanne est destinée à rester ouverte sauf si la zone est connue pour être exempte d'atmosphère explosive gazeuse ou sauf si le matériel dans l'enveloppe à surpression interne est mis hors tension et refroidi.

18.8 Lorsque les instructions exigent la limitation de la pression par l'utilisateur, la pression de fonctionnement maximale doit être marquée sur l'enveloppe. Les instructions doivent contenir les prescriptions suivantes au choix:

- a) prescriptions pour l'utilisateur d'installer une alimentation en gaz de protection ne dépassant pas la pression de fonctionnement maximale de l'enveloppe dans des conditions de défaut unique. Il convient que le défaut se signale de lui-même. La protection peut être soit munie d'un régulateur redondant, soit d'une vanne de délestage de pression externe qui est capable de traiter le débit maximal; ou
- b) prescriptions pour l'utilisateur d'utiliser seulement un système de ventilateur et non pas d'air comprimé pour l'alimentation en gaz de protection.

La conformité est vérifiée par contrôle des instructions et des marquages.

18.9 Les enveloppes à surpression interne utilisant le gaz inerte comme gaz de protection doivent être marquées comme suit:

AVERTISSEMENT – CETTE ENVELOPPE CONTIENT DU GAZ INERTE ET PEUT
CONSTITUER UN DANGER D'ASPHYXIE. CETTE ENVELOPPE CONTIENT AUSSI
UNE SUBSTANCE INFLAMMABLE QUI PEUT SE SITUER DANS DES LIMITES
D'INFLAMMABILITÉ LORS D'UNE EXPOSITION À L'AIR.

- 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 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 must not exceed 2 %;
- d) a restriction that the flammable substance shall not have a UEL higher than 80 %.

18.5 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 and associated safety devices, if certified separately, shall be marked [Ex p].

18.7 Where required by 7.9 d) 3), the valve shall be marked:

WARNING – PROTECTIVE GAS SUPPLY VALVE –
FOLLOW INSTRUCTIONS BEFORE CLOSING

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 apparatus within the pressurized enclosure is de-energised and cooled.

18.8 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:

- a) 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
- b) 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 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.

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 il est considéré que le gaz d'essai persiste probablement le plus 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 d'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'influencent pas de façon significative l'essai.

Si nécessaire, les orifices dans l'enveloppe à surpression interne peuvent être fermés pour permettre à l'enveloppe à surpression interne d'être remplie avec les gaz d'essais spécifiés, à condition qu'ils soient rouverts pour les essais de balayage et de dilution.

Lorsque l'air est utilisé 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 potentiellement 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;
- dans le cas d'un seul gaz spécifié, un seul essai doit être effectué avec un gaz d'essai ayant une densité dans les limites de ± 10 % du gaz spécifié;
- lorsqu'il est prescrit de couvrir tous les gaz inflammables, deux essais doivent être effectués. Un essai doit être effectué pour couvrir des gaz plus légers que l'air avec comme gaz d'essai l'hélium. Le second essai doit être effectué pour couvrir des gaz plus lourds que l'air avec comme gaz d'essai l'argon ou le dioxyde de carbone.

NOTE De façon générale, il convient que les gaz d'essai soient inflammables et non toxiques.

A.2 Critère de conformité lorsque le gaz de protection est de l'air

La concentration du gaz d'essai aux points d'échantillonnage après balayage et si applicable après dilution ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

- une valeur équivalente à 25 % de la LIE la plus défavorable lorsque des essais ont été effectués pour des gaz inflammables spécifiques;
- une valeur équivalente à 25 % de la LIE lorsqu'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 lorsque tous les gaz inflammables sont couverts.

NOTE Ces valeurs correspondent respectivement à approximativement 25 % de la LIE pour les gaz inflammables légers et lourds.

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 apparatus, 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 potentially flammable gases shall be specified and test gas(es) chosen having densities within $\pm 10\%$ 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 $\pm 10\%$ of the specified gas;
- when it is required to cover all flammable gases, two tests shall be carried out. One test shall be done to cover lighter-than-air gases using helium as the test gas. The second test shall be done to cover heavier-than-air gases using either argon or carbon dioxide as the test gas.

NOTE Generally, 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 LEL;
- where one specific flammable gas is covered, a value equivalent to 25 % of its LEL;
- 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 LEL for light and heavy flammable gases respectively.

A.3 Critère de conformité lorsque 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).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-2:2001

Withdrawn

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).

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-2:2001

Withdrawn

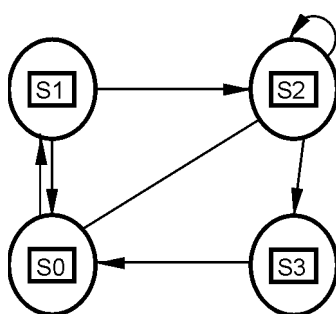
Annexe B (informative)

Exemples de diagramme de séquence fonctionnel

Ce qui suit est un exemple des informations à fournir par le fabricant pour un système de commande simple destiné à une enveloppe à surpression interne avec compensation des fuites.

Tableau B.1 – Table de vérité d'un système de commande de balayage pour compensation de fuite

SO	S1	S2	S3	MOP	XOP	PFLD	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



IEC 2311/2000

Figure B.1 – Diagramme d'état d'un système de commande de balayage pour compensation de fuite

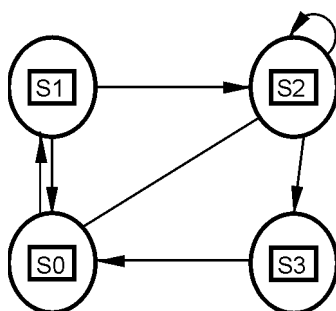
Annex B (informative)

Examples of functional sequence diagram

The following is 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

SO	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



IEC 2311/2000

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

DÉFINITIONS LOGIQUES DE LA COMPENSATION DE FUITE

Surpression maximale en excès = [XOP]

Surpression > 50 Pa (25 Pa pour pz) = [MOP]

Débit de balayage > minimum = [PFLO]

Temps de balayage incomplet = $\overline{[PTIM]}$

Temps de balayage complet = [PTIM]

Etat 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. Des transitions entre états sont uniquement permises selon les chemins définis par les flèches et dans les directions données par celles-ci. Les conditions logiques pour l'occupation de chaque état sont uniquement définies par des expressions logiques booléennes. Toutes les combinaisons des conditions d'entrée sont indiquées dans la table. D'autres systèmes avec davantage de dispositifs de contrôle peuvent être décrits par cette méthode, à condition que chaque état de fonctionnement soit défini uniquement par ses entrées.

LEAKAGE-COMPENSATION LOGICAL DEFINITIONS

Exceeds maximum overpressure = [XOP]

Overpressure > 50 Pa (25 Pa for pz) = [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

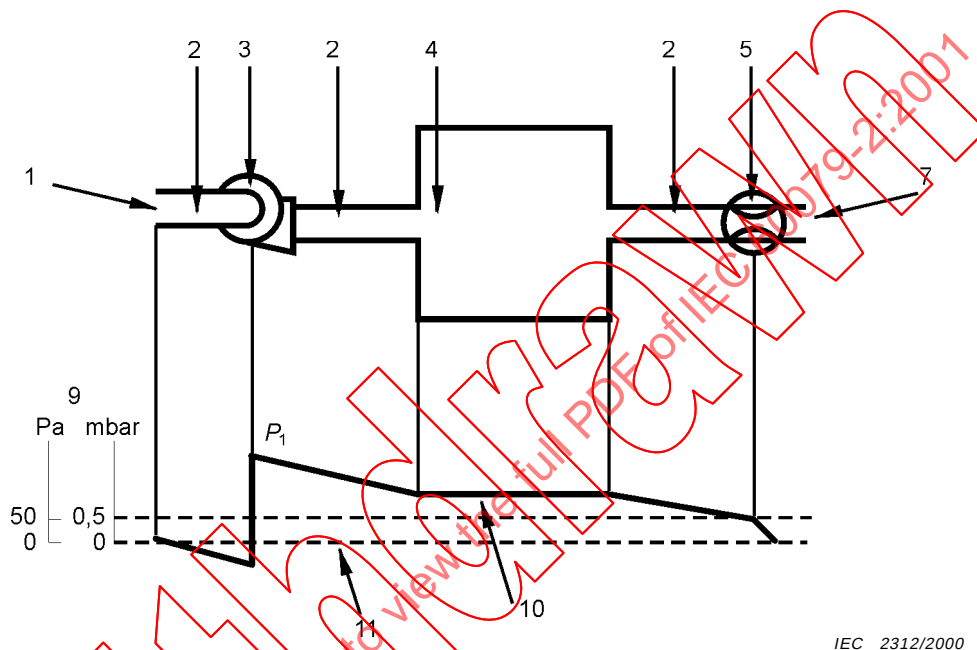
$[MOP] \& \overline{[XOP]} \& [PTIM]$ = S3 Purging complete, power connected

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.

Annexe C (informative)

Exemples de variations de pression dans les canalisations et les enveloppes

NOTE Dans les figures, des exemples sont présentés lorsque la surpression est maintenue par un ventilateur. A cet égard, cependant, d'autres moyens peuvent aussi être utilisés, par exemple, en amenant de l'air de cylindres à air comprimé, des compresseurs, etc. Dans de tels cas, il y aurait différentes chutes de pression jusqu'à l'entrée de l'enveloppe.



IEC 2312/2000

Légende

P_1 Pression du gaz de protection (déterminée par la résistance de débit au travers des canalisations, les parties à l'intérieur de l'enveloppe et dans certains cas au travers d'un étrangleur)

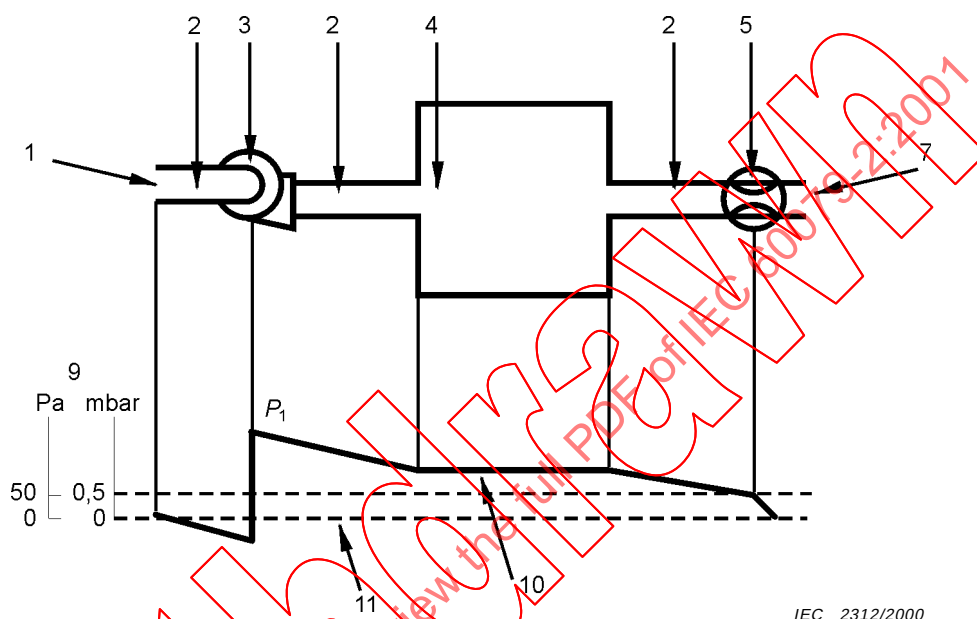
- | | | | |
|---|--|-----|--------------------------------|
| 1 | Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux) | 7 | Sortie du gaz de protection |
| 2 | Canalisations | (8) | Pas utilisé dans cette figure) |
| 3 | Ventilateur | 9 | Surpression |
| 4 | Enveloppe | 10 | Pression interne |
| 5 | Etrangleur (s'il est prescrit pour maintenir la surpression) | 11 | Pression externe |
| 6 | (Pas utilisé dans cette figure) | | |

Figure C.1 a) – Sortie de gaz de protection sans barrière contre les étincelles et particules

Annex C (informative)

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.

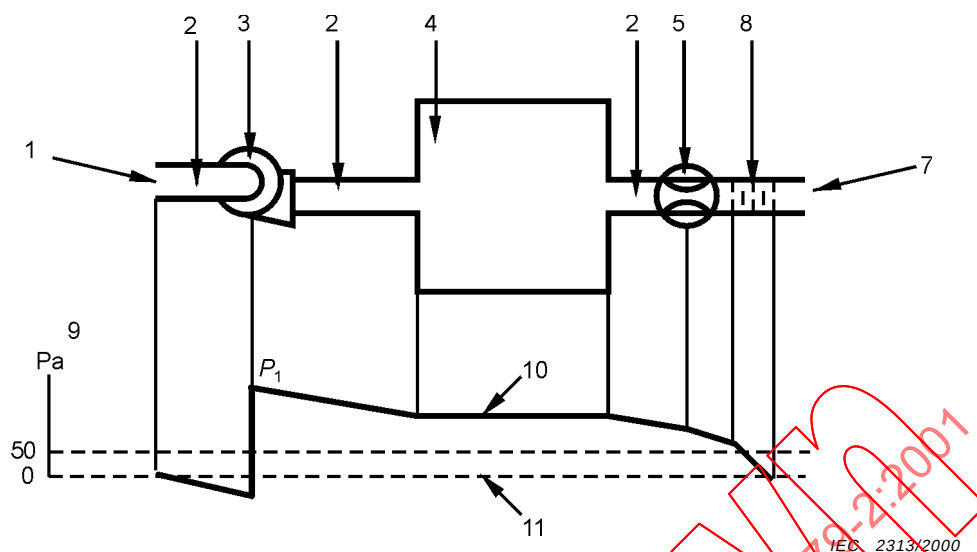


Key

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

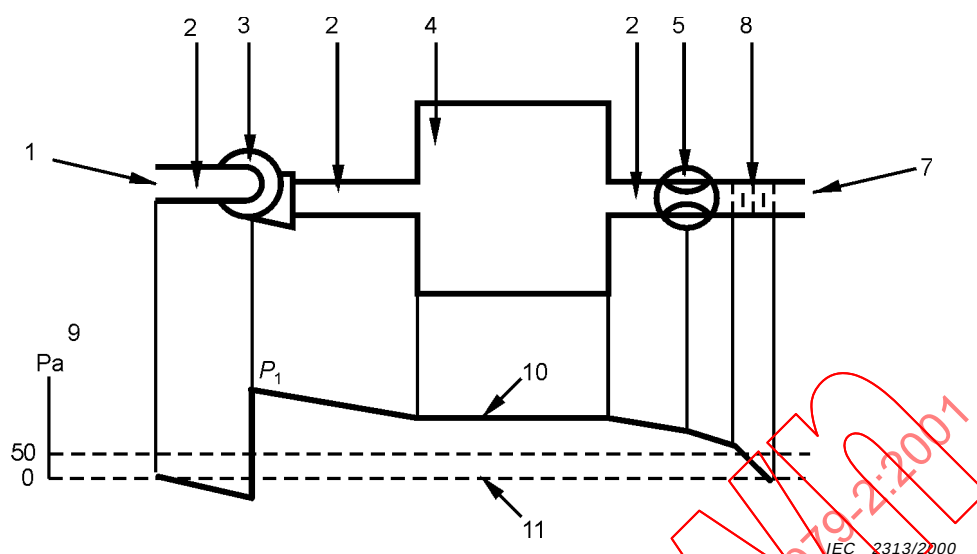


Légende

P_1 Pression du gaz de protection (déterminée par la résistance de débit au travers des canalisations, les parties à l'intérieur de l'enveloppe et dans certains cas au travers d'un étrangleur ou d'une barrière contre les étincelles et particules)

- | | |
|--|--|
| 1 Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux) | 7 Sortie du gaz de protection |
| 2 Canalisations | 8 Barrière contre les étincelles et les particules |
| 3 Ventilateur | 9 Surpression |
| 4 Enveloppe | 10 Pression interne |
| 5 Etrangleur (s'il est prescrit pour maintenir la surpression) | 11 Pression externe |
| 6 (Pas utilisé dans cette figure) | |

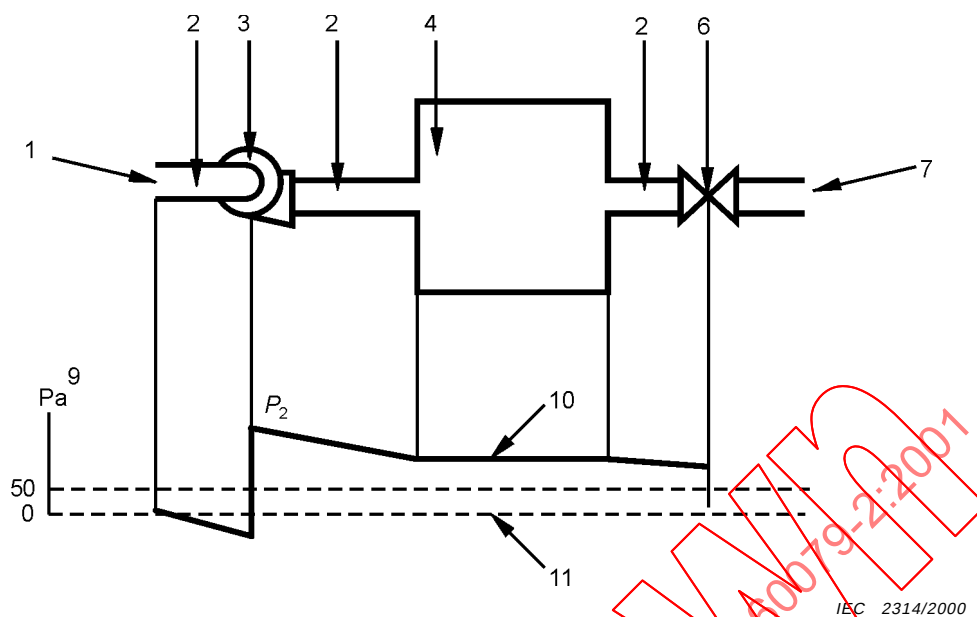
Figure C.1 b) – Sortie de gaz de protection avec une barrière contre les étincelles et particules

**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



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 cette figure)

6 Vanne de sortie

7 Sortie du gaz de protection

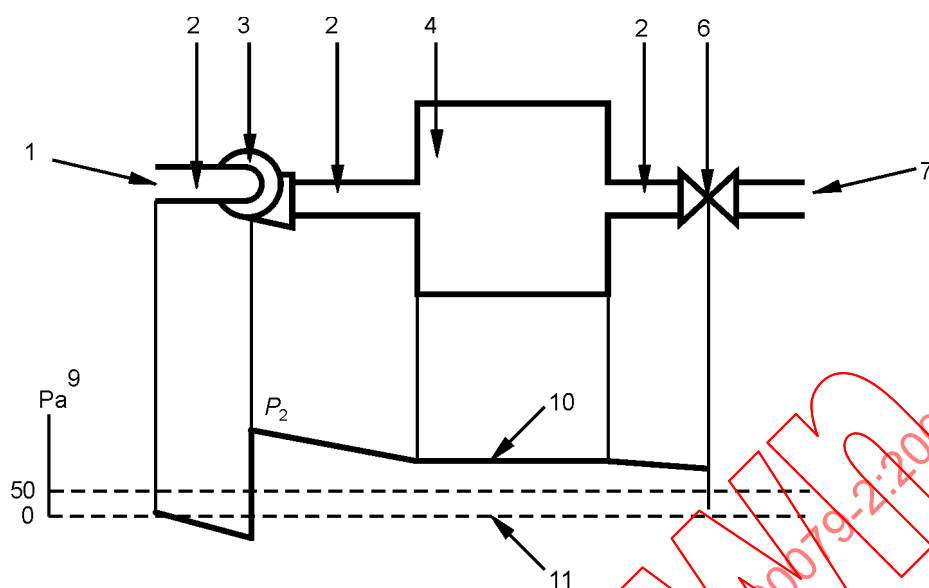
(8 Pas utilisé dans cette figure)

9 Surpression

10 Pression interne

11 Pression externe

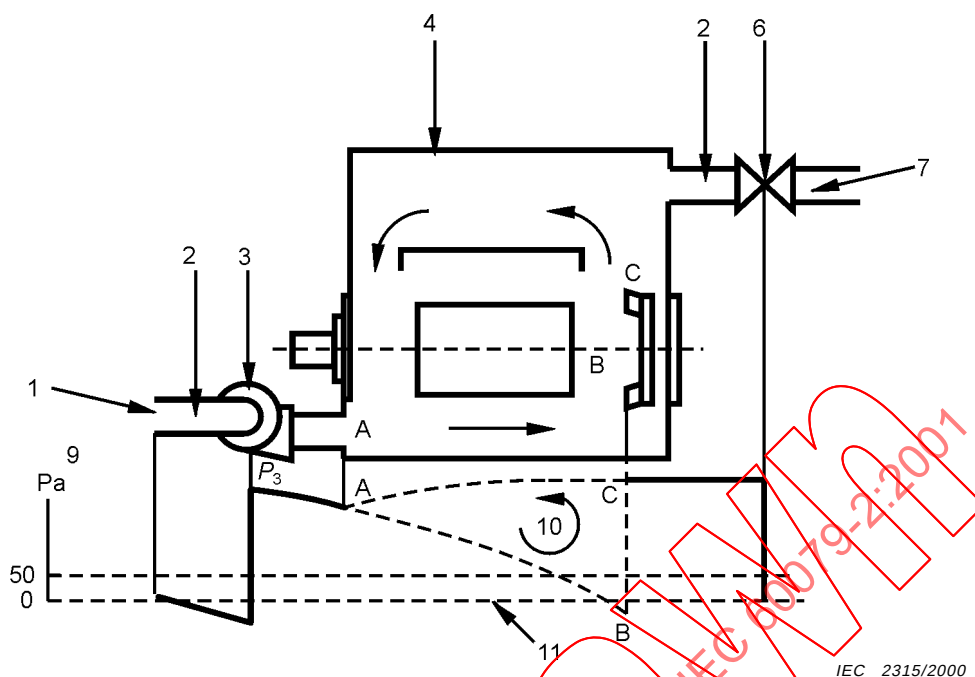
Figure C.2 - Enveloppes à surpression interne avec compensation des fuites, enveloppes sans parties mobiles

**Key**

P_2 Pressure of the protective gas (almost constant)

- | | |
|--|------------------------------|
| 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.2 – Pressurized enclosures with leakage compensation, enclosures without moving parts



Légende

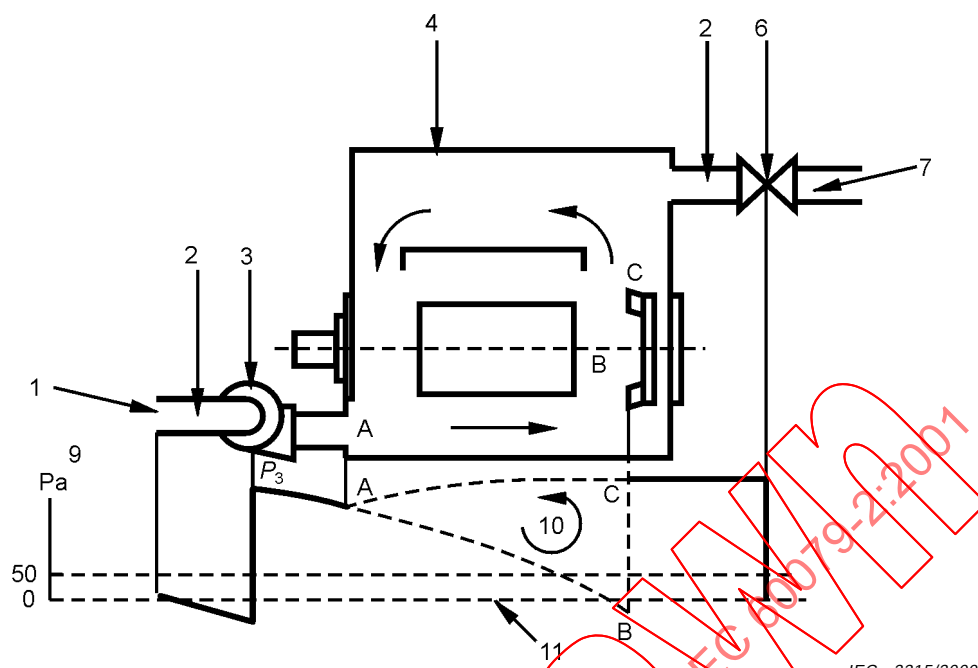
P_3 Pression du gaz de protection (déterminée par la résistance de débit des parties internes, et influencée entre A, B, et C par le ventilateur interne de refroidissement)

- | | | | |
|-----|--|-----|--------------------------------|
| 1 | Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux) | 7 | Sortie du gaz de protection |
| 2 | Canalisations | (8) | Pas utilisé dans cette figure) |
| 3 | Ventilateur | 9 | Surpression |
| 4 | Enveloppe | 10 | Pression interne |
| (5) | Pas utilisé dans cette figure) | 11 | Pression externe |
| 6 | Vanne de sortie | | |

La pression en tout point où une fuite peut se produire est supérieure au minimum de 50 Pa pour le mode px

NOTE Il convient de prendre soin 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 tels ventilateurs peut être de produire une dépression dans des parties du cuvelage avec le risque conséquent de pénétration de l'atmosphère extérieure. Il convient de soumettre au constructeur du moteur toute proposition de surpression interne d'un moteur à ventilation interne.

Figure C.3 – Enveloppes à surpression interne avec compensation des fuites, machine électrique tournante avec un ventilateur interne de refroidissement

**Key**

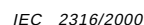
P_3 Pressure of the protective gas (determined by the flow resistance of the internal parts, and influenced between A, B, and C by the internal cooling fan)

- | | |
|--|------------------------------|
| 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 | |

Pressure at every point where leakage can occur is above the minimum of 50 Pa for type px

NOTE 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.

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

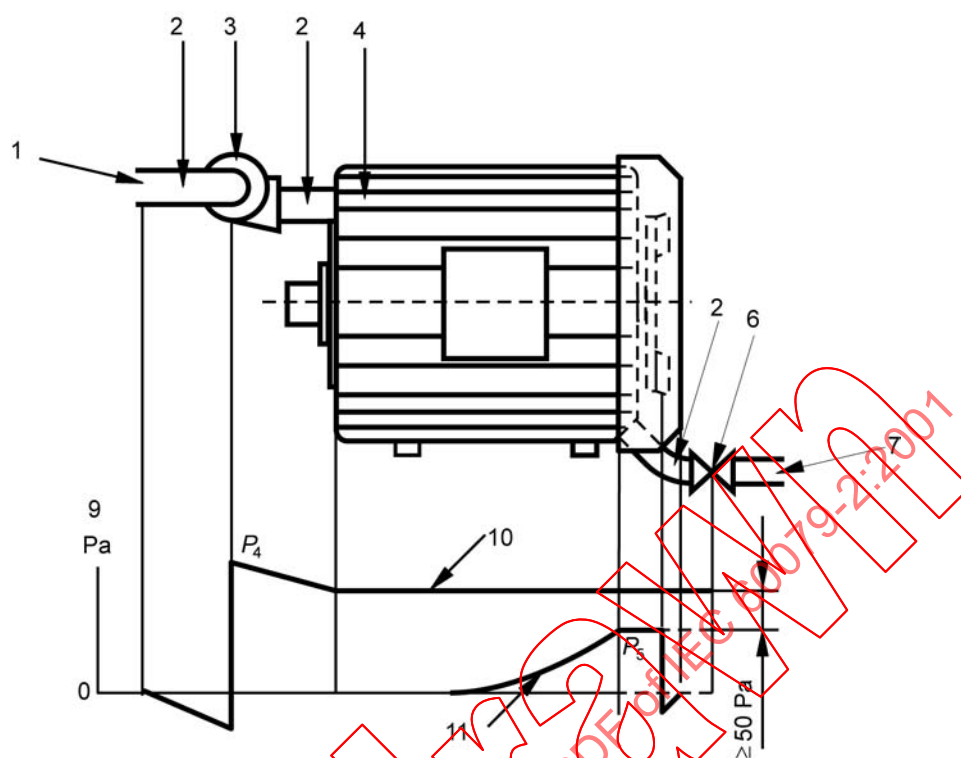


P_4 Pression du gaz de protection (déterminée par la résistance de débit des parties internes et par la plus grande valeur de pression de l'air extérieur)

1 Entrée du gaz de protection (en emplacement non dangereux) 7 Sortie du gaz de protection

- | | | | |
|----|--------------------------------|----|--------------------------------|
| 2 | Canalisations | (8 | Pas utilisé dans cette figure) |
| 3 | Ventilateur | 9 | Suppression |
| 4 | Enveloppe | 10 | Pression interne |
| (5 | Pas utilisé dans cette figure) | 11 | Pression externe |
| 6 | Vanne de sortie | | |

Figure C.4 – Enveloppe à surpression interne avec compensation des fuites, machine électrique tournante avec un ventilateur externe de refroidissement



IEC 2316/2000

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 Overpressure |
| 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